



ISSN 2619-0605

Вестник

Керченского государственного
морского технологического
университета

ВЫПУСК 1

2024

16+

Рецензируемый научный журнал «Вестник Керченского государственного морского технологического университета» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-78328 от 15.05.2020 г.

Журнал «Вестник КГМТУ» включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по научным специальностям (отраслям науки): 1.5.13 – Ихтиология (биологические науки) с 01.02.2022 г.; 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки) с 27.04.2022 г.; 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономические науки) с 21.02.2023 г.

Редакционный Совет журнала

Главный редактор: Логунова Наталья Анатольевна – д-р экон. наук, доцент, проректор по научной работе

Заместитель главного редактора:

Ушаков Владислав Валериевич – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин

Редакционная коллегия журнала

Биологические науки

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

Технические науки

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

Экономические науки

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

Серёгин С.С. – ответственный секретарь

Уманец В.А. – технический редактор

Бобарькин 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 № 2 от 20.03.2024 г.

Адрес: 298309, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

E-mail: vestnik@ejkgmtu.ru

Web: <http://www.ejkgmtu.ru/>

Редакционная коллегия журнала

Биологические науки

Научные специальности 1.5.13 «Ихтиология», 1.5.15 «Экология»

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

Технические науки

Научная специальность 4.3.3 «Пищевые системы (технические науки)»

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

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

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

Экономические науки

Научная специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика»

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.

Научная специальность 1.5.13 «Ихтиология»

- Белецкая М.А.** СООТНОШЕНИЕ ДЛИНА-МАССА ДЛЯ 14 ВИДОВ РЫБ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА 8
- Климук А.А., Пономарев А. К., Калита Т. Л., Никифоров-Никишин А.Л.** ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИБРИДОВ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА (CLARIAS GARIEPINUS) ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ 20
- Саенко Е.М., Кораблина И.В., Косенко Ю.В.** ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ РАКОВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БАССЕЙНА Р. САЛ 29

Научная специальность 4.3.3 «Пищевые системы»

- Воронина М.С., Гуляева А.Н., Сучугов Я.В., Сабанцев В.В., Тескин К.А., Середкин И.А.** ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИОРАЗЛАГАЕМОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА ДЛЯ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ 43
- Сытник Н.А.** ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИИ СЕРОВОДОРОДА В АНАЭРОБНОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ В МНОГОЛЕТНЕМ АСПЕКТЕ 51
- Миронова Н.А., Катанаева Ю.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ПЛОДОВЫХ КОСТОЧЕК В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ 60
- Соколов С.А., Кураш М.А., Зотова И.А.** ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ СУШКИ ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК 71
- Фалько А.Л.** СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЫПУЧЕГО ПРОДУКТА ПО ПЛОСКИМ СИТАМ СЕПАРИРУЮЩИХ МАШИН 78

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика»

- Дибурис К.М.** ОЦЕНКА ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА В АСПЕКТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 93
- Кирильчук С.П., Кенжалиев Р.Р., Кравцов Д.А.** РЕВОЛЮЦИОННАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ВАЛЮТ В ЭКОНОМИКЕ ПРЕДПРИЯТИЯ 103
- Кирсенко В.В.** ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ИМПУЛЬСНОЙ ИННОВАТИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕГИОНА 112
- Котенев А.Д., Оразалиев А.А., Крыжевская Н.Н.** ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИИ 123
- Котенев А.Д., Терещенко О.В., Соловьева Л.В.** УРОВЕНЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ КАК ИНДИКАТОР КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ 130
- Рысина В.А., Шкуро Д.В.** ЦИФРОВОЙ РУБЛЬ: ПОНЯТИЕ И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА 139

Тимчук Е.Г., Глебова Е.В., Лаптева Е.П., Блинова А.Л., Заяц Е.А. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА 147

Труба А.С., Труба М.А., Баришевский Е.В. АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ РЫБОЛОВНОГО ФЛОТА, ВНУТРЕННЕГО РЫНКА РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ, ЛОГИСТИКИ РЫБНЫХ ТОВАРОВ 159

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Максимов А.Б. УДЛИНЕНИЕ ШИРОКОГО БРУСА ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ШАРНИРА 175

Белецкая М.А.

СООТНОШЕНИЕ ДЛИНА-МАССА ДЛЯ 14 ВИДОВ РЫБ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

Аннотация. В данной работе представлены оценки зависимости длинны от массы для 14 видов рыб Черного моря: *Belone belone euxini*, *Trachurus mediterraneus ponticus*, *Merlangius merlangus euxinus*, *Crenilabrus cinereus*, *Crenilabrus ocellatus*, *Crenilabrus roissali*, *Crenilabrus tinca*, *Mullus barbatus ponticus*, *Pomatomus saltatrix*, *Scorpaena porcus*, *Diplodus annularis*, *Spicara flexuosa*, *Trachinus draco*, *Uranoscopus scaber*, обитающих у юго-восточного побережья Крыма. Всего было исследовано 2 938 особей рыб в период с 2020 по 2022 гг. Размер выборки варьировал от 23 для *Crenilabrus roissali* до 491 для *Mullus barbatus ponticus*. Величина b в уравнении $W=aTL^b$ варьировала от 2,7777 для *Mullus barbatus ponticus* до 3,5508 для *Crenilabrus ocellatus*. У 6 видов рыб был изометрический тип роста, у 6 – положительный аллометрический, а два вида показали отрицательный аллометрический рост. Значения коэффициента детерминации (R^2) были выше 0,96.

Ключевые слова: соотношение длина-масса, морские рыбы, Крым, Черное море.

Beletskaya M.A.

LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP FOR 14 FISH SPECIES FROM THE SOUTHEASTERN COAST OF CRIMEA

Abstract. This study presents of length-weight relationships estimates for 14 species of Black Sea fishes: *Belone belone euxini*, *Trachurus mediterraneus ponticus*, *Merlangius merlangus euxinus*, *Crenilabrus cinereus*, *Crenilabrus ocellatus*, *Crenilabrus roissali*, *Crenilabrus tinca*, *Mullus barbatus ponticus*, *Pomatomus saltatrix*, *Scorpaena porcus*, *Diplodus annularis*, *Spicara flexuosa*, *Trachinus draco*, *Uranoscopus scaber*, inhabiting the southeastern coast of Crimea. A total of 2,938 fish specimens were examined between 2020 and 2022. The sample number ranged from 23 for *Crenilabrus roissali* to 491 for *Mullus barbatus ponticus*. The value of the b exponent in the equation $W=aTL^b$ ranged from 2.7777 for *Mullus barbatus ponticus* to 3.5508 for *Crenilabrus ocellatus*. 6 fish species had an isometric growth type, 6 had a positive allometric growth type, and two species showed negative allometric growth. The values of the coefficient of determination (R^2) were above 0.96.

Keywords: length-weight relationships, marine fish species, Crimea, Black Sea.

Введение. Взаимосвязь длины и массы является одним из наиболее полезных инструментов для оценки динамики популяции рыб, управления рыболовством и экологического моделирования [1]. Данное соотношение позволяет оценить биомассу по данным о длине и служит для морфологического сравнения популяций одного и того же вида, обитающих в различных биотопах.

Несмотря на многочисленные исследования зависимости массы от длины у различных видов рыб Черного моря, рыбы побережья Крымского полуострова в этом отношении ранее были мало изучены. В настоящей статье представлены параметры соотношения длина-масса для 14 видов рыб обитающих в акваториях Карадагского природного заповедника, б. Двужорная и п-ова Киик-Атлама.

Целью исследования является изучение размерно-массовой структуры популяций рыб побережья юго-восточного Крыма.

Материалы и методы исследования. Материал собирали на юго-восточном побережье Крыма в период с 2020 по 2022 гг. Основным районном исследований была прибрежная зона мыса Киик-Атлама (рисунок 1). Часть обработанной рыбы была поймана на границе акватории Карадагского природного заповедника.

Для исследований рыбу брали из приловов коммерческого рыболовства, осуществляемого на глубине 10-30 м с использованием ставных сетей с размером ячеи 30-32 мм, ставных неводов и ставных донных неводов с размером ячеи 12-14 мм, а также уловы любительского рыболовства с использованием крючковой снасти.

Для идентификации рыб были использованы работы А. Н. Световидова [2], Е. Д. Васильевой [3] и А.Р. Болтачёва [4]. Биологический анализ включал в себя измерение общей длины особи с точностью до 0,1 см, общей массы с точностью до 0,01 г и определение пола. Зависимость общей массы тела от длины была вычислена с помощью уравнения $W=aTL^b$, где W – общая масса (г), TL – общая длина (см), a и b – константы [5].



Рисунок 1 – Район исследований

Параметры a и b были вычислены с помощью линейного регрессионного анализа методом наименьших квадратов после применения к уравнению логарифмического преобразования: $\ln W = \ln(a) + b \cdot \ln(TL)$ [6, 7]. Типы роста видов были определены с помощью t -теста при уровне значимости 5% согласно: $t_s = (b-3)/SE(b)$, где t_s – значение t -теста; b – показатель степени в зависимости массы от длины; $SE(b)$ – стандартная ошибка показателя степени. Таким образом, тип роста будет считаться изометрическим при $b=3$, положительным аллометрическим при $b>3$ и отрицательным аллометрическим при $b<3$ [8]. Степень связи между переменными рассчитывалась по коэффициенту детерминации (R^2). Все расчеты проводились с использованием программного пакета MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. Всего было собрано и обработано 2 938 особей рыб 14 видов из 11 семейств. В таблице 1 приведены размер выборки, средние и предельные значения длины и массы, параметры зависимости массы от длины, границы 95 % доверительного интервала для параметра b , коэффициент детерминации и тип роста, определенные для всех исследованных видов рыб.

Таблица 1 – Параметры зависимости массы от длины для 14 видов рыб исследуемого района

Вид	Пол	N	Длина (см)			Масса (г)			a	b	SE(b), и/или 95%CI	R ²	Тип роста
			Среднее ±SE	min	max	Среднее ±SE	min	max					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Belone belone euxini</i>	♀	238	38,68 ±0,338	22,5	49,0	63,98 ±1,695	9,05	139,60	0,00035	3,2951	0,04946 3,1977- 3,3926	,9973	A+
	♂	151	35,52 ±0,319	22,0	47,6	47,47 ±1,452	10,94	121,23	0,00048	3,2130	0,07099 3,0727- 3,3533	0,9947	A+

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Belone belone euxini</i>	∑	404	37,33 ±0,260	17,0	57,3	57,23 ±1,276	6,00	191,13	0,00092	3,0298	0,06134 2,9993- 3,0603	0,9943	I
<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i>	♀	212	13,78 ±0,152	9,9	20,8	22,31 ±0,824	5,00	67,57	0,00285	3,3644	0,09714 3,1729- 3,5559	0,9917	A+
	♂	151	13,22 ±0,188	9,5	19,2	18,89 ±0,937	4,20	57,83	0,00237	3,4248	0,06726 3,2919- 3,5577	0,9965	A+
	∑	426	13,29 ±0,114	8,2	20,8	19,92 ±0,587	3,70	67,57	0,00368	3,2714	0,06977 3,1342- 3,4086	0,9950	A+
<i>Merlangius merlangus euxinus</i>	∑	92	12,07 ±0,200	9,0	19,3	13,93 ±0,751	4,50	47,50	0,02049	2,5908	0,16544 2,2623- 2,9195	0,9646	A-
<i>Crenilabrus cinereus</i>	♀	194	8,61 ±0,059	6,9	12,0	9,16 ±0,231	4,22	30,30	0,00893	3,2141	0,10679 2,8509- 3,2713	0,9880	I
	♂	104	9,19 ±0,097	6,9	12,2	11,54 ±0,399	4,60	23,60	0,01727	2,9118	0,15138 2,6116- 3,2120	0,9737	I
	∑	312	8,85 ±0,054	6,9	12,2	10,24 ±0,224	4,22	30,30	0,01261	3,0611	0,10679 2,8509- 3,2713	0,9880	I
<i>Crenilabrus ocellatus</i>	∑	43	9,57 ±0,171	8,0	12,6	12,35 ±0,912	5,9	34,30	0,00387	3,5508	0,18869 3,1700- 3,9316	0,9806	A+
<i>Crenilabrus roissali</i>	∑	23	10,51 ±0,286	7,0	12,5	19,45 ±1,641	5,85	34,55	0,01201	3,1322	0,20302 2,7112- 3,5532	0,9754	A+
<i>Crenilabrus tinca</i>	∑	65	18,45 ±0,699	7,4	28,6	116,74 ±10,695	5,00	323,40	0,01523	2,9875	0,05476	0,9937	I
<i>Mullus barbatus ponticus</i>	♀	250	12,76 ±0,105	8,00	17,8	21,24 ±0,555	4,75	65,00	0,01274	2,8912	0,09486 2,7043- 3,0781	0,9915	I
	♂	188	11,33 ±0,091	8,2	16,0	14,96 ±0,402	5,50	41,33	0,00778	3,1066	0,08033 2,9481- 3,2651	0,9953	I
	∑	491	12,09 ±0,078	7,2	21,0	18,19 ±0,380	3,68	65,00	0,01649	2,7777	0,07739 2,6256- 2,9298	0,9961	A-
<i>Pomatomus saltatrix</i>	∑	92	15,22 ±0,418	7,0	20,9	40,15 ±2,684	2,65	93,75	0,00380	3,3215	0,04824 3,2257- 3,4173	0,9975	A+
<i>Scorpaena porcus</i>	♀	142	15,53 ±0,447	7,0	28,1	101,56 ±8,707	5,40	496,86	0,01083	3,2060	0,02820 3,1503- 3,2617	0,9985	A+
	♂	109	13,33 ±0,344	7,3	26,7	52,67 ±4,800	6,87	325,60	0,01636	3,0370	0,04220 2,9471- 3,1143	0,9971	I
	∑	388	13,46 ±0,238	6,0	28,1	63,65 ±0,3967	3,20	496,86	0,01307	3,1261	0,02891 3,0693- 3,1829	0,9982	A+
<i>Diplodus annularis</i>	∑	226	9,75 ±0,165	6,2	19,5	19,17 ±1,414	3,20	148,60	0,01440	3,0456	0,14691 2,7560- 3,3352	0,9728	I
<i>Spicara flexuosa</i>	∑	155	11,45 ±0,205	8,0	18,0	17,30 ±1,100	4,63	69,20	0,00562	3,2264	0,05531 3,1172- 3,3356	0,9974	A+

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Trachinus draco</i>	♀	57	15,54 ±0,317	11,5	21,6	28,73 ±1,862	11,00	70,30	0,00731	2,9929	0,08425 2,8241- 3,1617	0,9945	I
	♂	124	13,45 ±0,142	8,2	18,5	17,12 ±0,579	4,44	46,10	0,01064	2,8417	0,01062 2,8207- 2,8627	0,9915	A-
	Σ	185	14,06 ±0,157	8,2	21,6	19,42 ±0,766	4,44	70,30	0,00848	2,9346	0,11744 2,7029- 3,1663	0,9961	I
<i>Uranoscopus scaber</i>	Σ	36	13,12 ±0,564	8,8	21,2	44,45 ±6,611	8,10	164,10	0,01179	3,1151	0,09862 2,9149- 3,3153	0,9911	I

Значения параметра b варьировали от 2,5908 для *Merlangius merlangus euxinus* до 3,5508 для *Crenilabrus ocellatus*. Практически все значения b находятся в интервале от 2,5 до 3,5, что совпадает с результатами исследования Froese [1]. Значение $b=3,5508$ для *Crenilabrus ocellatus*, статистически не отличается от верхней границы интервала ожидаемых значений аллометрического коэффициента. Если оценивать результаты данной работы с точки зрения типов роста, то у 6 видов рыб (*Belone belone euxini*, *Crenilabrus cinereus*, *Crenilabrus tinca*, *Diplodus annularis*, *Trachinus draco*, *Uranoscopus scaber*) наблюдался изометрический тип роста, у 6 – положительный аллометрический (*Trachurus mediterraneus ponticus*, *Crenilabrus ocellatus*, *Crenilabrus roissali*, *Pomatomus saltatrix*, *Scorpaena porcus*, *Spicara flexuosa*), а два вида *Merlangius merlangus euxinus* и *Mullus barbatus ponticus* показали отрицательный аллометрический рост.

Отдельно для самок и самцов зависимость массы от длины была рассчитана для 6 видов рыб. Одинаковый для обоих полов тип роста получен для *Belone belone euxini* и *Trachurus mediterraneus ponticus* (положительный аллометрический) и для *Crenilabrus cinereus* и *Mullus barbatus ponticus* (изометрический). У *Scorpaena porcus* рост самок характеризуется положительной аллометрией, а рост самцов изометрией. Для самок *Trachinus draco* характерен изометрический тип роста, в то время как самцы обладают отрицательным аллометрическим ростом.

Для всех видов рыб коэффициент детерминации (R^2) был выше 0,96.

Ранее работы по изучению соотношений длины и веса для видов рыб, обитающих у юго-восточного побережья Крыма практически не проводились. Поэтому полученные результаты сравнивались с данными исследований для рыб из Черного и Средиземного морей, а также Атлантического океана (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты оценки параметров зависимости массы от длины для рыб, описанных в исследовании, из разных частей ареала

Вид	N	$L_{\min-max}$	a	b	Локализация	Источник
1	2	3	4	5	6	7
<i>Belone belone euxini</i>	138	31,5-44,8	0,0010	3,01	Адриатическое море, восточная часть (Хорватия)	Sinovčić et al., 2004 [9]
	931	29-58	0,00076	3,137	Черное море, район Синопа	Samsun et al., 2006 [10]
	1211	22,2-65,1	-	3,138	Черное море, юго-восточная часть	Bilgin et al., 2014a [11]
	647	28,8-51,6	0,008	3,09	Черное море, центральная часть (Турция)	Samsun et al., 2017 [12]
	986	28,8-51,6	0,0009	3,040	Черное море, центральная часть (Турция)	Ceyhan et al., 2018 [13]

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i>	1995	10,5-17,0	0,0035	3,3046	Черное море, побережье Болгарии	Yankova et al., 2010 [14]
	526	9,4-15,1	0,0032	3,3018	Черное море, побережье Турции	Özdemir and Duyar, 2013 [15]
	1467	7,1-20,3	0,0067	3,0848	Черное море, центральная часть	Samsun et al., 2018 [16]
	1965	5,5-15,3	0,0083	2,9166	Черное море, западная часть (Турция)	Yildiz et al., 2018 [17]
	3728	-	0,0029	3,36	Черное море, юго-западный Крым	Куцын, 2021 [18]
<i>Merlangius merlangus euxinus</i>	943	6,7-29,5	0,004	3,169	Черное море, восточная часть (Турция)	Ak et al., 2009 [19]
	1891	7,5-23,4	0,010	2,90	Черное море, центральная часть (Турция)	Samsun et al., 2017 [12]
	11597	4,8-27,3	0,0047	3,1838	Черное море, западная часть (Турция)	Yildiz et al., 2018 [17]
	1444	5,7-24,9	0,0063	3,04	Черное море, восточная часть (Турция)	Onay and Dalgıç, 2021 [20]
	800	10,3-34,8	0,007	3,033	Черное море, южная часть	Karadurmuş and Aydın, 2022 [21]
<i>Crenilabrus cinereus</i>	92	4,5-10,1	0,00229	3,031	Эгейское море, Измирский залив	İlhan et al., 2008 [22]
	173	2,3-11,3	0,00093	3,179	Мраморное море, залив Эрдек	Keskin and Gaygusuz, 2010 [23]
	61	4,7-9,7	0,0050	3,5053	Эгейское море, южная часть (Турция)	Bilge et al., 2014 [24]
	536	1,5-15,8	0,008	3,180	Эгейское море, северная часть	Altin et al., 2015 [25]
	384	8,2-16,4	0,010	3,21	Черное море, восточная часть (Турция)	Onay, 2021 [26]
<i>Crenilabrus ocellatus</i>	456	3-9	0,00911	3,1708	Средиземное море, западная часть (Испания)	Valle et al., 2003 [27]
	328	4,7-9,2	0,091	3,187	Эгейское море, Измирский залив	İlhan et al., 2008 [22]
	274	4,6-9,0	0,0102	3,1307	Эгейское море, южная часть (Турция)	Bilge et al., 2014 [24]
	321	6,9-16,4	0,028	2,73	Черное море, восточная часть (Турция)	Onay, 2021 [26]
<i>Crenilabrus roissali</i>	93	8,4-13,4	0,0109	3,1801	Адриатическое море, восточная часть	Soldo, 2020 [28]
	103	2,4-10,8	0,0117	3,1801	Атлантический океан, Кадисский залив (Испания)	Compaire et al., 2021 [29]
	18	7,4-12,2	0,014	3,06	Черное море, восточная часть (Турция)	Onay, 2021 [26]

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
<i>Crenilabrus tinca</i>	1443	8,9-42,5	0,0220	2,8147	Адриатическое море, средне-восточная часть (Хорватия)	Pallaoro and Jardas, 2003 [30]
	41	2,1-15,5	0,0111	3,098	Мраморное море, залив Эрдек (Турция)	Keskin and Gaygusuz, 2010 [23]
	110	6,6-22,0	0,0180	2,9243	Эгейское море, южная часть (Турция)	Bilge et al., 2014 [24]
	57	6,1-12,1	0,0105	3,2024	Черное море, западная часть (Турция)	Yildiz et al., 2018 [17]
	876	9,6-34,8	0,0212	2,8351	Адриатическое море, восточная часть	Soldo, 2020 [28]
	17	6,5-12,8	0,0164	2,99	Черное море, восточная часть (Турция)	Onay, 2021 [26]
<i>Mullus barbatus ponticus</i>	176	6,6-18,4	0,0111	2,9633	Черное море, центральная часть (Турция)	Kalayci et al., 2007 [31]
	225	9,3-20,1	0,0108	2,9819	Черное море, побережье Турции	Özdemir and Duyar, 2013 [15]
	11484	4,3-19,6	0,0049	3,3232	Черное море, западная часть (Турция)	Yildiz et al., 2018 [17]
	3470	5,2-19,6	0,00740	3,1267	Черное море, юго-восточная часть	Van et al., 2019 [32]
	853	8,4-21,4	0,0088	2,95	Черное море, юго-западный Крым	Куцын, 2022 [33]
<i>Pomatomus saltatrix</i>	14	11,6-22,2	0,003	3,336	Черное море, восточная часть (Турция)	Ak et al., 2009 [19]
	820	16,1-27,5	0,005	3,25	Черное море, центральная часть (Турция)	Samsun et al., 2017 [12]
	161	8,0-21,8	0,0050	3,2762	Черное море, западная часть (Турция)	Yildiz et al., 2018 [17]
	14	14,4-22,0	0,0118	2,89	Черное море, восточная часть (Турция)	Onay and Dalgıç, 2021 [20]
	165	16,7-32,8	0,011	2,966	Черное море, южная часть	Karadurmuş and Aydın, 2022 [21]
<i>Scorpaena porcus</i>	136	8,5-29,2	0,0173	3,0337	Черное море, центральная часть (Турция)	Kalayci et al., 2007 [30]
	264	4,1-24,1	0,0161	3,1075	Черное море, западная часть (Турция)	Yildiz et al., 2018 [17]
	316	3,8-23,8	0,0189	3,0122	Черное море, юго-восточная часть	Samsun and Erdoğan Sağlam, 2018 [34]
	2442	2,8-33,2	0,017	3,06	Черное море, южная часть	Karadurmuş and Aydın, 2022 [21]
<i>Diplodus annularis</i>	210	12,5-23,4	0,031	2,84	Черное море, центральная часть (Турция)	Samsun et al., 2017 [12]
	18	9,8-12,5	0,0392	2,7394	Черное море, западная часть (Турция)	Yildiz et al., 2018 [17]
	135	4,3-18,2	0,0129	3,1409	Черное море, юго-восточная часть (Турция)	Dağtekin et al., 2022 [35]
	11	12,4-20,2	0,014	3,072	Черное море, южная часть	Karadurmuş and Aydın, 2022 [21]

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
<i>Spicara flexuosa</i>	504	12,0-19,8	0,0093	3,0367	Адриатическое море, восточная часть	Soldo, 2020 [28]
	318	11,0-22,5	0,0079	3,0915	Черное море, южная часть (Турция)	Samsun and Erdoğan Sağlam, 2021 [34]
	1030	7,1-19,2	0,0071	3,1062	Черное море, юго-западный Крым	Melnikova and Kuzminova, 2021 [36]
	43	17,0-22,3	0,002	3,575	Черное море, южная часть	Karadurmuş and Aydın, 2022 [21]
<i>Trachinus draco</i>	338	5,0-35,0	0,004	3,433	Черное море, восточная часть (Турция)	Ak et al., 2009 [19]
	636	5,0-25,8	0,0069	3,005	Черное море, восточная часть (Турция)	Ak and Genuç, 2013 [37]
	741	6,0-30,8	0,0098	2,9089	Черное море, западная часть (Турция)	Yildiz et al., 2018 [17]
	164	4,4-25,5	0,00735	3,0055	Черное море, юго-восточная часть	Van et al., 2019 [32]
	234	8,5-24,0	0,0066	3,0297	Черное море, юго-восточная часть	Dağtekin et al., 2022 [35]
<i>Uranoscopus scaber</i>	620	1,8-56,4	0,008	3,226	Черное море, восточная часть (Турция)	Ak et al., 2009 [19]
	168	6,5-19,9	0,0127	3,1303	Черное море, западная часть (Турция)	Yildiz et al., 2018 [17]
	88	10,5-23,0	0,0152	3,0234	Черное море, южная часть (Турция)	Samsun and Erdoğan Sağlam, 2021 [34]
	264	4,8-24,2	0,02	2,96	Черное море, восточная часть (Турция)	Onay and Dalgıç, 2021 [20]
	22	13,3-22,8	0,01	3,26	Черное море, южная часть	Karadurmuş and Aydın, 2022 [21]

Выводы. Результаты представленного исследования 14 видов рыб юго-восточного побережья Крыма могут быть использованы для сравнения с аналогичными исследованиями заливов и побережья Крымского полуострова, а также при изучении популяций рыб мелководья всего побережья Черного моря, которые будут полезны в рамках программ по управлению, сохранению и восстановлению ихтиофауны.

Автор выражает благодарность инженеру Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиала ФГБУН ФИЦ «ИнБИОМ им. А.О. Ковалевского РАН» Петровой Т.Н. за оказанную помощь при обработке материала, и к.б.н. Мальцеву В.И. за ценные советы при планировании исследования и рекомендации по оформлению статьи.

Список использованной литературы:

1. Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations // Journal of Applied Ichthyology. 2006. Vol. 22. № 4. P. 241–253. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.
2. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. М.–Л.: Наука, 1964. 552 с.
3. Васильева Е.Д. Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригаллиных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. М.: Изд-во ВНИРО, 2007. 238 с.

4. Болтачев А.Р., Карнова Е.П. Морские рыбы Крымского полуострова. Симферополь: Бизнес-Информ, 2012. 224 с.
5. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб / Пер. с англ. В.К. Бабаяна; Под ред. Т.И. Булгаковой и Ю.Н. Ефимова. М.: Пищ. промышленность, 1979. 408 с.
6. Рокицкий П. Ф. Основы вариационной статистики для биологов. Минск: Изд-во Белгосунта, 1961. 222 с.
7. Pauly D. Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators. ICLARM. Studies and Reviews 8, 1984. 325 p.
8. Bagenal T.B., Tesch F.W. Age and growth. In: T.B. Bagenal (ed.) Methods for the assessment of fish production in fresh waters // Blackwell Scientific Publication. Oxford. 1978. P. 101–136.
9. Sinovčić G., Franičević M., Čikeš-Keč V. Length–weight and length–length relationships for 10 pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia) // Journal of Applied Ichthyology. 2004. Vol. 20. P. 156–158.
10. Samsun O., Samsun N., Bilgin S., Kalayci F. Population biology and status of exploitation of introduced garfish *Belone belone euxini* (Gunther, 1866) in the Black Sea // J. appl. Ichthyol. 2006. Vol. 22. P. 353–356. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00751.x.
11. Bilgin S., Taşçi B., Bal H.J. Population dynamics of the garfish, *Belone euxini* (Belonidae: Belone) from the south-east Black Sea // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 2014a. Vol. 94. P. 1687–1700. DOI: 10.1017/S0025315414000769.
12. Samsun O., Akyol O., Ceyhan T., Erdem Y. Length-weight relationships for 11 fish species from the central black sea, Turkey // Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2017. Vol. 34. № 4. P. 455–458. DOI: 10.12714/egejfas.2017.34.4.13.
13. Ceyhan T., Samsun O., Akyol O. Age, Growth and Mortality of Garfish, *Belone euxini* Günther, 1866 in the Central Black Sea, Turkey // Pakistan J. Zool. 2018. Vol. 51. № 1. P. 273–278. DOI: 10.17582/journal.pjz/2019.51.1.273.278.
14. Yankova M.H., Raykov V.S., Gerdzhikov D.B., Frateva P.B. Growth and length–weight relationships of the horse mackerel, *Trachurus mediterraneus ponticus* (Aleev, 1956), off the Bulgarian Black Sea coast // Turk. J. Zool. 2010. Vol. 34. P. 85–92. DOI: 10.3906/zoo-0811-10.
15. Özdemir S., Duyar H.A. Length-weight relationships for ten fish species collected by trawl surveys from Black Sea coasts, Turkey // International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences. 2013. Vol. 1. P. 405–407.
16. Samsun O., Akyol O., Ceyhan T. Mortalities and Exploitation Rate of Mediterranean Horse Mackerel, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) in the Central Black Sea // Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences. 2018. Vol. 4. № 2. P. 139–145.
17. Yıldız T., Zengin M., Uzer U., Akpınar İ. Ö., Karakulak F. S. Length-weight relationships for 24 fish species collected from the western Black Sea (Turkey) // Cahiers de Biologie Marine. 2018. Vol. 59. № 2. P. 159–165.
18. Куцын Д.Н. Жизненный цикл ставриды *Trachurus mediterraneus* (Carangidae) Крыма (Черное море) // Вопросы ихтиологии. 2021. Т. 61. № 2. С. 143–152.
19. Ak O., Kutlu S., Aydın İ. Length-weight relationship for 16 fish species from the Eastern Black Sea, Türkiye // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2009. Vol. 9. P. 125–126.
20. Onay H., Dalgiç G. Length-weight relationships for fourteen fish species collected by bottom trawl from the eastern Black Sea coast, Turkey // Marine Science and Technology Bulletin. 2021. Vol. 10. № 4. P. 326–332. DOI: 10.33714/masteb.881256.
21. Karadurmuş U., Aydın M. Length–weight relationships of 23 marine fish species from the southern coast of Black Sea associated with small-scale fisheries // URL: <https://www.researchsquare.com/article/rs-1624888/v1> (дата обращения: 27.01.2024).
22. İlhan D. U., Akalın S., Tosunoglu Z., Ozaydın O. Length-weight relationships of five *Symphodus* species (Pisces: Perciformes) from İzmir Bay, Aegean Sea // Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2008. Vol. 25. № 3. P. 245–246.
23. Keskin Ç., Gaygusuz Ö. Length-weight relationships of fishes in shallow waters of Erdek Bay

- (Sea of Marmara, Turkey) // IUFES J. Biol. 2010. Vol. 69. № 2. P. 87–94.
24. Bilge G., Yapıcı S., Filiz H., Cerim H. Weight– length relations for 103 fish species from the southern Aegean Sea, Turkey // Acta Ichthyologica et Piscatoria. 2014. Vol. 44. № 3. P. 263–269. DOI: 10.3750/AIP2014.44.3.11.
 25. Altın A., Ayyıldız H., Kale S., Alver C. Length-weight relationships of forty-nine fish species from shallow waters of Gokceada Island, northern Aegean Sea // Turkish Journal of Zoology. 2015. Vol. 39. P. 971–975. DOI: 10.3906/zoo-1412-15.
 26. Onay H. Length-weight relationships of four Symphodus species (Actinopterygii: Perciformes: Labridae) from Eastern Black Sea (Turkey) // Marine Science and Technology Bulletin. 2021. Vol. 10. № 3. P. 228–233.
 27. Valle C., Bayle J. T., Ramos A. A. Weight-length relationships for selected fish species of the western Mediterranean Sea // Journal of Applied Ichthyology. 2003. Vol. 19. P. 261–262. DOI: 10.1046/j.1439-0426.2003.00492.x.
 28. Soldo A. Length-weight relationships for the fifty littoral and coastal marine fish species from the Eastern Adriatic sea // ACTAADRIAT. 2020. Vol. 61. № 2. P. 205–210.
 29. Compaire J. C., Gomez-Cama C., Soriguer M. C. Length-Weight Relationships of Six Fish Species of a Rocky Intertidal Shore on the Subtropical Atlantic Coast of Spain // An International Journal of Marine Sciences. 2021. Vol. 37. P. 267–271. DOI: 10.1007/s41208-020-00272-2.
 30. Pallaoro A., Jardas I. Some biological parameters of the peacock wrasse, *Symphodus (Crenilabrus) tinca* (L. 1758) (Pisces: Labridae) from the middle eastern Adriatic (Croatian coast) // Scientia Marina. 2003. Vol. 67. № 1. P. 33–41.
 31. Kalaycı F., Samsun N., Bilgin S., Samsun O. Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2007. Vol. 7. P. 33–36.
 32. Van A., Gümüş A., Süer S. Length-weight relationships and condition factors of 15 fish species from Kizilirmak-Yesilirmak shelf Area, the Southeastern Black Sea // Natural and Engineering Sciences. 2019. Vol. 4. № 1. P. 21–27. DOI: 10.28978/nesciences.522375.
 33. Куцын, Д. Н. Возраст, рост, созревание и смертность султанки *Mullus barbatus* (Mullidae) Крыма, Черное море // Вопросы ихтиологии. 2022. Т. 62. № 2. С. 188–197.
 34. Samsun S., Erdoğan Sağlam N. Length-Weight Relationships and Condition Factors of Six Fish Species in the southern Black Sea (Ordu-Turkey) // Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University. 2021. Vol. 38. № 2. P. 111–116. DOI: 10.13002/jafag4659.
 35. Dağtekin M., Genç Y., Kasapoğlu N., Erik G., Misir D. S., İlhan S., Ok M., Altuntaş C., Özsandıkçı U., Büyükdeveci F., Kaya T., Cebeci A., Saltan A. N., Haşimoğlu A., Firidin Ş., Özdemir M. D. Length-weight relationships of 28 fish species caught from demersal trawl survey in the Middle Black Sea, Turkey // Turk J Zool. 2022. Vol. 46. P. 67–73. DOI: 10.3906/zoo-2109-21.
 36. Melnikova E.B., Kuzminova N.S. Comparative characteristics of individual growth of *Spicara flexuosa* and *Spicara maena* (Pisces: Centracanthidae) inhabiting the south - western shelf of Crimea, Black Sea // Journal of Survey in Fisheries Sciences. 2022. Vol. 8. № 3. P. 17–31.
 37. Ak O., Genç Y. J Growth and reproduction of greater weever (*Trachinus draco* L., 1758) along the eastern coast of the Black Sea // Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment. 2013. Vol. 19. № 1. P. 95–110.

References:

1. Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 2006, vol. 22, no. 4, pp. 241-253. (In English). DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.
2. Svetovidov A.N. *Ryby Chernogo morya* [Fishes of the Black Sea]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1964, 552 p. (In Russian).
3. Vasil'eva E.D. *Ryby Chernogo morya. Opredelitel' morskikh, solonovatovodnykh, evrigalinnykh i prohodnykh vidov s cvetnymi illyustratsiyami, sobrannymi S.V. Bogorodskim* [Fishes of the Black

- Sea. Identifier of marine, brackish-water, euryhaline and passerine species with color illustrations collected by S.V. Bogorodskiy]. Moscow, All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography Publ., 2007, 238 p. (In Russian).
4. Boltachev A.R., Karpova E.P. *Morskije ryby Krymskogo poluostrova* [Marine fishes of the Crimean peninsula]. Simferopol', Biznes-Inform Publ., 2012, 224 p. (In Russian).
 5. Ricker W.E. *Metody ocenki i interpretaciya biologicheskikh pokazatelej populyacij ryb* [Computation and interpretation of biological statistics of fish populations]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1979, 408 p. (In Russian).
 6. Rokickij P. F. *Osnovy variacionnoj statistiki dlya biologov* [Fundamentals of variational statistics for biologists]. Minsk, Belgorod State University Publ., 1961, 222 p. (In Russian).
 7. Pauly D. Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators. ICLARM. *Studies and Reviews* 8, 1984, 325 p. (In English).
 8. Bagenal T.B., Tesch F.W. Age and growth. In: T.B. Bagenal (Ed) *Methods for the assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific Publication*. Oxford, 1978, pp. 101–136. (In English).
 9. Sinovčić G., Franičević M., Čikeš-Keč V. Length–weight and length–length relationships for 10 pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 2004, vol. 20, pp. 156–158. (In English).
 10. Samsun O., Samsun N., Bilgin S., Kalayci F. Population biology and status of exploitation of introduced garfish *Belone belone euxini* (Gunther, 1866) in the Black Sea. *J. appl. Ichthyol*, 2006, vol. 22, pp. 353–356. (In English). DOI: 10.1111/j.1439- 0426.2006.00751.x.
 11. Bilgin S., Taşçi B., Bal H.J. Population dynamics of the garfish, *Belone euxini* (Belonidae: Belone) from the south-east Black Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2014a, vol. 94, pp. 1687–1700. (In English). DOI: 10.1017/S0025315414000769.
 12. Samsun O., Akyol O., Ceyhan T., Erdem Y. Length-weight relationships for 11 fish species from the central black sea, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2017, vol. 34, no. 4, pp. 455–458. (In English). DOI: 10.12714/egejfas.2017.34.4.13.
 13. Ceyhan T., Samsun O., Akyol O. Age, Growth and Mortality of Garfish, *Belone euxini* Günther, 1866 in the Central Black Sea, Turkey. *Pakistan J. Zool*, 2018, vol. 51, no. 1, pp. 273-278. (In English). DOI: 10.17582/journal.pjz/2019.51.1.273.278.
 14. Yankova M.H., Raykov V.S., Gerdzhikov D.B., Frateva P.B Growth and length–weight relationships of the horse mackerel, *Trachurus mediterraneus ponticus* (Aleev, 1956), off the Bulgarian Black Sea coast. *Turk. J. Zool*, 2010, vol. 34, pp. 85–92. (In English). DOI: 10.3906/zoo-0811-10.
 15. Özdemir S., Duyar H.A. Length-weight relationships for ten fish species collected by trawl surveys from Black Sea coasts, Turkey. *International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences*, 2013, vol. 1, pp. 405-407. (In English).
 16. Samsun O., Akyol O., Ceyhan T. Mortalities and Exploitation Rate of Mediterranean Horse Mackerel, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) in the Central Black Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 2018, vol. 4, no. 2, pp. 139–145. (In English).
 17. Yıldız T., Zengin M., Uzer U., Akpınar İ. Ö., Karakulak F. S. Length-weight relationships for 24 fish species collected from the western Black Sea (Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, 2018, vol. 59, no. 2, pp. 159–165. (In English).
 18. Kutsun D.N. Zhiznennyj cikl stavridy *Trachurus mediterraneus* (Carangidae) Kryma (Chernoe more) [Life cycle of jack mackerel *Trachurus mediterraneus* (Carangidae) of the Crimea (Black Sea)]. *Voprosy ihtiologii* [Journal of Ichthyology], 2021, vol. 61, no. 2, pp. 143–152. (In Russian).
 19. Ak O., Kutlu S., Aydın İ. Length-weight relationship for 16 fish species from the Eastern Black Sea, Türkiye. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2009, vol. 9, pp. 125–126. (In English).
 20. Onay H., Dalgıç G. Length-weight relationships for fourteen fish species collected by bottom trawl from the eastern Black Sea coast, Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 2021,

- vol. 10, no. 4, pp. 326–332. (In English). DOI: 10.33714/masteb.881256.
21. Karadurmuş U., Aydin M. Length–weight relationships of 23 marine fish species from the southern coast of Black Sea associated with small-scale fisheries. (In English). Available at: <https://www.researchsquare.com/article/rs-1624888/v1> (accessed 27.01.2024).
 22. Ilhan D. U., Akalin S., Tosunoglu Z., Ozaydin O. Length-weight relationships of five *Symphodus* species (Pisces: Perciformes) from İzmir Bay, Aegean Sea. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2008, vol. 25, no. 3, pp. 245–246. (In English).
 23. Keskin Ç., Gaygusuz Ö. Length-weight relationships of fishes in shallow waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey). *IUFS J. Biol.*, 2010, vol. 69, no. 2, pp. 87–94. (In English).
 24. Bilge G., Yapıcı S., Filiz H., Cerim H. Weight– length relations for 103 fish species from the southern Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 2014, vol. 44, no. 3, pp. 263–269. (In English). DOI: 10.3750/AIP2014.44.3.11.
 25. Altın A., Ayyıldız H., Kale S., Alver C. Length-weight relationships of forty-nine fish species from shallow waters of Gokceada Island, northern Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 2015, vol. 39, pp. 971–975. (In English). DOI: 10.3906/zoo-1412-15.
 26. Onay H. Length-weight relationships of four *Symphodus* species (Actinopterygii: Perciformes: Labridae) from Eastern Black Sea (Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 2021, vol. 10, no. 3, pp. 228–233. (In English).
 27. Valle C., Bayle J. T., Ramos A. A. Weight-length relationships for selected fish species of the western Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 2003, vol. 19, pp. 261–262. (In English). DOI: 10.1046/j.1439-0426.2003.00492.x.
 28. Soldo A. Length-weight relationships for the fifty littoral and coastal marine fish species from the Eastern Adriatic sea. *ACTAADRIAT*, 2020, vol. 61, no. 2, pp. 205–210. (In English).
 29. Compaire J. C., Gomez-Cama C., Soriguer M. C. Length-Weight Relationships of Six Fish Species of a Rocky Intertidal Shore on the Subtropical Atlantic Coast of Spain. *An International Journal of Marine Sciences*, 2021, vol. 37, pp. 267–271. (In English). DOI: 10.1007/s41208-020-00272-2.
 30. Pallaoro A., Jardas I. Some biological parameters of the peacock wrasse, *Symphodus (Crenilabrus) tinca* (L. 1758) (Pisces: Labridae) from the middle eastern Adriatic (Croatian coast). *Scientia Marina*, 2003, vol. 67, no. 1, pp. 33–41. (In English).
 31. Kalaycı F., Samsun N., Bilgin S., Samsun O. Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2007, vol. 7, pp. 33–36. (In English).
 32. Van A., Gümüş A., Süer S. Length-weight relationships and condition factors of 15 fish species from Kizilirmak-Yesilirmak shelf Area, the Southeastern Black Sea. *Natural and Engineering Sciences*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 21–27. (In English). DOI: 10.28978/nesciences.522375.
 33. Kutsun D.N. Vozrast, rost, sozrevanie i smertnost' sultanki *Mullus barbatus* (Mullidae) Kryma, Cpernoe more [Age, growth, maturation and mortality of the sultana *Mullus barbatus* (Mullidae) of the Crimea, Black Sea]. *Voprosy ihtiologii* [Journal of Ichthyology], 2022, vol. 62, no. 2, pp. 188–197. (In Russian).
 34. Samsun S., Erdoğan Sağlam N. Length-Weight Relationships and Condition Factors of Six Fish Species in the southern Black Sea (Ordu-Turkey). *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 2021, vol. 38. no. 2, pp. 111–116. (In English). DOI: 10.13002/jafag4659.
 35. Dağtekin M., Genç Y., Kasapoğlu N., Erik G., Misir D. S., Ilhan S., Ok M., Altuntaş C., Özsandıkçı U., Büyükdeveci F., Kaya T., Cebeci A., Saltan A. N., Haşimoğlu A., Firidin Ş., Özdemir M. D. Length-weight relationships of 28 fish species caught from demersal trawl survey in the Middle Black Sea, Turkey. *Turk J Zool*, 2022, vol. 46, pp. 67–73. (In English). DOI: 10.3906/zoo-2109-21.
 36. Melnikova E.B., Kuzminova N.S. Comparative characteristics of individual growth of *Spicara flexuosa* and *Spicara maena* (Pisces: Centracanthidae) inhabiting the south - western shelf of Crimea, Black Sea. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 2022, vol. 8, no. 3, pp. 17–31. (In

English).

37. Ak O., Genç Y. J Growth and reproduction of greater weever (*Trachinus draco* L., 1758) along the eastern coast of the Black Sea. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 2013, vol. 19, no 1, pp. 95–110. (In English).

Сведения об авторе / Information about author

Белецкая	Инженер
Марина Александровна	Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал ФГБУН ФИЦ «ИнБИОМ им. А.О. Ковалевского РАН» 298188, Республика Крым, г. Феодосия, п. Курортное, ул. Науки, 24 marinabeletskaya9@gmail.com
Beletskaya	Engineer
Marina Aleksandrovna	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 298188, Republic of Crimea, Feodosia, Kurortnoye stlm., Nauki str., 24 marinabeletskaya9@gmail.com

Климук А.А., Пономарев А. К., Калита Т. Л., Никифоров-Никишин А.Л.
**ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИБРИДОВ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ
АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) ПРИ
ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ**

Аннотация. В данной работе описан опыт получения гибридного потомства африканского клариевого сома *Clarias gariepinus*, устойчивого к низким температурам, а также приведены результаты научно-хозяйственного эксперимента по выращиванию полученных гибридов в условиях прудового хозяйства Белгородской области. Было установлено, что полученный гибрид первого поколения клариевого сома («Михайловская» ♀×♂ «Таманская») отличается высокой скоростью роста и выживаемостью в условиях УЗВ. Установлены незначительные изменения кормового поведения и скорости роста гибридов при поэтапной адаптации к низким температурам (до 22°C). При выращивании гибридов в прудовом хозяйстве в селе Ураево, Валуйского городского округа Белгородской области в период с июля по сентябрь, было зарегистрировано увеличение общей биомассы рыб в 7,15 раз (с 102 до 728,8 кг, возраст особей 7 мес.). Полученные результаты позволяют продолжить исследование по возможности культивирования клариевого сома в условиях прудовых хозяйств Центрального федерального округа РФ при дальнейшей оптимизации технологии выращивания и получения гибридного холодостойкого посадочного материала.

Ключевые слова: клариевый сом, гибриды, технология выращивания, прудовые хозяйства, УЗВ, рыбоводно-биологические показатели.

Klimuk A.A., Ponomarev A.K., Kalita T.L., Nikiforov-Nikishin A.L.
**THE EXPERIENCE OF GROWING FIRST GENERATION HYBRIDS OF THE AFRICAN
CATFISH (*CLARIAS GARIEPINUS*) AT LOW TEMPERATURE CONDITIONS**

Abstract. This article describes the experience of breeding resistant hybrid African catfish (*Clarias gariepinus*) to low water temperatures. Also, it presents the results of a scientific and economic experiment on growing these hybrids in the conditions of a pond farm in the Belgorod region. It was found that the resulting hybrid of the first generation of clariid catfish (“Mikhailovskaya” ♀×♂ “Tamanskaya”) is characterized by a high growth rate and survival rate under RAS conditions. Minor changes in feeding behavior and growth rate of hybrids were established during gradual adaptation to low temperatures (up to 22°C). When growing hybrids in a pond farm in the village of Uraevo, Valuysky urban district, Belgorod region, from July to September, an increase in the total fish biomass was recorded by 7.15 times (from 102 to 728.8 kg, age of individuals is 7 months.). These results allow us to continue research into the possibility of cultivating clariid catfish in pond farms in the Central Federal District of the Russian Federation with further optimization of the technology for growing and obtaining hybrid cold-resistant catfish.

Keywords: catfish, hybrids, cultivation technology, pond farms, RAS, fish farming and biological indicators

Введение. Африканский клариевый сом *Clarias gariepinus* является привлекательным объектом для товарного выращивания, так как обладает более высоким темпом роста по сравнению с другими индустриальными объектами [1]. В оптимальных условиях клариевый сом может достичь товарного веса более 1 кг за период от 8 до 12 месяцев выращивания [2]. Более широкому распространению данного объекта аквакультуры препятствует необходимость поддержания постоянных высоких температур содержания. При температуре ниже 20°C скорость роста особей значительно замедляется [3]. По этим причинам выращивание клариевого сома обычно производится в установках замкнутого

водоснабжения, в которых при интенсивном культивировании стабильно поддерживается оптимальный температурный режим [4].

В южных регионах РФ, таких как Краснодарский край, Ростовская и Астраханская области был продемонстрирован успешный опыт сезонного выращивания клариевого сома в прудовом хозяйстве в летний период [5]. В связи с изменением климатических условий, границы зон рыбоводства смещаются на север, охватывая примыкающие области ЦФО. Анализ климатических условий Белгородской области показывает, что *C. gariepinus* является перспективным объектом прудового рыбоводства в этом регионе. Эффективный рост клариевого сома в естественных условиях наблюдается при температуре воды выше 20°C [6]. В Белгородской области период выращивания африканского сома в естественных условиях может составлять 100 суток (с начала июня до середины сентября), при среднесуточных температурах воды в прудах выше 20°C. При этом, наиболее благоприятные климатические условия для прудового выращивания клариевого сома отмечаются в юго- и юго-восточных районах Белгородской области, так как средние температуры в летние месяцы в этих районах выше на 1,5°C по сравнению с другими [7]. Следовательно, более оптимальные температурные условия при прудовом выращивании клариевого сома будут в водоемах Шебинского, Волоконовского, Валуйского, Вейделейского, Ровенского, Алексеевского и Красногвардейского районов. Ввиду высокой рыбопродуктивности данного вида сома, его можно выращивать в условиях поликультуры [8].

Небольшая распространенность *Clarias gariepinus* как объекта выращивания также обусловлена отсутствием подходящего рыбопосадочного материала, соответствующего технологическим нормативам. На сегодняшний день в Минсельхозе РФ зарегистрировано две породные группы клариевого сома: «Таманская» и «Михайловская», обладающие сходными морфологическими характеристиками. В условиях Краснодарского края африканских сомов породы «Таманская» выращивают в прудовых условиях ввиду большей устойчивости к низким температурам. Преимуществом породы «Михайловская» является наибольший выход товарной рыбопродукции, что делает ее более привлекательной для последующей переработки [9]. Учитывая вышесказанное, проведение работы в области селекционной генетики клариевого сома для создания новых гибридных форм, обладающих увеличенным потенциалом роста и жизнестойкостью в нехарактерных температурных режимах является крайне перспективным решением.

Целью исследования является получение гибридов первого поколения африканского клариевого сома при скрещивании товарных пород («Михайловская» ♀×♂ «Таманская») для последующей оценки ростовых характеристик особей в условиях прудовых хозяйств Белгородской области.

Материалы и методы исследования.

Получение гибридного рыбопосадочного материала

Производители клариевого сома *C. gariepinus* породных групп «Михайловская» (пат. №9064) и «Таманская» (пат. №10639) массой от 900 до 3200 г были отобраны из маточных стад в соответствующих рыбоводных хозяйствах. После адаптации в течение 15 суток в бассейнах установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) объемом 3 м³ при температуре 26°C и подменой 10 % воды/сутки, производился отбор особей для получения гибридного потомства. Были учтены следующие критерии: отсутствие морфологических аномалий, степень зрелости гонад и ряд морфометрических параметров (длина головы, ширина головы, обхват у основания спинного плавника, постдорсальное расстояние и др.), в соответствии с разработанными методиками [9]. Отобранные особи сомов-производителей размещались в отдельных бассейнах согласно их половым признакам.

Рыб подготавливали к нересту с помощью эколого-физиологического метода стимулирования созревания половых продуктов. Использовали инъекции с гипофизом клариевых сомов в дозах, указанных в работе S. Gadissa и L. Devi [10]. Полученная икра инкубировалась в рыбоводных лотках. Процент оплодотворения подсчитывался на 1000

икринок с использованием светового микроскопа Olympus BX53 («Olympus Corporation», Япония) и цифровой камеры Carl Zeiss ERc 5s («Zeiss», Германия).

Выращивание личинок и молоди проводили в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), оснащенных системами механической и биологической фильтрации с подменой 10% воды в системе в сутки. Температура воды в рыбоводных емкостях составляла $30,1 \pm 1,2^\circ\text{C}$, водородный показатель - рН $7,1 \pm 0,2$. Содержание кислорода не опускалось ниже 7 мг/л. В качестве стартового корма для мальков использовали живые корма (науплии артемии, *Artemia* sp.) в течение 1-2 суток и стартовые комбикорма Coppens Top (0,3-0,5 мм; 0,8-1,2 мм). Далее молодь кормили в соответствии с нормативными таблицами кормления с применением экструдированного комбикорма AQUAREX (2 мм и 4 мм).

Оценку мальков производили на 15, 30, 60 и 90 сутки, при этом рыбу сортировали согласно размерным параметрам (масса и длина особи) и переводилась в выростные рыбоводные бассейны.

Вторым этапом исследования являлась адаптация рыбопосадочного материала для выращивания в прудовых условиях. Для этого по достижению сомами средней массы 80 г (90-е сутки выращивания), температура в выростных бассейнах последовательно снижалась с 28 до 22°C в течение 14 суток.

Зарыбление рыбоводных прудов гибридной молодью

В качестве водоема для зарыбления было выбрано рыбоводное хозяйство в селе Ураево, Валуйского городского округа Белгородской области. Для посадки в пруд (площадь 0,4 га, ср. глубина 1,2 м) было отобрано 1000 средней массой 102 ± 12 г без видимых повреждений (общая биомасса составила 102 кг). Данная выборка была транспортирована и выпущена в рыбоводный водоем.

В течение периода выращивания кормление сома проводилось с использованием рыбного фарша с добавлением молотой пшеницы в соотношении 70/30. Кормление карпа производили консервированной кукурузой с зеленым горошком (4,8 кг/сут.). Срок экспериментального выращивания рыб в прудах составил 90 суток (с 30 июня по 30 сентября). По завершению эксперимента производился контрольный облов и измерение основных рыбоводных показателей выловленных рыб, согласно общепринятым методам [11].

Результаты исследования и их обсуждение.

Выращивание гибридной молоди в условиях УЗВ

В результате скрещивания двух пород мог проявиться эффект гетерозиса, поэтому рост молоди контролировался на всех этапах развития. Во время инкубации икры производилась оценка количества аномальных эмбрионов, время выклева и время для перехода на активное питание. На рисунке 1 (а-е) отражены стадии развития икры и молоди клариевого сома.

В результате инкубации процент эмбрионов с аномалиями развития не превышал 2,5%, что несколько выше, чем у родительских форм согласно данным рыбоводов-репродукторов [12]. Выход личинок на 3 сутки составил 84 %. Следует отметить, что большинство личинок с аномалиями погибало до перехода на активное питание. Для клариевого сома характерен ранний выход из икринных оболочек на 24-48 час [13]. Последующие двое суток предличинка прикреплялась к стенкам бассейна и проявляла минимальную двигательную активность. Переход к активному питанию происходил неравномерно: кормление науплиями артемией производили начиная с 3 суток после выклева, на 7 сутки рыбу перевели на стартовые корма (рис. 1, в).

На 15 сутки мальков переводили из рыбоводного лотка в выростные бассейны объемом 750 литров с плотностью посадки 5 тыс. особей на м^3 (рис. 1, г, д). Измерение размерно-весовых и рыбоводных показателей впервые производили на 30 сутки (табл. 1).

Так как молодь сомов росла крайне неравномерно, можно предположить, что это обусловлено гетерозисом от скрещивания неродственных родительских особей. Отобранная в первую группу молодь значительно опережала остальных особей по темпу роста и кормовому коэффициенту. Так, на 60 сутки выращивания в первой группе масса составляла $19,45 \pm 2,06$ г при кормовом коэффициенте 0,72 (рис. 1, е).

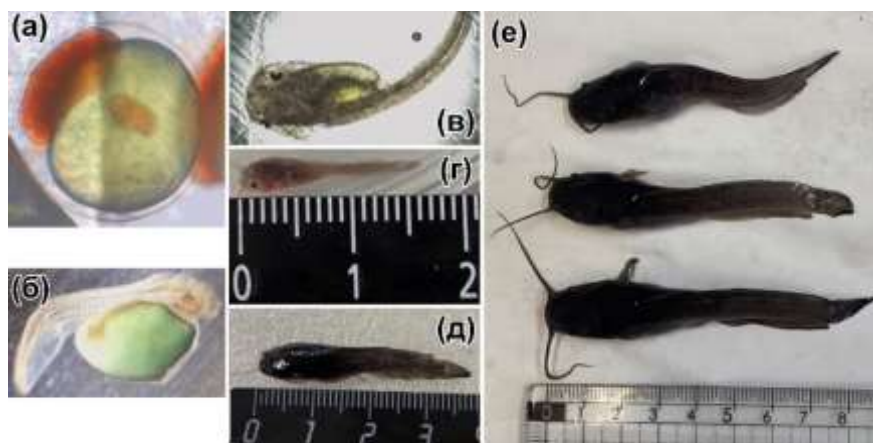


Рисунок 1 – Основные этапы индивидуального развития гибрида клариевого сома в условиях УЗВ: (а) икра на стадии бластулы, 4 часа после оплодотворения; (б) предличинка, 12 часов после выклева; (в) личинка, 6 суток после оплодотворения; (г) малек длиной 1,1 см и массой 300 мг на 15 суток; (д) малек длиной 3,2 см и массой 760 мг на 30 суток; (е) молодь длиной 7 см и массой до 22 г

Таблица 1 – Размерно-массовые показатели гибридных особей клариевого сома при выращивании в УЗВ

Сутки	Масса, г	Длина, см
	Группа 1	
30	0,66±0,41	3,09±0,72
60	19,45±2,06	8,96±0,38
90	87,61±9,64	21,96±1,72
	Группа 2	
30	0,51±0,48	2,69±0,28
60	17,33±1,36	7,69±0,34
90	67,17±8,8	19,85±1,5

Во второй группе, при тех же условиях выращивания средняя масса составила $17,33 \pm 1,36$ при кормовом коэффициенте 0,87. По завершению бассейнового выращивания данные различия в группах сохранились. Для зарыбления в прудовое хозяйство отбирались наиболее крупные особи из первой группы после адаптации к пониженным температурам водной среды. Согласно методологическим принципам, представленным в работе Hoffman L. C. с коллегами [14], при понижении температуры с 25 до 15°C, со скоростью 5 градусов в сутки, 21-суточные личинки *S. gariepinus* демонстрировали высокую выживаемость. Поэтому, снижение температуры содержания производилось поэтапно – с 26 до 22°C в течении 14 суток, что позволило минимизировать температурный стресс и предотвратить снижение кормовой активности рыбы.

Зарыбление рыбоводных прудов гибридной молодь

Отобранную молодь массой $102 \text{ г} \pm 12 \text{ г}$ в количестве 1000 особей передавали для дальнейшего прудового выращивания в хозяйство Белгородской области (рис. 2: а, б). Хорошо известно, что для для успешного культивирования сома необходимо, чтобы температура воды не опускалась ниже 20°C. В опытном рыбоводном пруду с середины июня по октябрь температура воды колебалась от 20 до 27°C. Пруд для выращивания представлял собой искусственный водоем площадью 0,4 га, в который в который сомов зарыбляли в качестве объекта поликультуры совместно с карпом. Гидрохимические параметры воды за весь период выращивания соответствовали рыбохозяйственным требованиям для

теплолюбивых видов рыб, в среднем составляла 21°C. Более 90 % пруда было свободно от высшей водной растительности.



Рисунок 2 – Зарыбление пруда (а): (б) молодь гибридов клариевого сома массой 102 г; (в) контрольный облов в сентябре; (г) особи массой от 768 до 1600 г

В качестве дополнительной кормовой базы клариевый сом, использовал малоценные виды рыб, попадающие в пруд с естественным водотоком. Облов был проведен после предварительного спуска воды, что позволило полностью обловить водоем и оценить выживаемость опытной группы сома, прирост общей биомассы в прудовых условиях Белгородской области.

Количество выловленных особей гибрида («Михайловская» ♀×♂ «Таманская») клариевого сома составило 790 особей, общей биомассой 728,8 кг, что составило 79 % выхода сома из пруда. Индивидуальная масса особей была от 768 до 1600 г (рис. 2: в, г). Для ихтиопатологического анализа было отобрано десять случайных особей клариевого сома. Исследования проводились в специализированной лаборатории в Центре «Аквакультура» факультета Биотехнологий и рыбного хозяйства. Установлено, что все исследуемые особи отличались высокой упитанностью, отсутствием патологий внутренних органов и паразитарных инвазий; самцы массой более 1 кг имели семенники на III стадии зрелости [15]. Были отобраны крупные экземпляры клариевого сома для формирования маточного стада, адаптированного к выращиванию в условиях низких температур.

Проведенные исследования опытного выращивания в рыбоводных прудах гибридов клариевого сома («Михайловская» ♀×♂ «Таманская») можно считать успешными. Для гарантированного получения за летний сезон товарной продукции клариевого сома, индивидуальная масса посадочного материала должна быть не менее 100-120 г и возрастом от 4 месяцев. Следовательно, необходимо получить гибридное потомство в конце января или в начале февраля, что может быть осуществлено только в условиях УЗВ. Планируется, что сформированное нами маточное поголовье, адаптированных к пониженным температурам за нагульный период, позволит продолжить исследование гибридов второго поколения, которые могут обладать большей устойчивостью к низкотемпературным условиям. А получение и подращивание молоди до товарной массы в УЗВ позволит провести успешное зарыбление естественных водоемов Белгородской области и в других южных регионах в более ранние сроки (середина-конец мая) что существенно удлинит нагульный период и даст нам возможность скорректировать плотность посадки клариевого сома в водоемах как в

поликультуре, так и при монокультуре. Также, при выращивании сома в прудовых условиях будут пересмотрены нормы кормления, при учете кормового коэффициента и наличия естественной кормовой базы. Таким образом, реализация технологии прудового выращивания *Clarias gariepinus* с полученными адаптационными характеристиками позволит увеличить рыбопродуктивность прудового рыбоводства в Белгородской, Волгоградской, Курской, Воронежской области и других областях.

Выводы. По результатам проведенного исследования, возможно сделать следующие выводы:

1. Полученный гибрид первого поколения клариевого сома («Михайловская» ♀×♂ «Таманская») обладает высокой скоростью роста и выживаемостью в условиях УЗВ.

2. Проведенные опыты по адаптации гибридов к условиям низких температур показали возможность зарыбления прудов Белгородской области африканским клариевым сомом в качестве дополнительного объекта выращивания.

3. За три месяца выращивания (июль-сентябрь) гибрид клариевого сома увеличил общую биомассу в 7,15 раз (с 102 до 728,8 кг).

4. В ходе дальнейших работ необходима разработка оптимальных приемов и методов выращивания гибридного посадочного материала в условиях прудовых хозяйств в центральных и южных регионах РФ.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение о предоставлении из федерального бюджета субсидии на развитие кооперации российской образовательной организации высшего образования и организации реального сектора экономики в целях реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства № 075-11-2022-004 от 6 апреля 2022 г).

Список использованной литературы:

1. *Голенева О.М., Романова Е. М.* Интенсивность роста клариевых сомов в зависимости от освещенности и питания рыбы // Глобализация науки: проблемы и перспективы: труды Международной научно-практической конференции. 2015. С. 16-19.
2. *Machiels M.A.M., Henken A.M.* A dynamic simulation model for growth of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): I. Effect of feeding level on growth and energy metabolism // *Aquaculture*. 1986. Vol. 56. № 1. P. 29-52.
3. *Al-Deghayem W., Al-Balawi H.F., Kandeal S., Suliman E.M.* The effect of different diets and temperatures on growth rate, nutrient utilization and body composition of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) // *Life Sci J*. 2014. Vol. 10. № 4. P. 450-456.
4. *Власов В.А.* Рыбоводство. СПб.: Лань, 2012. 352 с.
5. *Денисенко О.С.* Первый опыт выращивания африканского клариевого сома (*clarias gariepinus*) садковым способом в условиях русловых водоемов Краснодарского края // *Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков*. 2013. № 4.
6. *Graaf G.D., Janssen H.* Artificial reproduction and pond rearing of the African catfish *Clarias gariepinus* in sub-Saharan Africa // *FAO Fisheries technical paper*. 1996. № 362.
7. *Лебедева М.Г., Крымская О.В., Чендев Ю.Г.* Агроклиматические ресурсы Белгородской области в начале XXI века // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. №. 10. С. 71-76.
8. *Курбанов А.Р., Камиллов Б.Г.* Разведение африканского сома *Clarias gariepinus* в условиях Узбекистана. Ташкент: Навруз. 2017. 52 с.
9. *Филенко В.А., Пономарев А.К., Горматин В.И., Овчинникова Т.М.* Морфологические признаки африканского клариевого сома *Clarias gariepinus* (Burchell) породы «михайловская» // *Вестник КГМТУ*. 2022. №. 3. С. 53-72.
10. *Gadissa S., Devi L.P.* Evaluation of spawning induction of African catfish (*Clarias gariepinus*) by heteroplastic hypophysation // *International journal of fisheries and aquatic studies*. 2013. Vol. 1. № 1. P. 22-25.

11. Правдин П.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность. 1966. 250 с.
12. Olaniyi W.A., Omitogun O.G. Stages in the early and larval development of the African catfish *Clarias gariepinus* (Teleostei, Clariidae) // *Zygote*. 2014. Vol. 22. № 3. P. 314-330.
13. Haylor G.S., Mollah M.F.A. Controlled hatchery production of African catfish, *Clarias gariepinus*: the influence of temperature on early development // *Aquatic Living Resources*. 1995. Vol. 8. № 4. P. 431-438.
14. Hoffman L.C., Prinsloo J. F., Pretorius D. M., Theron J. Observations on the effects of decreasing water temperatures on survival of *Clarias gariepinus* juveniles // *South African Journal of Wildlife Research-24-month delayed open access*. 1991. Vol. 21. № 2. P. 54-58.
15. Романова Е.М., Романов В. В., Мухитова М.Э. и др. Биология воспроизводства *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) в высокотехнологичной индустриальной аквакультуре // Биотехнологии и инновации в агробизнесе: материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 372-375.

References:

1. Goleneva O.M., Romanova E. M. Intensivnost' rosta klarievyyh somov v zavisimosti ot osveshchennosti i pitaniya ryby [Growth rate of clariid catfish depending on lighting and fish nutrition]. *Trudy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Globalizatsiya nauki: problemy i perspektivy»* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Globalization of Science: Problems and Prospects"]. 2015, pp. 16-19. (In Russian).
2. Machiels M.A.M., Henken A.M. A dynamic simulation model for growth of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): I. Effect of feeding level on growth and energy metabolism. *Aquaculture*, 1986, vol. 56, no. 1, pp. 29-52. (In English).
3. Al-Deghayem W., Al-Balawi H.F., Kandeal S., Suliman E.M. The effect of different diets and temperatures on growth rate, nutrient utilization and body composition of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Life Sci J.*, 2014, vol. 10, no. 4, pp. 450-456. (In English).
4. Vlasov V.A. *Rybovodstvo* [Fish farming]. St. Petersburg, Lan Publ., 2012, 352 p. (In Russian).
5. Denisenko O.S. Pervyj opyt vyrashchivaniya afrikanskogo klarievogo soma (*Clarias gariepinus*) sadkovym sposobom v usloviyah ruslovykh vodoemov Krasnodarskogo kraya [The first experience of growing African catfish (*Clarias gariepinus*) using the cage method in the conditions of riverbed reservoirs of the Krasnodar Territory]. *Sel'skohozyajstvennyye nauki i agropromyshlennyy kompleks na rubezhe vekov* [Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century], 2013, no. 4, p. 131-135. (In Russian).
6. Graaf G.D., Janssen H. Artificial reproduction and pond rearing of the African catfish *Clarias gariepinus* in sub-Saharan Africa. *FAO Fisheries technical paper*, 1996, no. 362. (In English).
7. Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Chendev Yu.G. Agroklimaticheskie resursy Belgorodskoj oblasti v nachale XXI veka [Agroclimatic resources of the Belgorod region at the beginning of the 21st century]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agro-industrial Complex], 2016, vol. 30, no. 10, pp. 71-76. (In Russian).
8. Kurbanov A.R., Kamilov B.G. *Razvedenie afrikanskogo soma Clarias gariepinus v usloviyah Uzbekistana* [Breeding African catfish *Clarias gariepinus* in Uzbekistan]. Tashkent, Navruz Publ., 2017, 52 p. (In Russian).
9. Filenko V.A., Ponomarev A.K., Gormatin V.I., Ovchinnikova T.M. Morfologicheskie priznaki afrikanskogo klarievogo soma *Clarias gariepinus* (burchell) porody «mihajlovskaya» [Morphological characteristics of the African clariid catfish *Clarias gariepinus* (burchell) of the Mikhailovskaya breed]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2022, no. 3, pp. 53-72. (In Russian).
10. Gadissa S., Devi L.P. Evaluation of spawning induction of African catfish (*Clarias gariepinus*) by heteroplastic hypophysation. *International journal of fisheries and aquatic studies*, 2013, vol. 1, no. 1, pp. 22-25. (In English).
11. Pravdin P.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Fish Study Guide]. Moscow, Food industry Publ., 1966, 250 p. (In Russian).

12. Olaniyi W.A., Omitogun O.G. Stages in the early and larval development of the African catfish *Clarias gariepinus* (Teleostei, Clariidae). *Zygote*, 2014, vol. 22, no. 3, pp. 314-330. (In English).
13. Haylor G.S., Mollah M.F.A. Controlled hatchery production of African catfish, *Clarias gariepinus*: the influence of temperature on early development. *Aquatic Living Resources*, 1995, vol. 8, no. 4, pp. 431-438. (In English).
14. Hoffman L. C., Prinsloo J. F., Pretorius D. M., Theron J. Observations on the effects of decreasing water temperatures on survival of *Clarias gariepinus* juveniles. *South African Journal of Wildlife Research-24-month Delayed Open Access*. 1991. vol. 21, no. 2, pp. 54-58. (In English).
15. Romanova E.M., Romanov V.V., Muhitova M.E. et al. Biologiya vosпроизводства *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) v vysokotekhnologichnoj industrial'noj akvakul'ture [Biology of reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) in high-tech industrial aquaculture]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Biotekhnologii i innovacii v agrobiznese»* [Materials of the international scientific and practical conference “Biotechnologies and Innovations in Agribusiness”], 2018, pp. 372-375. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Климук Анастасия Алексеевна	младший научный сотрудник центра Аквакультуры Факультета биотехнологий и рыбного хозяйства МГУТУ им. Разумовского (ПКУ) 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73 klimukanastasia27@gmail.com
Klimuk Anastasia Alekseevna	Junior Research, Aquaculture Center, Faculty of Biotechnology and Fisheries Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (FCU) 109004, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73 klimukanastasia27@gmail.com
Пономарев Андрей Константинович	канд. биол. наук, доцент кафедры Ихтиологии и рыбоводства Факультета биотехнологий и рыбного хозяйства МГУТУ им. Разумовского (ПКУ) 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73 ponomarev777@inbox.ru
Ponomarev Andrey Konstantinovich	Ph.D. (Biol.), Associate Professor of the Department of Ichthyology and Fishery, Faculty of Biotechnology and Fisheries Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (FCU) 109004, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73 ponomarev777@inbox.ru
Калита Татьяна Львовна	канд. биол. наук, зав. кафедрой Биологии и биоинформатики Факультета биотехнологий и рыбного хозяйства МГУТУ им. Разумовского (ПКУ) 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73 7050@mail.ru
Kalita Tatyana L'vovna	Ph.D. (Biol.), head Department of Biology and Bioinformatics, Aquaculture Center, Faculty of Biotechnology and Fisheries Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (FCU) 109004, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73 7050@mail.ru

**Никифоров-Никишин
Алексей Львович**

д-р биол. наук, профессор, декан Факультета биотехнологий и
рыбного хозяйства
МГУТУ им. Разумовского (ПКУ)
109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73
9150699@mail.ru

Nikiforov-Nikishin
Alexey Lvovich

Dr. Sci (Biol.), Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology and
Fisheries
Moscow State University of Technology and Management K.G.
Razumovsky (FCU)
109004, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73
9150699@mail.ru

УДК 639.28.053:504.5(470.61)

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.003

Саенко Е.М., Кораблина И.В., Косенко Ю.В.
**ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ РАКОВ В УСЛОВИЯХ
АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БАСЕЙНА Р. САЛ**

Аннотация. В бассейне р. Сал установлено превышение ПДК_{р/х} нефтепродуктов в различной степени кратности в воде р. Сал р. Малая Куберле и р. Джурак-Сал. Однако, доля биогенных углеводородов в общей сумме нефтепродуктов в воде составила около 80 %. В донных отложениях повышенное содержание нефтепродуктов отмечено в створе ст. Андреевская. Из тяжелых металлов превышение ПДК_{р/х} обнаружено для железа, марганца, меди и ртути в разной степени кратности в воде устья р. Сал, в створе ст. Андреевская и х. Слободской, в р. Акшибай. Повышенное содержание нефтепродуктов в донных отложениях, а также тяжелых металлов в воде не приводило к снижению численности раков в уловах. Загрязнение воды и донных отложений бассейна р. Сал стойкими хлорорганическими пестицидами носит остаточный характер. Данные экологического мониторинга позволяют утверждать, что несмотря на наблюдаемые антропогенные преобразования экосистемы бассейна р. Сал изменение основных средообразующих параметров не выходит за пределы многолетней флуктуации, что позволяет считать акваторию бассейна р. Сал относительно безопасной для жизнедеятельности водных биологических ресурсов (раков).

Ключевые слова: бассейн р. Сал, раки, донные отложения, загрязнение, нефтепродукты, тяжелые металлы, действующие вещества пестицидов, структура, ракопродуктивность.

Saenko E.M., Korablina I.V., Kosenko Yu.V.
**CHARACTERISTICS OF THE CRAYFISH HABITAT IN CONDITIONS OF
ANTHROPOGENIC POLLUTION OF THE SAL RIVER BASIN**

Abstract. Maximum permissible concentrations of petroleum products for commercial water bodies were found to be exceeded differently in the Sal, Malaya Kuberle and Djurak-Sal rivers. However, in the total amount of petroleum products, the share of biogenic hydrocarbons was about 80 % in the water. In the bottom sediments an increased amount of petroleum products was noted in the station Andreevskaya. Among heavy metals the exceedance of MAC was detected for iron, manganese, copper and mercury in various degrees of multiplicity in the water of the Sal river mouth, in the Andreevskaya and Slobodskaya stations and in the Akshiby river. The higher content of oil products in the bottom sediments and of heavy metals in the water did not lead to a decrease in the number of crayfishes in the catches. Pollution of water and bottom sediments of the Sal River basin by persistent organochlorine pesticides had a residual character.

Data of ecological monitoring allow us to assert that despite the observed anthropogenic transformations of the Sal River basin ecosystem, the change in the main environment-forming parameters does not go beyond multi-year fluctuations, which makes it possible to consider the water area of the Sal River basin to be relatively safe for the life of aquatic biological resources (namely, crayfish).

Keywords: Sal River basin, crayfish, bottom sediments, pollution, oil products, heavy metals, active ingredients of pesticides, crayfish productivity.

Введение. Речные раки рода *Pontastacus* – *P. cubanicus* – обитатели донных биотопов – традиционный объект промысла в водоемах Ростовской области. Как природный ресурс, раки имеют экологическое значение, как компонент биологической очистки вод, являясь биофильтраторами и детритофагами [1]. В последнее десятилетие наблюдается сокращение численности и запасов их в естественных водоемах юга России [2]. Причиной может стать не только интенсивный промысел раков, но и ухудшение условий их обитания под воздействием факторов природного и антропогенного происхождения [3].

К негативным факторам антропогенного происхождения в водоемах Ростовской области следует отнести такие группы загрязняющих веществ как нефтепродукты, тяжелые металлы и органические вещества, применяемые в сельском хозяйстве удобрения, инсектициды и гербициды, а также производственные и бытовые стоки. Изменение качества среды обитания гидробионтов определяет, в конечном итоге, снижение биологической и рыбохозяйственной продуктивности.

По масштабам опасности для биоты на одном из первых мест стоит нефтяное загрязнение, которое ведет к нарушению многих естественных процессов и взаимосвязи в организмах гидробионтов, негативно влияя на условия обитания [4, 5]. Разливы нефтепродуктов и их повышенное содержание в воде и донных отложениях приводит к сокращению площадей нерестилищ, снижению и полному уничтожению кормовой базы рыб и беспозвоночных, угнетению темпа роста промысловых гидробионтов [6]. Не менее значимыми последствиями сопровождается загрязнение химическими веществами, присутствие которых в воде и донных отложениях в повышенных концентрациях способно негативно влиять на метаболизм гидробионтов [7]. Однако, понятие «нефтяное загрязнение» включает воздействие целого комплекса нефтяных углеводородов, отличающихся по происхождению, химическому и фракционному составу, степени токсичности воздействия на гидробионты [8, 5].

Ракам, как всем водным организмам, свойственно накапливать в теле растворенные различные химические вещества, участвующие во многих физиологических процессах организма. Ряд элементов, накапливаясь в организме в больших количествах, являются токсическими веществами, негативно влияющими на метаболизм [9]. К таким элементам для длиннопалого рака, в первую очередь, относятся свинец и кадмий, являющиеся приоритетными загрязнителями [10, 11].

Целью исследования явилось выявление степени загрязнения нефтепродуктами, тяжелыми металлами, стойкими хлорорганическими пестицидами и оценка их влияния на биологические параметры популяции раков в ракопромысловых водоемах бассейна р. Сал.

Материалы и методы исследования. В работе представлены результаты комплексных исследований, проведенных сотрудниками Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО», выполненных в период с 14 по 23 июля в бассейне р. Сал. В процессе полевых работ были обследованы 11 станций, включающих р. Сал (6 станций) и притоки: Большая Куберле, Малая Куберле, Джурак-Сал, Кара-Сал и Акшибай (рисунок 1).

Токсикологические исследования. Оценка загрязнения воды и донных отложений нефтепродуктами проводилась комбинированным ИК-спектрофотометрическим и флуоресцентным методом по сумме углеводородов, смол и асфальтенов [12, 13]. Из стойких хлорорганических пестицидов (ХОП) в воде и донных отложениях проводилось определение наиболее токсичных и распространенных изомеров ГХЦГ (α -, γ -, β -) и метаболитов ДДТ (n,n'-ДДЕ, o,n-ДДЕ, n,n'-ДДД, o,n-ДДД, n,n'-ДДТ) [14, 15]. Кислоторастворимые концентрации железа, марганца, цинка, хрома, свинца, кадмия и меди в воде определялись методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией [16]; содержание общей растворенной ртути – методом атомной абсорбции «холодного пара» [17]. В донных отложениях оценивалось валовое содержание железа, марганца, цинка, хрома, никеля, меди, свинца и мышьяка методом рентгенфлуоресцентного анализа [18], кислоторастворимые формы кадмия – методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией [19], общее содержание ртути – методом атомной абсорбции «холодного пара» [20].

Количественная оценка загрязнения воды рыбохозяйственных водоёмов проводилась в соответствии с Приказом Федерального Агентства по рыболовству от 13 декабря 2016 г. N552 «Об утверждении нормативов качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».



Рисунок 1 – Станции астакологических съемок и отбора проб в бассейне р. Сал в июле 2022 г.

Астакологические исследования. Для облова раков использовали раколовный сак, в заросших участках водотоков – раколовки. На каждой станции устанавливался порядок из 20–30 раколовки цилиндрической формы с ячейей 16 мм, наличием 2 входов и размером одной раколовки 70 см на расстоянии 10 м друг от друга. Продолжительность постановки раколовки составляла 12 часов [21].

Обработку уловов проводили по стандартным методикам [22]. Биологический анализ раков включал измерение зоологической длины, определение индивидуальной массы и пола раков, визуальное состояние панциря в зависимости от стадии линьки.

За период исследований проведен биологический анализ 1483 разноразмерных особей раков.

Для характеристики промысловых водоемов по ракопродуктивности (кг/га) применяли следующую градацию: высокопродуктивные (свыше 20 кг/га), среднепродуктивные (10–20 кг/га) и низкопродуктивные (менее 10 кг/га).

Результаты исследований подвергали статистической обработке с использованием программ Statistica 10.0 и Excel. Нормальность распределения рядов данных оценивали методом Shapiro-Wilk. Поскольку данные подвергались закону нормального распределения, проверку коэффициента линейной корреляции на достоверность осуществляли по критерию Стьюдента. Результаты считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Расположенные на территории бассейна р. Сал районы Ростовской области являются преимущественно сельскохозяйственными. Водохозяйственный комплекс бассейна р. Сал включает следующие составляющие: сельскохозяйственное водоснабжение (орошение, выпас скота), промышленно-коммунальное водоснабжение и канализация, санитарная проточность и потери воды на испарение. Все составляющие водохозяйственного комплекса в той или иной степени оказывают антропогенное воздействие на водные ресурсы бассейна р. Сал [23]. Несмотря на относительно небольшую плотность населения на территории водосбросного бассейна, степень антропогенного воздействия на реку в ее пределах весьма высока [24, 25].

Наиболее распространенным загрязнением в водных объектах является нефтяное загрязнение, представленное различными компонентами нефти и нефтепродуктами, повсеместно присутствующими в различных отраслях хозяйственной деятельности.

Летом 2022 г. концентрации нефтепродуктов в воде обследованных водных объектов, рассчитанные по сумме углеводородов, смол и асфальтенов [26], находилась в диапазоне 0,03–0,19 мг/дм³ (при ПДК_{р/х} = 0,05 мг/дм³). Повышенные концентрации нефтепродуктов зафиксированы в воде р. Сал в створах сл. Большая Орловка в ст. Андреевская, в районе х. Слободской, в водах р. Акшибай и р. Джурак-Сал, наиболее высокие – в р. Малая Куберле

(таблица 1).

Таблица 1 – Концентрации нефтепродуктов в воде и донных отложениях бассейна р. Сал, июль 2022 г.

Место отбора	Вода, мг/дм ³	Донные отложения, г/кг сухой массы
устье р. Сал	0,04	0,02
р. Сал, х. Слободской	0,12	<0,015
р. Сал, сл. Большая Орловка	0,09	0,04
р. Сал, пос. Новоберезовка	0,04	<0,015
р. Сал, ст. Андреевская	0,11	1,31
р. Большая Куберле	0,03	0,10
р. Малая Куберле	0,19	0,04
р. Джурак-Сал	0,07	<0,015
р. Кара-Сал	0,03	0,05
р. Акшибай	0,09	0,03
<i>ПДК_{р/х}</i>	<i>0,05</i>	-

В донных отложениях р. Сал в районе ст. Андреевская концентрация нефтепродуктов превысила в 1,3 раза ориентировочный пороговый уровень (1 г/кг), выше которого возможны нарушения питания, поведения и других физиолого-биохимических функций гидробионтов, вплоть до летального исхода. В составе нефтепродуктов на данной точке забора в повышенной концентрации преобладали стойкие к процессам деградации смолистые вещества, являющиеся признаком хронического нефтяного загрязнения. В донных отложениях р. Джурак-Сал и р. Сал в районе х. Слободской и пос. Новоберезовка нефтепродукты не найдены (<0,015 г/кг), на остальных обследованных станциях их содержание было низким (0,02–0,10 г/кг сухой массы) (таблица 1).

Как известно, нефтяные загрязнения считаются одним из наиболее опасных и широко распространенных поллютантов [5, 6]. Но понятие «нефтяное загрязнение» не является однородным фактором, а складывается из различных по токсичности фракций, что требует дифференцированного подхода к оценке суммарного токсического эффекта его воздействия на обитателей водной среды.

Обследованные водотоки бассейна р. Сал относительно неглубокие с обильным поступлением биогенных веществ с водосборной площади. При хорошей освещенности и прогреваемости в них наблюдается интенсивное развитие фитопланктона. Донные отложения богаты органическим веществом и биогенными соединениями. По численности и биомассе обследованные водоемы относятся к высокопродуктивным, в связи с чем возник важный вопрос о дифференциации антропогенных и биогенных углеводов. Известно, что в местах скопления водорослей в период их цветения или при массовом их отмирании возможно увеличение количества углеводов, что может привести к имитации загрязнения водной среды нефтепродуктами [27]. По различным оценкам количество нефтяных углеводов, поступающих в Мировой океан соизмеримо с массой углеводов, образуемых вследствие фотосинтеза, и составляет миллионы тонн ежегодно. На долю биогенных углеводов по расчетам может приходиться 0,4–1,8 % от биомассы сухого планктона [28]. Основная масса биогенных углеводов продуцируется в водном объекте в процессе жизнедеятельности и посмертного выделения планктоном и другими видами организмов, либо поступает с терригенным материалом, содержащим органические вещества гумуса, торфа, высших наземных и прибрежных растений [29, 30]. Исследования, проведенные с учетом биогенного фона [8, 26] показали, что доля биогенных углеводов в общей сумме нефтепродуктов практически во всех пробах воды составила около 80 %, т. е. фактически доля антропогенных нефтепродуктов даже в пробах с повышенным содержанием нефтепродуктов была низкой и составила около 20 %. То есть в проанализированных пробах

воды бассейна р. Сал случаи превышения ПДК_{р/х} нефтепродуктов в воде не подтвердились (рисунок 2).

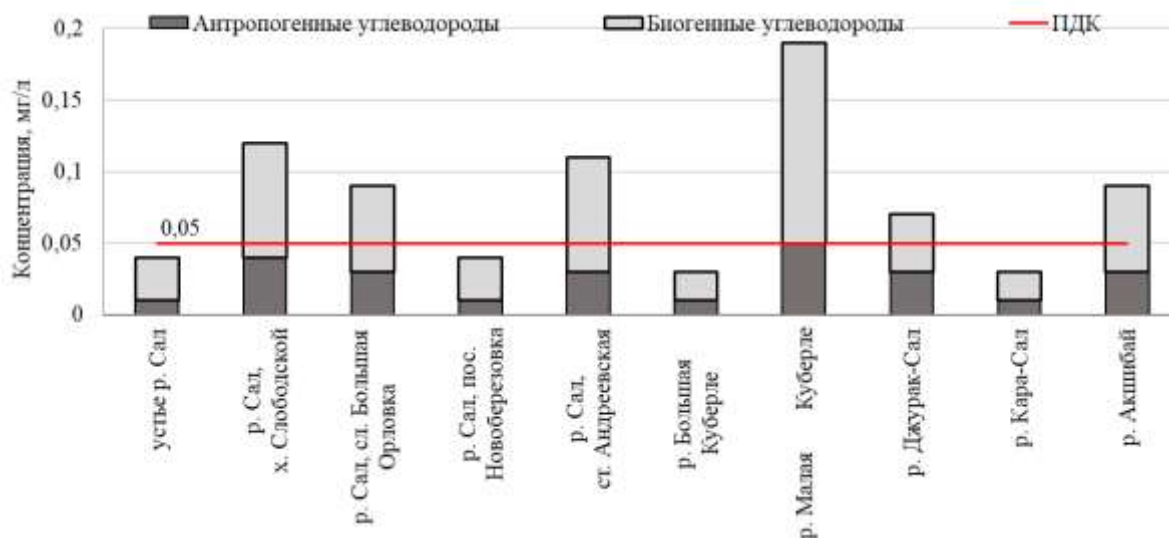


Рисунок 2 – Концентрации биогенных и антропогенных углеводородов в воде бассейна р. Сал в июле 2022 г.

В воде стойкие ХОП обнаружены только в р. Большая Куберле в суммарной концентрации $3,5 \text{ нг/дм}^3$, что ниже ПДК_{р/х} (10 нг/дм^3). Из стойких ХОП идентифицированы метаболиты препарата ДДТ 4,4'-ДДЕ и 4,4'-ДДД, высокотоксичные изомеры препарата ГХЦГ и собственно препарат ДДТ не обнаружены. В донных отложениях бассейна р. Сал стойкие ХОП не найдены ($<0,2 \text{ мкг/кг}$ сухой массы).

В воде р. Акшибай обнаружено превышение ПДК_{р/х} железа в 1,3 раза, марганца – в 7,6 раз. В р. Сал в створе ст. Андреевская концентрация ртути превысила ПДК_{р/х} в 2 раза, марганца – в 1,6 раза. В р. Сал в районе х. Слободской отмечено превышение ПДК_{р/х} меди в 1,2 раза. В воде устья р. Сал концентрация ртути превысила ПДК_{р/х} в 6 раз. Острая токсичность ртути тесно связана с температурой окружающей среды прямой зависимостью, а содержанием растворенного кислорода – обратной зависимостью: летом вероятность гибели водных биоресурсов увеличивается с ростом концентрации токсиканта в воде и падением содержания растворенного кислорода. Наиболее подвержены ртутной интоксикации гидробионты на стадии икры. LC_{50} ртути в остром эксперименте (24 час) составляет минимум 84 мкг/дм^3 , в хроническом эксперименте (168 час) – 4 мкг/дм^3 [31]. Обнаруженная в воде устья р. Сал максимальная концентрация ртути составила $0,06 \text{ мкг/дм}^3$, что в 1400 раз ниже порога ртутной интоксикации для гидробионтов при остром и более чем в 60 раз ниже – при хроническом воздействии. Содержание цинка, свинца, никеля и мышьяка в воде бассейна р. Сал было низким, без превышения соответствующих рыбохозяйственных нормативов. Хром в воде не найден ($<1,0 \text{ мкг/дм}^3$) (таблица 2).

Содержание железа в донных осадках водосборного бассейна р. Сал находилось в диапазоне $2,5\text{--}32,2 \text{ г/кг}$, марганца – $114\text{--}707 \text{ мг/кг}$, цинка – $11\text{--}79 \text{ мг/кг}$, меди – $<7,0\text{--}17 \text{ мг/кг}$, свинца – $<1,0\text{--}8,0 \text{ мг/кг}$, хрома – $26\text{--}104 \text{ мг/кг}$, кадмия – $<0,05\text{--}0,14 \text{ мг/кг}$, никеля – $<8,0\text{--}54 \text{ мг/кг}$, мышьяка – $<0,6\text{--}8,0 \text{ мг/кг}$. Наиболее высокие концентрации железа, марганца, цинка и никеля отмечены в донных осадках р. Большая Куберле, меди и кадмия – в створе станции Андреевская, хрома – в р. Джурак-Сал. Концентрация ртути в донных осадках была крайне низкой и колебалась на уровне предела обнаружения ($0,01 \text{ мг/кг}$ сухой массы).

Степень накопления большинства металлов в донных отложениях соответствовала их содержанию в прибрежных грунтах [32] и находилась в границах среднемноголетних показателей для песчано-илистых донных осадков малых рек рыбохозяйственного значения бассейна Дона (таблица 3).

Таблица 2 – Концентрации тяжелых металлов и мышьяка (мкг/дм³) в воде бассейна р. Сал, июль 2022 г.

Место отбора	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cr	Cd	Ni	As	Hg
устье р. Сал	54	6,0	<2,5	<1,0	<0,4	<1,0	<0,10	2,4	<2,5	0,060
р. Сал, х. Слободской	38	9,0	<2,5	1,2	<0,4	<1,0	<0,10	<2,0	<2,5	<0,010
р. Сал, сл. Большая Орловка	16	3,4	<2,5	<1,0	0,6	<1,0	0,17	<2,0	<2,5	<0,010
р. Сал, пос. Новоберезовка	54	8,8	<2,5	<1,0	<0,4	<1,0	<0,10	2,9	<2,5	<0,010
р. Сал, ст. Андреевская	29	16	2,5	<1,0	0,6	<1,0	<0,10	2,2	<2,5	0,020
р. Большая Куберле	81	6,0	2,5	<1,0	0,6	<1,0	0,11	2,0	<2,5	<0,010
р. Малая Куберле	22	7,2	<2,5	<1,0	0,5	<1,0	0,21	<2,0	<2,5	<0,010
р. Джурак-Сал	29	3,9	<2,5	<1,0	<0,4	<1,0	<0,10	4,1	<2,5	<0,010
р. Кара-Сал	27	8,2	<2,5	<1,0	<0,4	<1,0	0,16	3,6	4,7	<0,010
р. Акшибай	130	76	2,7	<1,0	0,8	<1,0	<0,10	4,0	6,1	<0,010
<i>ПДК_{р/х}</i>	<i>100</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>1,0</i>	<i>6</i>	<i>20</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>50</i>	<i>0,01</i>

В целом, концентрации загрязняющих веществ, обнаруженные в воде и донных отложениях бассейна р. Сал в летний период 2022 гг., не являлись опасными для раков. Тем не менее, следует учитывать хроническое загрязнение донных отложений нефтепродуктами в р. Сал в районе ст. Андреевская.

Таблица 3 – Концентрации тяжелых металлов и мышьяка (мг/кг сухой массы) в донных отложениях бассейна р. Сал, июль 2022 г.

Место отбора	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cr	Cd	Hg	As	Ni
устье р. Сал	12827	715	26	<7,0	2,0	65	0,05	<0,01	6,0	19
р. Сал, х. Слободской	3607	262	19	<7,0	5,0	26	0,08	0,01	<0,6	<8,0
р. Сал, сл. Большая Орловка	2542	276	18	<7,0	<1,0	74	<0,05	<0,01	5,0	6,0
р. Сал, пос. Новоберезовка	3625	114	11	<7,0	<1,0	36	<0,05	<0,01	5,0	<8,0
р. Сал, ст. Андреевская	19192	461	50	17	1,0	96	0,14	0,01	5,0	32
р. Большая Куберле	32154	707	79	13	8,0	103	0,08	0,01	4,0	54
р. Малая Куберле	7108	318	20	<7,0	6,0	62	<0,05	<0,01	4,0	11
р. Джурак-Сал	19096	414	43	13	4,0	104	0,10	0,01	8,0	31
р. Кара-Сал	18267	464	38	10	1,0	93	0,12	<0,01	8,0	35
р. Акшибай	17893	511	38	7,0	8,0	89	<0,05	<0,01	4,0	31

Раки в уловах были представлены длиной от 2,6 до 14,7 см, массой от 1,0 г до 112,0 г. Средняя зоологическая длина и средняя масса раков в водотоках изменялись от 8,3 см и 16,2 г до 11,1 см и 43,3 г. наибольшая численность наблюдалась в р. Акшибай, наибольшая масса – в р. Большая Куберле. Популяция раков по размерным и продукционным характеристикам была оценена как среднепродуктивная (10-20 кг/га) и высокопродуктивная (свыше 20 кг/га).

Анализ размерной структуры раков на различных участках бассейна выявил равнокачественный состав скоплений раков на всем протяжении бассейна р. Сал по количеству размерных групп в выборках и их различию в доминировании в выборках.

Доля раков непромыслового размера в выборке варьировала от 45 % обследованных раков (р. Большая Куберле) до 98,4 % (р. Акшибай). Раки I промысловой группы (10,0–11,9 см) наиболее многочисленными были в р. Малая Куберле (75 %), II промысловой группы (12,0–13,9 см) – в р. Большая Куберле (14 %). Раки III промысловой группы (> 13,9 см) были

зарегистрированы лишь в р. Большая Куберле (2 %) и р. Сал (3 %) (рисунок 3).

Размерный состав облавливаемой части популяции раков в водотоках объективно отражает интенсивность эксплуатации раков промыслом [2]. Доминирование в уловах раков непромыслового размера, I промысловой группы и присутствии особей II и III промысловых групп свидетельствует об интенсивной без переловов промысловой эксплуатации и высоком уровне воспроизводства популяций в благоприятных гидролого-гидрохимических условиях [23].

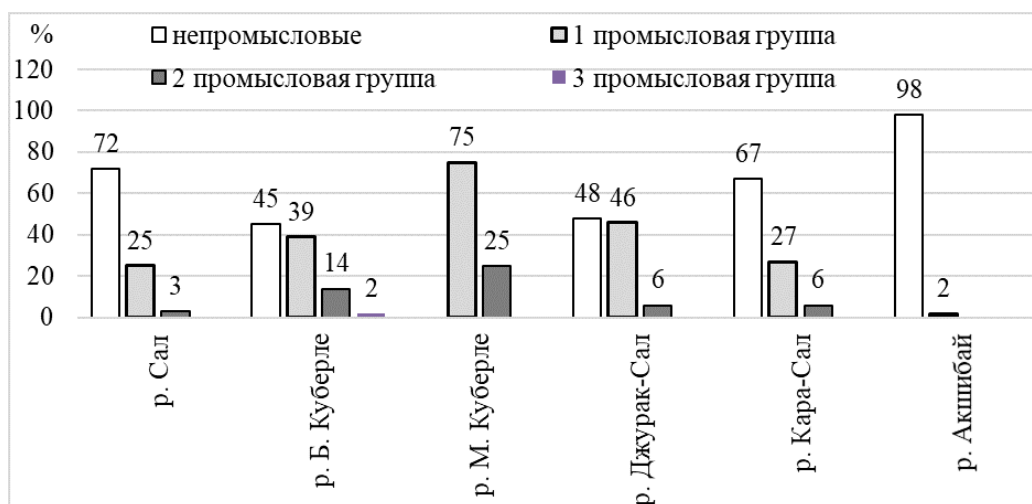


Рисунок 3 – Размерный состав скоплений раков в водных объектах бассейна р. Сал в июле 2022 г.

Распределение скоплений раков в водных объектах бассейна носило мозаичный характер. Плотность раков на разных участках р. Сал изменялась от 200 экз./га на станции у х. Кузнецовка до 6900 экз./га вблизи х. Топилин, биомасса – от 3,98 г/га до 178,02 кг/га. В устьевой части р. Сал и у пос. Большая Мартыновка, сл. Большая Орловка раки в учетных орудиях лова отсутствовали. Это обусловлено неблагоприятными для раков гидрологическими условиями – высокими скоростями течений на данных участках р. Сал [21]. В притоках р. Сал распределение раков также было неравномерным. Наибольшая удельная плотность (5067 экз./га) наблюдалась в р. Акшибай (рисунок 4), удельная биомасса раков в р. Большая Куберле (107,9 кг/га).

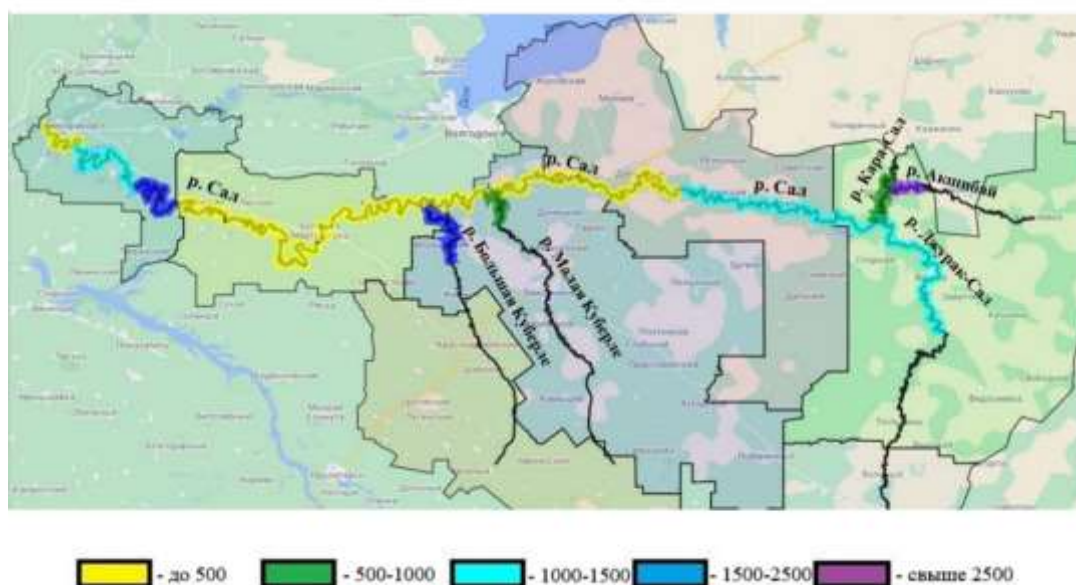


Рисунок 4 – Распределение плотности раков в бассейне р. Сал в июле 2022 г., экз./га

Проведен корреляционный анализ плотности скоплений раков и исследуемых химических параметров среды их обитания. Установлено наличие достоверной ($p < 0,05$) прямой корреляционной взаимосвязи ($r = 0,986$) плотности уловов раков от концентрации в воде железа – важного биогенного элемента, необходимого для нормального протекания процессов жизнедеятельности водных биоресурсов [33]. Корреляционная взаимосвязь плотности уловов раков и содержания в воде марганца ($r = 0,861$) была статистически не значима ($p > 0,05$). Тем не менее, следует обратить внимание на факт наиболее высокого содержания в воде биогенных элементов – железа и марганца (с превышением ПДК_{р/х} до 1,3 раз и 7,6 раз, соответственно) в точке забора с максимальной плотностью раков – 0,51 экз/м² (р. Акшибай) (рисунок 5).

Из корреляционного анализа были исключены точки забора с отсутствием раков в учетных орудиях лова, поскольку, в данном случае, первичным лимитирующим фактором являлась высокая скорость течения. Достоверные корреляционные взаимосвязи плотности уловов раков с другими токсикантами не выявлены.

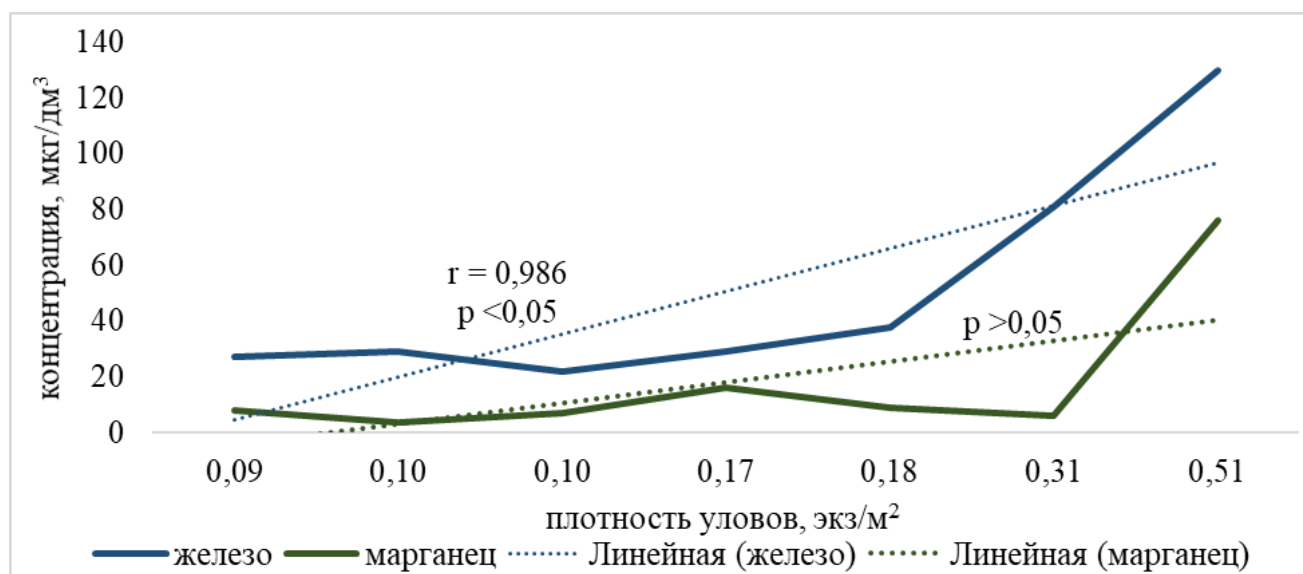


Рисунок 5 – Корреляционная взаимосвязь плотности уловов раков от содержания в воде железа и марганца

При сохранении в краткосрочном и долгосрочном периодах относительно стабильного уровня концентраций загрязняющих веществ и пестицидов, являющихся результатом техногенного воздействия на среду обитания раков, не ожидается существенных изменений сырьевой базы раков в водных объектах бассейна р. Сал. Соответственно, краткосрочный и перспективный прогнозы будут благоприятными для развития сырьевой базы раков и ведения промысла на водных объектах бассейна р. Сал в рекомендованных объемах добычи и, при отсутствии экстремальных экологических ситуаций, не претерпят существенных изменений.

Выводы. Проведенные исследования позволили оценить степень антропогенного воздействия на акваторию бассейна р. Сал. Отмечено отдельное локальное загрязнение нефтепродуктами в р. Сал в районе ст. Андреевская, что, тем не менее, не приводило к снижению численности раков. По большинству наименований концентрации токсикантов входили в диапазон многолетних наблюдений. Какого-либо значимого негативного влияния поллютантов на популяцию раков, ее распространение в речном ареале, численность и биомассу их скоплений не выявлено. Установлена прямая достоверная корреляционная взаимосвязь плотности уловов раков в орудиях лова и содержания в воде биогенного элемента – железа.

В целом, в течение июля 2022 г. спектр загрязнения на всем обследованном участке

менялся незначительно и оставался довольно низким, что позволяет считать акваторию бассейна р. Сал относительно безопасной для жизнедеятельности раков.

Благодарности. Авторы выражают благодарность всем сотрудникам лаборатории биоресурсов внутренних водных объектов и аналитического испытательного центра Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО», принимавшим участие в отборе и обработке проб.

Список использованной литературы:

1. *Присный А.А.* Гемоциты речных раков как элементы иммунной защиты // Ветеринария и кормление. 2017. № 3. С. 85–86.
2. *Глушко Е.Ю.* Состояние популяций, запасов и промысел раков в водоемах Ростовской области в период 2012–2018 гг. // Водные ресурсы и среда обитания. 2019. Т. 2. № 3. С. 68–74.
3. *Мицкевич О.И.* Раколовство и раководство на водоемах европейской части России (справочник) СПб: ФГНУ ГосНИОРХ. 2006. 208 с.
4. *Томилина И.И., Михайлова Л.В., Рыбина Г.Е., Акатьева Т.Г.* Влияние загрязненных нефтепродуктами донных отложений на планктонных и бентосных ракообразных // Токсикологический вестник. 2009. № 2. С. 28–32.
5. *Фомичева Г.П., Насибулина Б.М., Бирюкова М.Г.* Ракообразные дельты реки Волги в условиях аварийных нефтяных разливов // Вестник АГТУ. 2020. № 1. С. 27–34.
6. *Черкашин С.А.* Отдельные аспекты влияния углеводородов нефти на рыб и ракообразных // Вестник ДВО РАН. 2005. № 3. С. 83–91.
7. *Кораблина И.В., Каталевский Н.И., Геворкян Ж.В.* Сравнительная характеристика загрязнения тяжелыми металлами воды, донных отложений и некоторых видов рыб Нижнего Дона и водохранилищ Манычского каскада в 2014-2015 гг. // Сборник научных трудов (2014-2015 гг.). Ростов-на-Дону, 2017. Т. 1. С. 158–165.
8. *Ермакова Я.С.* Оценка нефтяного загрязнения водной экосистемы Азовского моря с учетом его трансформации и биогенного фона: автореф. дис. ... канд. хим. наук: 03.02.08 / Яна Станиславовна Ермакова. Краснодар, 2019. 20 с.
9. *Скугорева С.Г., Ашихмина Т.Я., Фокина А.И., Лялина Е.И.* Химические основы токсического воздействия тяжелых металлов (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2016. № 1. С. 4–13.
10. *Кораблина И.В., Барабакин Т.О., Каталевский Н.И., Евсеева А.И.* Мышьяк в промысловых рыбах пресноводных водоемов Северо-Кавказского региона и среде их обитания // Водные ресурсы и среда обитания. 2019. Т. 2. № 4. С. 48–59.
11. *Макеева О.В., Мелякина Э.И.* Накопление свинца и кадмия в организме длиннопалого рака (*Pontastacus bott*) // Проблемы загрязнения объектов окружающей среды тяжелыми металлами: труды международной конференции (28–30 сентября 2022, г. Тула). С. 200–203.
12. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных (пресных и морских) и очищенных сточных и питьевых вод. Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИИРХ», 2005. 13 с. ФР.1.31.2005.01511.
13. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и донных отложений пресных, и морских водных объектов люминесцентным методом. Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИИРХ», 2012. 18 с. ФР.1.29.2012.12493.
14. Методика выполнения измерений массовых концентраций пестицидов в пробах природных (пресных и морских вод). Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИИРХ», 2005. 14 с. ФР.1.31.2005.01513.
15. Методика выполнения измерений массовой доли пестицидов в почвах и донных отложениях пресных и морских водных объектов методом газожидкостной хроматографии. Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИИРХ», 2013. 13 с. ФР.1.31.2013.16637.
16. Методика выполнения измерений массовых концентраций алюминия, железа, кадмия,

- кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца, серебра, стронция, сурьмы, таллия, хрома и цинка в пробах природных (пресных и морских) и очищенных сточных вод методом атомной адсорбции с электрометрической атомизацией. Ростов-на-Дону: Вираж, 2006. 18 с. ФР.1.31.2006.01514.
17. Массовая концентрация ртути в водах. Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции в холодном паре. Ростов-на-Дону: Росгидромет ГУ «ГХИ», 2005. 28 с. РД 52.24.479-2008.
 18. Методика выполнения измерений массовых долей алюминия, бария, ванадия, железа, кобальта, магния, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца, стронция, титана, хрома, цинка и серы общей методом рентгенофлуоресцентного анализа. Ростов-на-Дону: Вираж, 2006. 14 с. ФР.1.31.2006.02634.
 19. Методики выполнения измерений массовых долей кадмия в почвах и донных отложениях пресноводных и морских водоёмов. Ростов-на-Дону: Вираж, 2007. 11 с. ФР.1.31.2007.03104.
 20. Методика измерений массовой доли общей ртути в почвах и донных отложениях морских и пресноводных объектов методом атомной абсорбции в «холодном паре». Ростов-на-Дону: ФБУ «Ростовский ЦСМ», 2019. 16 с. ФР.1.31.2019.35823.
 21. Саенко Е.М., Жукова С.В., Косенко Ю.В., Трушков А.В., Баскакова Т.Е., Карманов В.Г., Бурлачко Д.С., Лутынская Л.А., Подмарева Т.И. Оценка среды популяции раков в бассейне р. Сал в современных гидрологических условиях // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 2. С. 8–22.
 22. Черкашина Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций. Ростов-н/Д.: Изд-во АЗНИИРХ, Медиа-Полис, 2007. 117 с.
 23. Саенко Е.М., Жукова С.В., Косенко Ю.В., Кораблина И.В., Трушков А.В., Марченко А.О., Валиуллин В.А., Зинчук О.А., Карпушина Ю.Э., Тарадина Е.А., Бурлачко Д.С., Лутынская Л.А., Подмарева Т.И. Состояние сырьевой базы и среды обитания раков в бассейне р. Сал // Водные биоресурсы и среда обитания. 2022. Т. 5. № 4. С. 35–51.
 24. Сазонов А.Д., Решетняк О.С., Закруткин В.Е. Изменчивость гидрохимических характеристик рек Сал и Маныч в условиях современного антропогенного воздействия и климатических изменений (в пределах Ростовской области) // Наука Юга России. 2021. Т. 17. № 1. С. 21–36.
 25. Экологический вестник Дона. Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области. URL: <https://cloud.mail.ru/public/y4z8/iDnCunkzp> (дата обращения: 15.02.2024).
 26. Массовая концентрация нефтепродуктов (по сумме углеводородов, смол и асфальтенов) в питьевых, природных (пресных и морских) с учетом биогенного фона и очищенных сточных водах. Методика измерений спектрофотометрическим и флуоресцентным методами / Ростов-на-Дону: ГУ ГХИ. 2020. 33 с. ФР.1.31.2021.38883.
 27. Темердашев З.А., Павленко Л.Ф., Корпакова И.Г., Ермакова Я.С., Экилик В.С. О некоторых методических аспектах оценки нефтяного загрязнения водных объектов с учетом деградации нефтепродуктов во времени // Аналитика и контроль. 2016. Т. 20. № 3. С. 225–235.
 28. Гаретова Л.А. Биогенные углеводороды и их влияние на оценку нефтяного загрязнения (на примере устьевой области реки Токи, Хабаровский край) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. 2014. № 6. С. 152–158.
 29. Немировская И.А. Особенности распределения углеводородов в дельте Северной Двины во время половодья // Геохимия. 2011. № 8. С. 863–874.
 30. Немировская И.А., Сивков В.В. Особенности распределения углеводородов в юго-восточной части Балтийского моря // Океанология. 2012. Т. 52. № 1. С. 40–53.
 31. Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 285 с.
 32. Черкашина Н.Я. Динамика популяций раков *Pontastacus* и *Caspiastacus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения. М.: Нац. рыб. ресурсы, 2002. 256 с.
 33. Тменова А.О., Кубалова Л.М. Биологическая роль марганца и его соединений //

Современные наукоемкие технологии. 2014. № 7-2. С. 92–92.

References:

1. Prisnyy A.A. Gemotsity rechnykh rakov kak elementy immunnoy zashchity [Hemocytes of river crayfish as elements of immune protection]. *Veterinariya i kormlenie* [Veterinary medicine and feeding], 2017, no. 3, pp. 85–86. (In Russian).
2. Glushko E.Yu. Sostoyanie populyatsij, zapasov i promy`sla rakov v vodoemakh Rostovskoj oblasti v period 2012–2018 gg. [Status of populations, stocks and harvesting of crayfish in the Rostov region in 2012–2018]. *Vodny`e bioresursy` i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2019, vol. 2, no. 3, pp. 68–74. (In Russian).
3. Mickiewicz O.I. *Rakolovstvo i Rakovodstvo na vodoemah evropejskoj chasti Rossii (spravochnik)* [Rakolovstvo and Rakovodstvo on reservoirs of the European part of Russia (handbook)]. St. Petersburg, GosNIORH Publ., 2006, 208 p. (In Russian).
4. Tomilina I.I., Mikhaylova L.V., Rybina G.E., Akat'eva T.G. Vliyanie zagryaznennykh nefteproduktami donnykh otlozheniy na planktonnykh i bentosnykh rakoobraznykh [The effect of bottom sediments contaminated with petroleum products on planktonic and benthic crustaceans] *Toksikologicheskiy vestnik* [Toxicological Bulletin], 2009, no. 2, pp. 28–32. (In Russian).
5. Fomicheva G.P., Nasibulina B.M., Biryukova M.G. Rakoobraznye del'ty reki Volgi v usloviyakh avariynykh neftyanykh razlivov [Crustaceans of the Volga River delta in the conditions of emergency oil spills]. *Vestnik AGTU* [Bulletin of the AGTU], 2020, no. 1, pp. 27–34. (In Russian).
6. Cherkashin S.A. Otdel'nye aspekty vliyaniya uglevodorodov nefti na ryb i rakoobraznykh [Selected aspects of the effect of petroleum hydrocarbons on fish and crustaceans]. *Vestnik DVO RAN* [Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences], 2005, no. 3, pp. 83–91. (In Russian).
7. Korablina I.V., Katalevskiy N.I., Gevorkyan Zh.V. *Sravnitel'na kharakteristika zagryazneniya tyazhelymi metallami vody, donnykh otlozheniy i nekotorykh vidov ryb Nizhnego dona i vodokhranilishch Manychskogo kaskada v 2014–2015 gg.* [Comparative characteristics of heavy metal pollution of water, sediments and some fish species of the Lower Don and reservoirs of the Manych cascade in 2014–2015]. Rostov-on-Don, 2017, vol. 1, pp. 158–165. (In Russian).
8. Ermakova Ya.S. *Ocenka neftyanogo zagryazneniya vodnoj ekosistemy Azovskogo morya s uchetom ego transformacii i biogennogo fona.* Avtoref. diss. ... kand. khim. Nauk [Assessment of oil pollution of the aquatic ecosystem of the Sea of Azov, taking into account its transformation and nutrient background. Cand. chem. sci. diss. abstr.]. Krasnodar, 2019, 20 p. (In Russian).
9. Skugoreva S.G., Ashihmina T.YA., Fokina A.I., Lyalina E.I. Himicheskie osnovy toksicheskogo vozdejstviya tyazhelyh metallov (obzor) [Chemical basis of toxic effects of heavy metals (review)]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* [Theoretical and applied ecology], 2016, no. 1, pp. 4–13. (In Russian).
10. Korablina I.V., Barabashin T.O., Katalevskiy N.I., Evseeva A.I. Mysh'yak v promyslovykh rybakh presnovodnykh vodoemov Severo-Kavkazskogo regiona i srede ikh obitaniya [Arsenic in commercial fish of freshwater reservoirs of the North Caucasus region and their habitat]. *Vodnye resursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2019, vol. 2, no. 4, pp. 48–59. (In Russian).
11. Makeeva O.V., Melyakina E.I. Nakoplenie svinca i kadmiya v organizme dlinnopalogo raka (Pontastacus bott) [Accumulation of lead and cadmium in the body of the long-clawed crayfish (Pontastacus bott)]. *Trudy mezhdunarodnoj konferencii «Problemy zagryazneniya ob"ektov okruzhayushchej sredy tyazhelymi metallami»* [Proceedings of the international conference “Problems of pollution of environmental objects with heavy metals”]. Tula, pp. 200–203. (In Russian).

12. *FR.1.31.2005.01511. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii nefteproduktov v probah prirodnyh (presnyh i morskikh) i ochishchennyh stochnyh i pit'evykh vod* [FR.1.31.2005.01511. Methodology for measuring the mass concentration of petroleum products in samples of natural (fresh and sea) and treated waste and drinking waters]. Rostov-on-Don, AzNIIRH Publ., 2005, 13 p. (In Russian).
13. *FR.1.29.2012.12493. Metodika izmerenij massovoj doli nefteproduktov v probah pochv i donnyh otlozhenij presnyh, i morskikh vodnyh ob"ektov lyuminescentnym metodom* [FR.1.29.2012.12493. Methodology for measuring the mass fraction of petroleum products in samples of soils and bottom sediments of fresh and marine water bodies using the luminescent method]. Rostov-on-Don, AzNIIRH Publ., 2012, 18 p. (In Russian).
14. *FR.1.31.2005.01513. Metodika vypolneniya izmerenij massovykh koncentracij pesticidov v probah prirodnyh (presnyh i morskikh vod)* [Methodology for measuring mass concentrations of pesticides in natural (fresh and sea water) samples]. Rostov-on-Don, AzNIIRH Publ., 2005, 14 p. (In Russian).
15. *FR.1.31.2013.16637. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj doli pesticidov v pochvah i donnyh otlozheniyah presnyh i morskikh vodnyh ob"ektov metodom gazozhidkostnoj hromatografii* [FR.1.31.2013.16637. Methodology for measuring the mass fraction of pesticides in soils and bottom sediments of fresh and marine water bodies using gas-liquid chromatography]. Rostov-on-Don, AzNIIRH Publ., 2013, 13 p. (In Russian).
16. *FR.1.31.2006.01514. Metodika vypolneniya izmerenij massovykh koncentracij alyuminiya, zheleza, kadmiya, kobal'ta, marganca, medi, mysh'yaka, nikelya, svinca, serebra, stronciya, sur'my, talliya, hroma i cinka v probah prirodnyh (presnyh i morskikh) i ochishchennyh stochnyh vod metodom atomnoj adsorbicii s elektrometricheskoj atomizaciej* [FR.1.31.2006.01514. Methodology for measuring mass concentrations of aluminum, iron, cadmium, cobalt, manganese, copper, arsenic, nickel, lead, silver, strontium, antimony, thallium, chromium and zinc in samples of natural (fresh and sea) and treated wastewater using the atomic method adsorption with electrometric atomization]. Rostov-on-Don, Virazh Publ., 2006, 18 p. (In Russian).
17. *RD 52.24.479-2008. Massovaya koncentraciya rtuti v vodah. Metodika vypolneniya izmerenij metodom atomnoj absorbcii v holodnom pare* [RD 52.24.479-2008. Mass concentration of mercury in waters. Methodology for performing measurements using the atomic absorption method in cold vapor]. Rostov-on-Don, Rosgidromet Publ., 2005, 28 p. (In Russian).
18. *FR.1.31.2006.02634. Metodika vypolneniya izmerenij massovykh dolej alyuminiya, bariya, vanadiya, zheleza, kobal'ta, magniya, marganca, medi, mysh'yaka, nikelya, svinca, stronciya, titana, hroma, cinka i sery obshchej metodom rentgenoflyuorescentnogo analiza* [FR.1.31.2006.02634. Methodology for measuring the mass fractions of aluminum, barium, vanadium, iron, cobalt, magnesium, manganese, copper, arsenic, nickel, lead, strontium, titanium, chromium, zinc and sulfur using the general method of X-ray fluorescence analysis]. Rostov-on-Don, Virazh Publ., 2006, 14 p. (In Russian).
19. *FR.1.31.2007.03104. Metodiki vypolneniya izmerenij massovykh dolej kadmiya v pochvah i donnyh otlozheniyah presnovodnyh i morskikh vodoyomov* [FR.1.31.2007.03104. Methods for measuring the mass fractions of cadmium in soils and bottom sediments of freshwater and marine reservoirs]. Rostov-on-Don, Virazh Publ., 2007, 11 p. (In Russian).
20. *FR.1.31.2019.35823. Metodika izmerenij massovoj doli obshchej rtuti v pochvah i donnyh otlozheniyah morskikh i presnovodnyh ob"ektov metodom atomnoj absorbcii v «holodnom pare»* [Methodology for measuring the mass fraction of total mercury in soils and bottom sediments of marine and freshwater objects by the method of atomic absorption in “cold steam”]. Rostov-on-Don, Rostovskij CSM Publ., 2019, 16 p. (In Russian).
21. Saenko E.M., Zhukova S.V., Kosenko Yu.V., Trushkov A.V., Baskakova T.E., Karmanov V.G., Burlachko D.S., Lutynskaya L.A., Podmareva T.I. Otsenka sredy populyatsii rakov v bassejne r. Sal v sovremennykh gidrologicheskikh usloviyakh [Assessment of the environment of the crayfish population in the Sal river basin under modern hydrological conditions]. *Vestnik*

- Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2023, no. 2, pp. 8–22. (In Russian).
22. Cherkashina N.Ya. *Sbornik instrukcij po kul'tivirovaniyu rakov i dinamike ih populyacij*. [Collection of instructions on the cultivation of crayfish and the dynamics of their populations]. Rostov-on-Don, Media Policy Publ., 2007, 117 p. (In Russian).
 23. Saenko E.M., Zhukova S.V., Kosenko Yu.V., Korablina I.V., Trushkov A.V., Marchenko A.O., Valiullin V.A., Zinchuk O.A., Karpushina Yu.E., Taradina E.A., Burlachko D.S., Lutynskaya L.A., Podmareva T.I. Sostoyanie syr'evoj bazy i sredy obitaniya rakov v bassejne r. Sal [The state of the raw material base and habitat of crayfish in the basin of the Sal river]. *Vodny'e bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2022, vol. 5, no. 4, pp. 35–51. (In Russian).
 24. Sazonov A.D., Reshetnyak O.S., Zakrutkin V.E. Izmenchivost' gidrohimicheskikh harakteristik rek Sal i Manych v usloviyah sovremennogo antropogennoho vozdejstviya i klimaticeskikh izmenenij (v predelakh Rostovskoj oblasti) [Variability of hydrochemical characteristics of the Sal and Manych rivers in conditions of modern anthropogenic impact and climatic changes (within the Rostov region)]. *Nauka Yuga Rossii* [Science of the South of Russia], 2021, vol. 17, no. 1, pp. 21–36. (In Russian).
 25. *Ekologicheskij vestnik Dona* [Ecological Bulletin of the Don]. Ministerstvo prirodnyh resursov i ekologii Rostovskoj oblasti. (In Russian). Available at: <https://cloud.mail.ru/public/y4z8/iDnCunkzp> (accessed 15.02.2024).
 26. Massovaya koncentraciya nefteproduktov (po summe uglevodorodov, smol i asfal'tenov) v pit'evykh, prirodnyh (presnyh i morskikh) s uchedom biogennoho fona i ochishchennyh stochnyh vodah. Metodika izmerenij spektrofotometricheskim i fluorescentnym metodami [Mass concentration of petroleum products (based on the sum of hydrocarbons, resins and asphaltenes) in drinking, natural (fresh and sea) waters, taking into account the biogenic background, and treated wastewater. Methodology for measurements using spectrophotometric and fluorescent methods] / Rostov-na-Donu: GU GHI. 2020. 33 s. FR.1.31.2021.38883.
 27. Temerdashev Z.A., Pavlenko L.F., Korpakova I.G., Ermakova Ya.S., Ekilik V.S. O nekotorykh metodicheskikh aspektah ocenki neftyanogo zagryazneniya vodnyh ob'ektov s uchedom degradacii nefteproduktov vo vremeni [On some methodological aspects of assessing oil pollution of water bodies, taking into account the degradation of oil products over time]. *Analitika i kontrol'* [Analytics and control], 2016, vol. 20, no. 3, pp. 225–235. (In Russian).
 28. Garetova L.A. Biogennye uglevodorody i ih vliyanie na ocenku neftyanogo zagryazneniya (na primere ust'evoj oblasti reki Toki, Habarovskij kraj) [Biogenic hydrocarbons and their impact on the assessment of oil pollution (using the example of the mouth area of the Toki River, Khabarovsk Territory)]. *Chteniya pamyati V.Ya. Levanidova* [Readings in memory of V.Ya. Levanidov], 2014, no. 6, pp. 152–158. (In Russian).
 29. Nemirovskaya I.A. Osobennosti raspredeleniya uglevodorodov v del'te Severnoj Dviny vo vremya polovod'ya [Features of the distribution of hydrocarbons in the Northern Dvina delta during floods]. *Geohimiya* [Geochemistry], 2011, no. 8, pp. 863–874. (In Russian).
 30. Nemirovskaya I.A., Sivkov V.V. Osobennosti raspredeleniya uglevodorodov v yugo-vostochnoj chasti Baltijskogo moray [Features of the distribution of hydrocarbons in the southeastern part of the Baltic Sea]. *Okeanologiya* [Oceanology], 2012, vol. 52, no. 1, pp. 40–53. (In Russian).
 31. Moore J. V., Ramamurti S. Tyazhelye metally v prirodnyh vodah [Heavy metals in natural waters]. Moscow, Mir Publ., 1987, 285 p. (In Russian).
 32. Cherkashina N.Ya. *Dinamika populyacij rakov Pontastacus i Caspiastacus (Crustacea. Decapoda. Astacidae) i puti ih uvelicheniya* [Dynamics of populations of crayfish Pontastacus and Caspiastacus (Crustacea. Decapoda. Astacidae) and ways to increase them]. Moscow, National Fish Resources Publ., 2002, 256 p. (In Russian).
 33. Tmenova A.O., Kubalova L.M. Biologicheskaya rol' marganca i ego soedinenij [Biological role of manganese and its compounds]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern high-tech technologies], 2014, no. 7-2, pp. 92–92 (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

- Саенко
Елена Михайловна** канд. биол. наук, доцент, заведующий лабораторией промысловых беспозвоночных
Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
344002, Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в, к. 214
- Saenko
Elena Mikhailovna Ph.D. (Biol.), Associate Professor, Head of the Laboratory of Commercial Invertebrates
Azov-Black Sea Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“AzNIIRKH”)
344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21v, of. 214
- Кораблина
Ирина
Владимировна** Заведующий лабораторией аналитического контроля водных экосистем
Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
344002, Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в, к. 325
- Korablina
Irina Vladimirovna Head of the Laboratory for Analytical Control of Aquatic Ecosystems
Azov-Black Sea Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“AzNIIRKH”)
344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21v, of. 325
- Косенко
Юлия
Владимировна** канд. биол. наук, начальник аналитического испытательного центра
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
344002, Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в, к. 220
- Kosenko
Julia Vladimirovna Ph.D. (Biol.), Associate Professor, Head of the analytical center
Azov-Black Sea Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“AzNIIRKH”)
344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21v, of. 220

УДК 621.798:664

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.004

Воронина М.С., Гуляева А.Н., Сучугов Я.В., Сабанцев В.В., Тескин К.А., Середкин И.А.
**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИОРАЗЛАГАЕМОЙ КОМПОЗИЦИИ НА
ОСНОВЕ КРАХМАЛА ДЛЯ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Аннотация. В настоящее время производство полимерных материалов постоянно растет, особенно в сфере упаковки. Важно, чтобы материалы, используемые для упаковки, были безопасны для здоровья, обладали соответствующими механическими свойствами, которые соответствуют конкретным требованиям, таким как упругость, гибкость и растяжимость. Для исследования были созданы крахмалопласты. В состав данной композиции входит крахмал, пластификатор (глицерин), вода или смесь воды и уксусной кислоты. Исследования показали, что данная композиция может быть полезна для решения проблемы загрязнения окружающей среды, вызванной использованием обычной пластиковой упаковки. Изготовленные крахмалопласты обеспечивают надежную защиту продуктов от влаги. Образцы демонстрируют высокую прочность и сохраняют свою форму, что делает их идеальными для упаковки продуктов с повышенной влажностью.

Ключевые слова: биоразлагаемый, упаковка, отходы, крахмал, пластик, пакеты, биополимер, аналог.

Voronina M.S., Gulyaeva A.N., Suchugov Ya.V., Sabantsev V.V., Teskin K.A., Seredkin I.A.
**PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF A BIODEGRADABLE STARCH-BASED
COMPOSITION FOR PACKAGING MATERIALS**

Abstract. Currently, the production of polymer materials is constantly growing, especially in the field of packaging. It is important that the materials used for packaging are safe for health, have appropriate mechanical properties that meet specific requirements such as elasticity, flexibility and extensibility. Starch plasters were created for the study. The composition of this composition includes starch, plasticizer (glycerin), water or a mixture of water and acetic acid. Studies have shown that this composition can be useful to solve the problem of environmental pollution caused by the use of conventional plastic packaging. The manufactured starch plasters provide reliable protection of products from moisture. The samples demonstrate high strength and retain their shape, which makes them ideal for packaging products with high humidity.

Keywords: biodegradable, packaging, waste, starch, plastic, bags, biopolymer, analog.

Введение. В настоящее время производство полимерных материалов постоянно растет, особенно в сфере упаковки. Важно, чтобы материалы, используемые для упаковки, были безопасны для здоровья, обладали соответствующими механическими свойствами, которые отвечают конкретным требованиям, таким как упругость, гибкость и растяжимость. Они также должны иметь эффективные барьерные свойства и быть устойчивыми к воздействию окружающей среды. С учетом современных тенденций образа жизни, спрос на полуфабрикаты и другие упакованные продукты питания ожидается в дальнейшем росте [1-2].

Биополимеры – это полимеры, которые вырабатываются в живых организмах и состоят из мономерных звеньев, в то время как биопластик – это материалы из пластика, произведенные с использованием возобновляемых компонентов биомассы, биоразлагаемых полимеров. Биоразлагаемые полимеры могут быть изготовлены из возобновляемых природных ресурсов. Естественные и синтетические пластиковые материалы могут разлагаться аэробно (при наличии кислорода) в природной среде, анаэробно (в отсутствие кислорода) в местах накопления отходов, а также частично аэробно/анаэробно в компосте и почве. При аэробном разложении образуются углекислый газ и вода, в то время как анаэробная биodeградация приводит к образованию воды и метана [3-4].

Биопластик подразделяется на два типа: компостируемую пластмассу и фоторазлагаемые пластики. Компостируемая пластмасса разлагается путем биологических процессов во время компостирования. Фоторазлагаемые биологические процессы происходят во время компостирования пластмассы. Фоторазлагаемые разрушения пластика при воздействии ультрафиолетовых лучей возможны, при условии наличия в составе компонентов, которые реагируют на солнечный свет и способствуют его разложению [5].

Возросшая осознанность в отношении загрязнения окружающей среды, особенно влияния неразлагаемых пластиков, основанных на химических веществах, и пищевых упаковках, привела к пересмотру и использованию износостойких и экологически результативных продуктов, которые смогут сменить нефтяные продукты. Биополимеры, полученные из природных ресурсов, представляют собой одно из важных направлений в разработке биопластика [6]. Крахмал является одним из наиболее изученных возобновляемых биополимеров и имеет большой потенциал для создания биоразлагаемых пленок с разнообразными свойствами. Существуют три основных направления разработки биополимеров: извлечение и модификация натуральных полимеров из биомассы, полимеризация мономеров на основе биологических источников и экстракция полимеров, полученных от микроорганизмов. Крахмал является наиболее распространенным растительным полисахаридом для производства биопластика по нескольким причинам: он широко доступен, экономически выгоден и обладает отличными свойствами формирования пленок.

Целью исследования является изучение физико-механических свойств биоразлагаемой композиции на основе крахмала на предмет износостойкости при эксплуатации и способности к разложению в природной среде.

Материалы и методы исследования. В настоящее время проводятся исследования по модификации крахмала с целью улучшения его свойств и расширения сферы применения. Изучаются различные методы модификации, включая химическую, физическую и биологическую. Крахмал может быть использован в различных отраслях промышленности, включая пищевую промышленность, фармацевтику, текстильную и строительство. Благодаря исследованиям по модификации крахмала его свойства могут быть улучшены, что позволяет создавать новые материалы и продукты с уникальными характеристиками, такие как биоразлагаемые пленки с разнообразными свойствами [7].

Крахмал является наиболее популярным растительным полисахаридом для производства биопластиков по нескольким причинам. Во-первых, он широко доступен и экономичен. Во-вторых, он обладает отличными пленкообразующими свойствами. Пленки на основе крахмала обладают хорошими оптическими и барьерными свойствами, но их механические характеристики, как правило, ограничены. Различные факторы, такие как тип крахмала, условия образования пленки, пластификаторы и условия хранения, могут изменять свойства пленок на основе крахмала. Амилоза и амилопектин являются двумя основными компонентами крахмала, различающимися по своей структуре и функциям. Амилоза является линейным полимером глюкозы, в то время как амилопектин является разветвленным полимером глюкозы. Эти два компонента влияют на свойства пленок на основе крахмала, их биоразлагаемость и термопластичность. Соотношение между ними может быть изменено с помощью различных методов обработки крахмала, таких как гидролиз, желатинирование или модификация. Эти изменения в соотношении амилозы и амилопектина могут существенно повлиять на вязкость, структуру и стабильность крахмала, а также на его способность образовывать гели и загущаться. Таким образом, понимание и контроль этого соотношения имеет решающее значение для достижения желаемых физико-химических свойств крахмала [8-9].

Как правило, пленки из полисахаридов и белков демонстрируют высокую проницаемость для кислорода и водяного пара. За последние два десятилетия были разработаны различные смеси и композиции, которые обладают улучшенными влагостойкими и механическими свойствами, а также способностью эффективно

препятствовать проникновению водяного пара. Эти новые материалы на основе крахмала преодолевают ограничения, связанные с низкими механическими свойствами и чувствительностью к влаге. При использовании экструзии материал нагревается и пропускается через шнек, где он плавится и выдавливается через матрицу заданной формы. Литье под давлением достигается путем впрыскивания расплавленного материала в закрытую форму под высоким давлением. Прессование включает сжатие материала под высоким давлением в специальной форме. Литье и вспенивание используются для создания вспененных структур внутри материала, в результате чего получаются легкие и прочные изделия. Гальваноластика основана на использовании электрического поля для придания формы материалу. Все эти методы обработки полимерных материалов на основе крахмала позволяют производить разнообразные изделия с уникальными свойствами, включая реактивную экструзию [10-13].

Для исследования были созданы крахмалопласты. В состав данной композиции входит крахмал, пластификатор (глицерин), вода или смесь воды и уксусной кислоты (рис. 1).

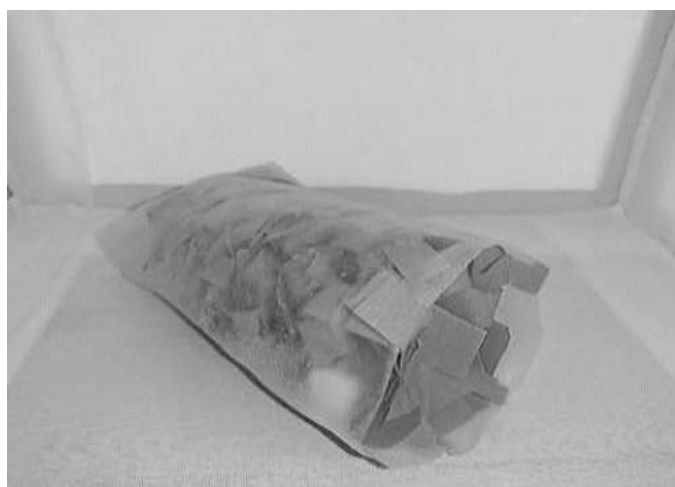


Рисунок 1 – Биоразлагаемая упаковка

Для изготовления образцов крахмалопластов смесь нагревалась при постоянном перемешивании до образования клейстерообразной композиции и экструдировалась равномерным слоем на гладкую поверхность, после чего подвергалась высушиванию при 100 °С.

Согласно ГОСТ ISO 2173-201 [14], для определения сухих веществ в растворе, образцы жидкости, после вымачивания крахмалопластов в воде в течение 3 часов при определенной температуре, исследовались рефрактометрическим методом.

Толщина образцов определялась в соответствии с требованиями ГОСТ 17035-86 [15]. Для измерения толщины использовался ручной микрометр. Образец помещали между измерительными поверхностями устройства, которые зажимали для получения результатов. Измеренные значения толщины рассматривались как индивидуальные показания.

Для оценки износостойкости материала были проведены многократные изгибы образцов. Для этого была использована специальная панель с цилиндрическими стержнями различного диаметра от 20 мм до 40 мм. Образец помещали на стержень наибольшего диаметра и плавно изгибали на 180° вокруг стержня в течение 1-2 секунд. Затем область изгиба исследовали под микроскопом для выявления трещин и расслоения материала.

В течение месяца проводилось исследование для определения степени разложения образцов в почве при различном процентном содержании влаги. Образцы размером 2 x 2 см, с кислотой и без кислоты, помещались в почву. В конце каждой недели результаты исследований регистрировались.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведено исследование содержания сухих веществ в растворе. Из результатов можно отметить, что содержание сухих веществ в

воде не было обнаружено, следовательно, упаковка безопасна для использования в условиях, требующих сохранения продукции. Возможно использование в качестве материала для упаковки, продуктов с повышенной влажностью.

Пленки имеют разную толщину в зависимости от состава композиции, из которой они изготовлены. Толщина пленки, содержащую кислоту, составляет 180 мкм, в то время как образец без кислоты имеет толщину 160 мкм. Это делает пленку похожей на упаковку, используемую для хранения и вакуумирования пищевых продуктов. Вакуумная упаковка для пищевых продуктов известна своей высокой прочностью и плотностью, что помогает снизить риск порчи продукта.

Микроскопическое исследование, проведенное после испытания на гибкость, не выявило повреждений при изгибе вокруг стержня наименьшего диаметра (рис. 2). По мере увеличения диаметра стержней образец продолжал демонстрировать свою надежность.

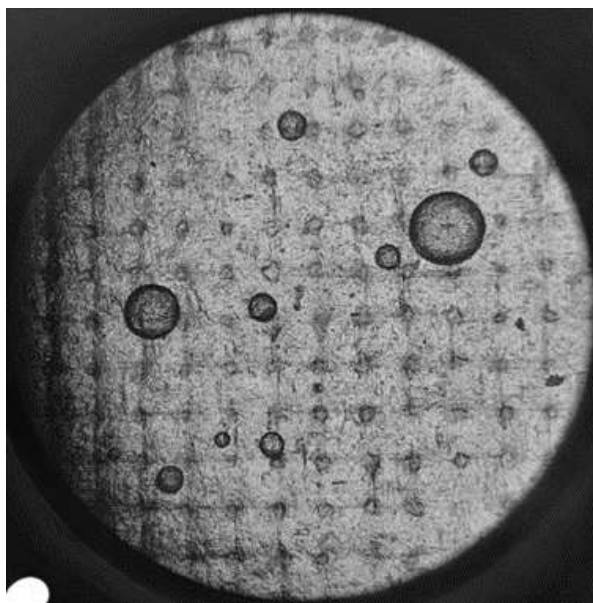


Рисунок 2 – Анализирование возможности создания изгибов

Проведенный анализ способности к изгибу показал, что в процессе деформации образцы не имели никаких дефектов. Это указывает на высокую стабильность пленки и устойчивость к механическим воздействиям.

Результаты исследования способности к биоразложению, представленные в таблице 1, показали, что образцы с использованием уксусной кислоты разложились на третьей неделе при относительной влажности почвы до 75 %. У образца без содержания кислоты (табл. 2), произошло разложение в конце 3 недели эксперимента при том же проценте влажности.

Таблица 1 – Исследование биоразложения в почве образцов с использованием уксусной кислоты

Полив	Результаты		
	1 неделя	2 неделя	3 неделя
С кислотой			
Влажность почвы 0 %	Покрыта плесенью жесткая	Покрыта плесенью жёсткая	Частично разложилась
Влажность почвы 40-60 %	Мягкая, хрупкая, покрыта плесенью	Мягкая, покрыта плесенью, частично разложилась	Мягкая, покрыта плесенью, частично разложилась
Влажность почвы до 75 %	Мягкая, хрупкая, полностью покрыта плесенью	Практически полностью разложилась, мягкая, покрыта плесенью	Разложилась

Таблица 2 – Исследования биоразложения в почве образцов без использования уксусной кислоты

Полив	Результаты		
	1 неделя	2 неделя	3 неделя
Без кислоты			
Влажность почвы 0 %	Покрыта плесенью, жёсткая, хрупкая	Покрыта плесенью, жёсткая, хрупкая	Частично разложилась
Влажность почвы 40-60 %	Мягкая, хрупкая, покрыта плесенью	Почти полностью разложилась	Почти полностью разложилась
Влажность почвы до 75 %	Мягкая, хрупкая, покрыта плесенью	Почти полностью разложилась	Разложилась

Выводы. Исследования показали, что данная композиция может быть полезна для решения проблемы загрязнения окружающей среды, вызванной использованием обычной пластиковой упаковки. Изготовленные крахмалопласты обеспечивают надежную защиту продуктов от влаги. Образцы демонстрируют высокую прочность и сохраняют свою форму, что делает их идеальными для упаковки продуктов с повышенной влажностью. Несмотря на толщину образцов, они остаются удобными для использования в упаковке пищевых продуктов, обеспечивая высокую прочность и надежность. Такая композиция, является безопасной альтернативой пластиковой упаковке для пищевых продуктов с аналогичными характеристиками и свойствами.

Список использованной литературы:

1. *Cheng H., Xu H., Julian McClements D., Chen L., Jiao A., Tian Y., Miao M., Jin Z.* Recent advances in intelligent food packaging materials: Principles, preparation and applications // *Food Chemistry*. 2022. Vol. 375. Article number 131738. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131738.
2. *Nguyen A.T., Parker L., Brennan L., Lockrey S.* A consumer definition of eco-friendly packaging // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 252. Article number 119792. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119792.
3. *Rhodes C.J.* Plastic Pollution and Possible Ways to Address It by // *Science Progress*. 2018. № 101 (3). P. 207–260. DOI: 10.3184/003685018X15294876706211.
4. *Nair N.R., Sekhar V.C., Nampootheri K.M., Pandey A.* Biodegradation of Biopolymers // *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*. 2017. P. 739–755. DOI: 10.1016/B978-0-444-63662-1.00032-4.
5. *Siracusa V.* Microbial Degradation of Synthetic Biopolymers Waste // *Polymers*. 2019. № 11. P. 1066. DOI: 10.3390/polym11061066.
6. *Ahmed T., Shahid M., Azeem F. et al.* Biodegradation of plastics: current scenario and future prospects for environmental safety // *Environmental Science And Pollution Research*. 2018. Vol. 25. P. 7287–7298. DOI: 10.1007/s11356-018-1234-9.
7. *Беркетова Л.В., Полковникова В.А.* К вопросу об эко-, съедобной и быстроразлагающейся упаковке в пищевой индустрии // *Бюллетень науки и практики*. 2020. № 10. С. 234–243. DOI: 10.33619/2414-2948/59/23.
8. *Vonomo R.C.F., Santos T.A., Santos L.S.* Effect of the incorporation of lysozyme on the properties of jackfruit starch films // *Journal of Polymers and the Environment*. 2018. № 26. P. 508–517. DOI: 10.1007/s10924-016-0902-4.
9. *Павловская Н.Е., Гагарина И.Н., Горькова И.В., Гаврилова А.Ю.* Оптимизация состава полимер-крахмальных композиций для создания упаковочного материала и тары // *Пищевая промышленность*. 2019. № 7. С. 8–11. DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10098.
10. *Thakur R., Pristijono P., Scarlett J. C., Bowyer M., Singh S.P., Vuong V.* Starch-based films: Major factors affecting their properties // *International Journal of Biological Macromolecules*.

2019. Vol. 132. P. 1079–1089. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.03.190.
11. Syuhada N. Yazid M., Norhayati M. et al. Application of Starch and Starch-Based Products in Food Industry // *Journal of Science and Technology*. 2018. Vol. 10. № 2. P. 144–174. DOI: 10.30880/jst.2018.10.02.023.
 12. Bajpai P. Background and introduction // *Biobased Polymers*. 2019. P. 1–12. DOI: 10.1016/b978-0-12-818404-2.00001-1.
 13. Jiang T., Duan Q., Zhu J. et al. Starch-based biodegradable materials: Challenges and opportunities // *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*. 2020. Vol. 3. Issue 1. P. 8–18. DOI: 10.1016/j.aiepr.2019.11.003.
 14. ГОСТ ISO 2173-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.
 15. ГОСТ 17035-86. Пластмассы. Методы определения толщины пленок и листов. М.: Стандартинформ, 1988. 7 с.

References:

1. Cheng H., Xu H., Julian McClements D., Chen L., Jiao A., Tian Y., Miao M., Jin Z. Recent advances in intelligent food packaging materials: Principles, preparation and applications // *Food Chemistry*, 2022, vol. 375, article number 131738. (In English). DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131738.
2. Nguyen A.T., Parker L., Brennan L., Lockrey S. A consumer definition of eco-friendly packaging. *Journal of Cleaner Production*, 2020, vol. 252, article number 119792. (In English). DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119792.
3. Rhodes C.J. Plastic Pollution and Possible Ways to Address It by. *Science Progress*, 2018, no. 101 (3), pp. 207-260. (In English). DOI: 10.3184/003685018X15294876706211.
4. Nair N.R., Sekhar V.C., Nampootheri K.M., Pandey A. Biodegradation of Biopolymers. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*, 2017, pp. 739–755. (In English). DOI: 10.1016/B978-0-444-63662-1.00032-4.
5. Siracusa V. Microbial Degradation of Synthetic Biopolymers Waste. *Polymers*, 2019, no. 11, pp. 1066. (In English). DOI: 10.3390/polym11061066.
6. Ahmed T., Shahid M., Azeem F. et al. Biodegradation of plastics: current scenario and future prospects for environmental safety. *Environmental Science And Pollution Research*, 2018, vol. 25, pp. 7287–7298. (In English). DOI: 10.1007/s11356-018-1234-9.
7. Berketova L.V., Polkovnikova V.A. K voprosu ob eko-, s"edobnoj i bystrorazlagayushchejsya upakovke v pishchevoj industrii [On the issue of eco-friendly, edible and fast-decomposing packaging in the food industry]. *Byulleten' nauki i praktiki* [Bulletin of Science and Practice], 2020, no. 10, pp. 234–243. (In Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/59/23>.
8. Bonomo R.C.F., Santos T.A., Santos L.S. Effect of the incorporation of lysozyme on the properties of jackfruit starch films. *Journal of Polymers and the Environment*, 2018, no. 26, pp. 508–517. (In English). DOI: 10.1007/s10924-016-0902-4.
9. Pavlovskaya N.E., Gagarina I.N., Gorkova I.V., Gavrilova A.Yu. Optimizaciya sostava polimer-krahmal'nyh kompozicij dlya sozdaniya upakovochnogo materiala i tary [Optimization of the composition of polymer starch compositions for the creation of packaging material and containers]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2019, no. 7, pp. 8–11. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10098.
10. Thakur R., Pristijono P., Scarlett J. C., Bowyer M., Singh S.P., Vuong V. Starch-based films: Major factors affecting their properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2019, vol. 132, pp. 1079–1089. (In English). DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.03.190.
11. Syuhada N. Yazid M., Norhayati M. et al. Application of Starch and Starch-Based Products in Food Industry. *Journal of Science and Technology*, 2018, vol. 10, no. 2, pp. 144–174. (In English). DOI: 10.30880/jst.2018.10.02.023.
12. Bajpai P. Background and introduction. *Biobased Polymers*, 2019, pp. 1–12. (In English). DOI:

10.1016/b978-0-12-818404-2.00001-1.

13. Jiang T., Duan Q., Zhu J. et al. Starch-based biodegradable materials: Challenges and opportunities. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 2020, vol. 3, issue 1, pp. 8–18. (In English). DOI: 10.1016/j.aiepr.2019.11.003.
14. *GOST ISO 2173-2013. Produkty pererabotki fruktov i ovoshchey. Refraktometricheskij metod opredeleniya rastvorimyh suhih veshchestv* [State Standard ISO 2173-2013. Fruit and vegetable processing products. A refractometric method for determining soluble solids]. Moscow, Standartinform Publ., 2015, 8 p. (In Russian).
15. *GOST 17035-86. Plastmassy. Metody opredeleniya tolshchiny plenok i listov* [Plastics. Methods for determining the thickness of films and sheets]. Moscow, Standartinform Publ., 1988, 7 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Воронина Марианна Сергеевна	канд. техн. наук, доцент высшей биотехнологической школы Самарский государственный технический университет 443100, Самарская обл., г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
Voronina Marianna Sergeevna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor of the Higher School of Biotechnology Samara State Technical University 443100, Samara region, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
Гуляева Алена Николаевна	старший преподаватель высшей биотехнологической школы Самарский государственный технический университет 443100, Самарская обл., г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
Gulyaeva Alyona Nikolaevna	Senior lecturer at the Higher School of Biotechnology Samara State Technical University 443100, Samara region, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
Сучугов Ярослав Владимирович	студент 3-го курса направления подготовки «Технология продукции и организации общественного питания» Самарский государственный технический университет 443100, Самарская обл., г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
Suchugov Yaroslav Vladimirovich	3rd year student of the training direction “Technology of products and catering” Samara State Technical University 443100, Samara region, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
Сабанцев Вадим Владимирович	студент 3-го курса направления подготовки «Технология продукции и организации общественного питания» Самарский государственный технический университет 443100, Самарская обл., г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
Sabantsev Vadim Vladimirovich	3rd year student of the training direction “Technology of products and catering” Samara State Technical University 443100, Samara region, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
Тескин Кирилл Александрович	студент 3-го курса направления подготовки «Технология продукции и организации общественного питания» Самарский государственный технический университет 443100, Самарская обл., г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
Treskin Kirill Alexandrovich	3rd year student of the training direction “Technology of products and catering” Samara State Technical University 443100, Samara region, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244

**Середкин
Иван Алексеевич**

Seredkin
Ivan Alekseevich

студент 2-го курса направления подготовки «Технология
продукции и организации общественного питания»
Самарский государственный технический университет
443100, Самарская обл., г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
2rd year student of the training direction “Technology of products
and catering”
Samara State Technical University
443100, Samara region, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244

УДК 551.464.34

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.005

Сытник Н.А.

ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИИ СЕРОВОДОРОДА В АНАЭРОБНОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ В МНОГОЛЕТНЕМ АСПЕКТЕ

Аннотация. Анализ данных за период 1962–2019 гг. показывает, что на современном этапе в экосистеме Черноморского бассейна произошел «системный» сдвиг, обусловленный совместным действием климатических изменений и антропогенной нагрузки. В работе была проанализирована динамика концентрации сероводорода в анаэробной зоне Черного моря в многолетнем аспекте, что имеет важное значение для понимания экологических процессов, охраны окружающей среды и устойчивого использования природных ресурсов черноморской экосистемы. Результаты исследований показали: средняя концентрация сероводорода слабо изменяется вблизи верхней границы анаэробной зоны ($\sigma_t = 16,4 \text{ кг/м}^3$), но в последние годы существенно увеличились пространственно-временные изменения наблюдаемых концентраций. На глубине $\sim 650\text{--}700 \text{ м}$ ($\sigma_t = 17,1 \text{ кг/м}^3$) наблюдается тенденция уменьшения концентрации, на глубине 1000 м она остается постоянной, а в глубинных слоях (ниже 1750 м) прослеживается некоторое увеличение концентрации сероводорода. Полученные данные будут использованы для разработки природоохранных мер по защите экосистемы Черного моря.

Ключевые слова: шельф Черного моря, сероводородная зона, оценка экологического состояния, анаэробные процессы, динамика.

Sytnik N.A.

DYNAMICS OF HYDROGEN SULFIDE CONCENTRATION IN THE ANAEROBIC ZONE OF THE BLACK SEA IN MULTIYEAR ASPECT

Abstract. The analysis of data for the period 1962-2019 has shown that at the present stage there has been a “systemic” shift in the ecosystem of the Black Sea basin due to the joint action of climatic changes and anthropogenic load. The dynamics of hydrogen sulfide concentration in the anaerobic zone of the Black Sea in the multi-year aspect was analyzed in the work, which is important for understanding the ecological processes, environmental protection and sustainable use of natural resources of the Black Sea ecosystem. The results of the study showed: the average hydrogen sulfide concentration varies weakly near the upper boundary of the anaerobic zone ($\sigma_t = 16.4 \text{ kg/m}^3$), but the spatial and temporal variations of the observed concentrations have increased significantly in recent years. At a depth of $\sim 650\text{--}700 \text{ m}$ ($\sigma_t = 17.1 \text{ kg/m}^3$) there is a tendency of concentration decrease, at a depth of 1000 m it remains constant, and in deep layers (below 1750 m) some increase of hydrogen sulfide concentration is traced. The obtained data will be used to develop environmental protection measures to protect the Black Sea ecosystem.

Keywords: Black Sea shelf, hydrogen sulfide zone, ecological state assessment, anaerobic processes, dynamics.

Введение. Черное море – это самый крупный на нашей планете меромиктический водоем, водная толща которого глубже 130–150 м заполнена бескислородными водами, содержащими ядовитый сероводород. Сегодня внимание к проблеме происхождения черноморского сероводорода напрямую связано с предположениями о возможном повышении уровня сероводородной зоны в центральной части моря, а также с установленным фактом обширного заражения сероводородом придонных вод северо-западного шельфа в летний период.

Под влиянием антропогенных факторов за последние три десятилетия произошли заметные изменения химического режима моря. В наибольшей степени эти явления

проявились в мелководной северо-западной части моря, в которую поступает преобладающая доля речного стока. Образующийся в придонной обескислороженной области сероводород насыщает воду, который под действием штормовых ветров выходит на поверхность.

Это приводит к колоссальным убыткам – заморам рыбы, гибели ценных моллюсков и водорослей. Следует отметить, что периодические сероводородные «заморы» охватывают практически весь северо-западный шельф.

В настоящее время не сформировалось единого представления о динамике границ сероводородной зоны в центральной части Чёрного моря. Наблюдающееся в последние десятилетия бурное развитие гребневиков и медуз существенно увеличило поставки в анаэробную зону усвояемого органического вещества.

Исследование динамики концентрации сероводорода в анаэробной зоне Черного моря имеет важное значение для понимания экологических процессов, охраны окружающей среды и устойчивого использования природных ресурсов [1].

Цель исследования – проанализировать динамику концентрации сероводорода в анаэробной зоне Черного моря в многолетнем аспекте.

Материалы и методы исследования. Для достижения цели и решения поставленных задач в исследовании был применен комплекс методов, принятых в научном сообществе, включая анализ и синтез, сравнение, системный анализ и другие.

Для анализа были использованы данные, полученные из экспедиционных источников, а также из Банка данных Морского гидрофизического института РАН.

Для обработки данных и обеспечения надежности анализа использовались результаты предыдущих исследований, опубликованных отечественными и зарубежными учеными.

Теоретической базой научной работы служили результаты научных исследований, представленные в трудах отечественных и зарубежных ученых А.В. Видничука, С.К. Коновалова, С.И. Кондратьева, L. Codispoti., E. Stanev, P. Poulain и др. [2-11].

Сравнивая результаты исследований сероводородного слоя (С – слоя) Черного моря, начатые с 1982 года отечественными и международными учеными, были сделаны выводы, что за последние 40 лет толщина С-слоя увеличилась почти в 4 раза и верхняя граница его в Черном море поднялась в среднем на 40–50 м. На основе расчетов средней глубины залегания верхней границы предполагается, что в период с 1955 по 1961 г. происходил ее подъем со скоростью 6,0 м/год, а в последние 10 лет он не превышает 2 м/год [2, 4, 6, 9]. Учитывая данные 100-летней давности, предполагается наличие многолетнего цикла (повидимому протяженностью 23–30 лет).

Ученые считают, что пока нельзя с полной уверенностью утверждать, будто верхняя граница сероводородной зоны Черного моря неуклонно поднимается, хотя нельзя и утверждать, что ее положение остаётся неизменным. Вместе с тем, в настоящий момент наблюдаются локальные сезонные выходы сероводорода в северо-западной части Черного моря, что вызывает беспокойство ученых.

Результаты исследования и их обсуждение. Среди вод мирового океана Черное море занимает особое место по физико-химическим и биологическим особенностям.

Черное море имеет довольно низкую соленость воды, которая составляет около 17-18 промилле. Это объясняется тем, что в море впадает множество крупных рек, таких как Дунай, Днестр, Днепр, Дон, Кубань и другие, которые приносят большое количество пресной воды. Такое низкое содержание соли делает море благоприятным для обитания многих видов рыб и других организмов.

На глубине примерно 150–200 метров Черное море заполнено огромным слоем сероводорода. Толщина сероводородного слоя в Черном море может варьировать в различных районах моря в зависимости от сезона, температуры, давления, солености и других факторов. В некоторых частях моря толщина сероводородного слоя может достигать нескольких десятков метров. Этот слой является своеобразной границей между двумя различными зонами обитания в море.

В Черном море окислительно-восстановительный потенциал имеет отрицательные значения, что делает его уникальным среди всех морей мира. Это связано с тем, что на дне моря происходят процессы восстановления, в результате которых образуется сероводород.

В связи с особенностями своего химического состава и наличием слоя сероводорода, экосистема Черного моря существенно отличается.

В последние четыре десятилетия наблюдаются опасные изменения в химическом и биологическом составе моря.

Ежегодно в Черное море с речной водой поступает 4-5 миллиарда кубических метров сточных вод (4 % суммарного пресного стока), в которых содержится 400 тысяч тонн биогенных элементов, 2 млн тонн органических соединений, 410 тыс. тонн нефтепродуктов. За этот период 180 тыс. судов общим водоизмещением 125 млн тонн проходит через Босфор и сливают до 12 тыс. тонн нефти, которая покрывает пленкой до 10 тыс. квадратных километров его поверхности. Многие прибрежные города и населенные пункты не имеют очистных сооружений, их сточные воды «пополняют» море опасными микроорганизмами [9, 10].

В настоящее время Чёрное море загрязнено в сотни раз больше, чем центральные части Мирового океана. Столь значительные многочисленные поступления вредных веществ не могли не сказаться на биологии и гидрохимическом режиме Черного моря.

Губительное воздействие производственных и сельскохозяйственных стоков на флору и фауну Черного моря выразилось в массовой гибели ценных видов рыб и других обитателей моря. В середине 60-х годов в северо-западной части Черного моря прекратился промысел скумбрии и пелаמידы, вылов которых соответственно составлял 15 и 2–8 тыс. тонн в год. С этого времени вылов осетровых сократился почти в 50 раз; добыча кефали за последние 40 лет уменьшилась в 20 раз. Площади промысловых мидийных банок на северо-западном шельфе сократились с 9 до 2,6 тыс. квадратных километров. Наблюдается смертность дельфинов в Черном море, одна из причин которой – поражение заболеваниями вирусной и бактериальной этиологии вследствие истощения кормовой базы и загрязнения акватории.

Повышение концентрации фосфора, азота и ряда химических элементов, поступающих с речными стоками в Черноморскую экосистему, привело к развитию не кормовых одноклеточных водорослей, не входящих в сложившиеся цепи питания экосистемы моря. При этом больше всего страдает северо-западный шельф, т.е. наиболее продуктивные районы рыбного промысла. Цветение воды захватило устье Дуная и распространилось вдоль всего западного побережья.

Существенный урон экосистеме Черного моря нанес вселенец гребневик *Mnemiopsis leidyi*, сокративший количество планктона – основной пищи рыбы в 2-3 раза. Катастрофическое распространение гребневика объясняется тем, что на родине у Атлантического побережья Северной Америки он обитает в трудных конкурентных условиях, в Черном море новоявленный хищник не имеет естественных врагов.

В последнее время в научных кругах и средствах массовой информации обсуждается проблема химической опасности, связанная с подъемом сероводородной зоны Черного моря. Первоначально внимание этой проблеме стали уделять после экспедиции Института океанографии СССР в 1983 г., которая обнаружила повышение концентрации сероводорода на стандартном горизонте и заявила о резком подъеме границы сероводородной зоны. В этом же году произошла катастрофа с Мертвым морем, в котором глубинные, насыщенные сероводородом воды, поднялись на поверхность, поскольку утончился распресненный верхний слой. Исчезновение защитного пресного слоя Мертвого моря связано с 80%-ным изъятием стока реки Иордан на орошение, т. е. с антропогенным вмешательством в природные процессы.

Сорокин Ю.И. еще в семидесятые года отмечал, что увеличение доли медуз и гребневиков в планктонном сообществе Черного моря ускоряет процессы поставки в сероводородную зону усвояемого органического вещества [8]. Оно служит субстратом для

редукции сульфатов до сероводорода. В результате увеличивается концентрация H_2S в глубинных водах. В последние сорок лет северо-западный шельф периодически превращается в мертвую зону. Природа заморы состоит в изменении гидрологического и гидрохимического режимов вод, насыщения их сероводородом под влиянием зарегулирования речного стока и обогащения его удобрениями (рис.1).

Сероводородная зона Черного моря является важным аспектом его гидрохимии. «Сероводородная зона, или гидрогенсульфидная зона, является нижней частью водной массы, где содержание кислорода практически нулевое, а концентрация сероводорода достаточно высока. Главная задача исследований состояния сероводородной зоны в Черном море – понять пространственно-временную изменчивость положения верхней границы сероводорода» [2]. Это представляет интерес для ученых из-за потенциала сероводородной зоны влиять на экосистему и химические процессы в море. Изменение положения верхней границы сероводорода может быть обусловлено разными факторами, такими как падение кислорода в водной массе, поступление органического вещества или понижение температуры. Изучение этих процессов позволяет получить более полное представление о физико-химических процессах, происходящих в Черном море. Сероводородная зона Черного моря имеет важное значение для поддержания биологического разнообразия и экосистемы. Поэтому ее изучение является ключевым для оценки текущего состояния моря и принятия мер по его сохранению и экологической безопасности.

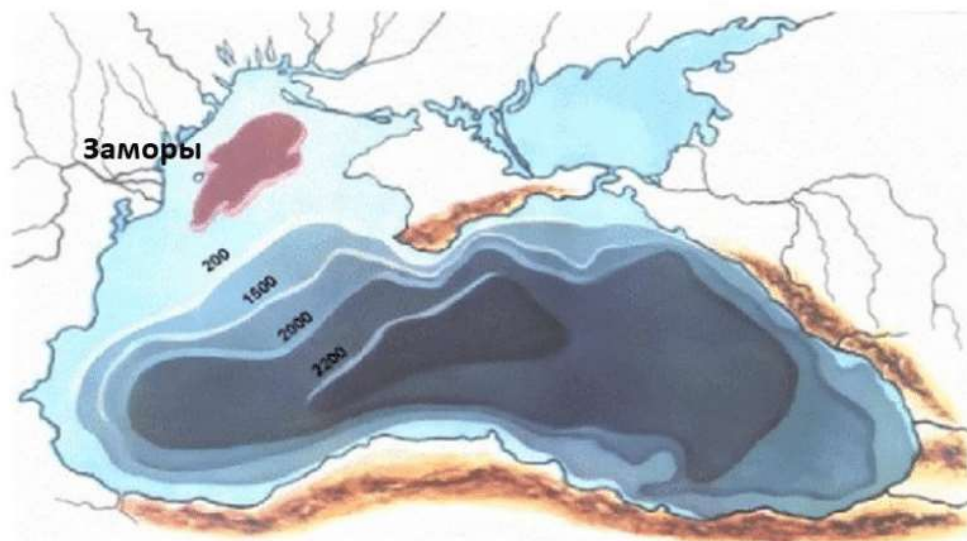


Рисунок 1 – Распределение сероводорода в Черном море [9]

«Изучением особенностей сероводородной зоны Черного моря ученые занимались с момента ее обнаружения в 1890 г. За этот период было накоплено, систематизировано и проанализировано большое количество данных. Однако, начиная с середины 1990-х годов и до середины текущего десятилетия, интенсивность экспедиционных исследований и анализ результатов исследований были существенно снижены. Это послужило отправной точкой к обобщению исторических и современных данных и проведению анализа многолетних изменений содержания сероводорода в анаэробной зоне Черного моря» [2].

С 2015 года Морской гидрофизический институт регулярно проводит исследования на глубоководных участках Черного моря для получения актуальных данных по его гидрохимии [2].

По данным экспедиции МГИ 2015–2017 гг. характер вертикального распределения сероводорода в целом «соответствует существующим представлениям: наблюдается

характерное линейное увеличение концентрации от глубины его появления до 500–800 м, многократное уменьшение вертикального градиента концентрации в слое 800–1200 м, слабое увеличение концентрации с глубиной в слое 1200–1750 м и относительно однородное распределение сероводорода внутри придонного слоя (1750–2000 м)» [2].

Анализ литературных данных [2-10] позволяет выделить три периода в динамике С-зоны Черного моря:

1) До начала 1970-х годов – период отмечен относительным постоянством концентрации сероводорода в нижних слоях и убываем в верхних слоях анаэробной зоны.

2) С начала 1970-х и до середины 1990-х годов – отмечен рост концентрации сероводорода в верхних и нижних слоях анаэробной зоны.

3) После середины 1990-х годов – период стабилизации концентрации сероводорода в нижних слоях и роста в верхних слоях анаэробной зоны.

Пристальное внимание отечественных и зарубежных ученых в изучении сероводородной зоны Черного моря привлечено к северо-западному шельфу (СЗШ), «на акватории которого, собственно, и образуется большей частью взвешенное органическое вещество, разложение которого впоследствии и приводит к появлению сероводорода» [3].

На СЗШ «особо выделяется бровка или край шельфа на глубинах примерно 130–150 м, над которой положение верхней границы сероводорода должно отличаться от глубоководной части моря. Разнонаправленность физических процессов, влияющих на положение верхней границы, создает дополнительные сложности в интерпретации результатов» [3].

Наиболее «тревожным явлением, связанным с сероводородной зоной в районе СЗШ, является ее поднятие в шкале плотностей, наблюдавшееся ранее [4-6] и в натурных исследованиях МГИ 2015–2019 гг.» [3].

Поднятие сероводородной зоны связывают с увеличением концентрации взвешенного органического вещества, выпадением атмосферных осадков и «увеличением интенсивности вертикального турбулентного обмена на бровке шельфа. Коэффициент вертикальной турбулентной диффузии по натурным данным для глубоководной части всего Черного моря, выполненный в 2008 году, показал, что он достигает своего максимального значения на глубинах около 150 м, т. е. примерно на глубинах появления сероводорода над континентальным склоном» [7].

Для выявления особенностей расположения верхней границы сероводорода сотрудниками Морского гидрофизического института были исследованы районы шельфовых зон (глубины не более 200 м) станций (рис. 2) и станций в глубоководной части Черного моря с глубинами более 500 м.

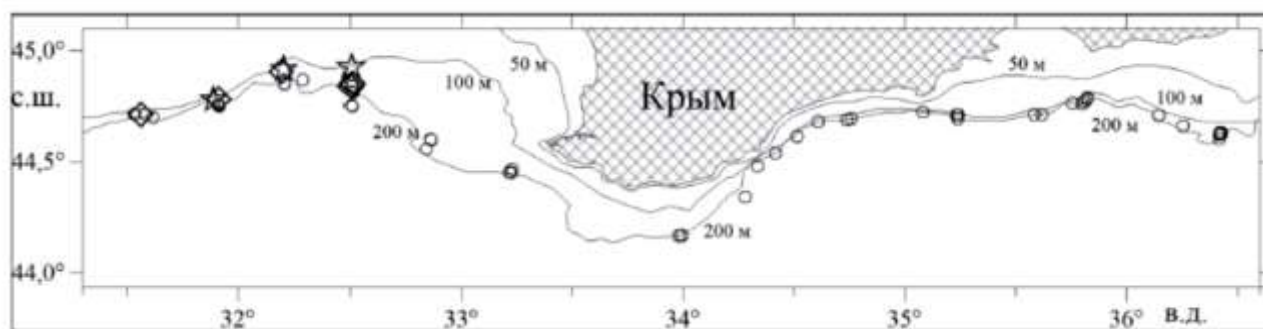


Рисунок 2 – Расположение гидрохимических станций на кромке шельфа Крыма в рейсах 2015–2019 гг. [3]

В результате исследований [3] была составлена карта (рис. 3) «на которой представлена «ленточная область» на СЗШ между изобатами 130 и 165 м, имеющая протяженность по горизонтали от 150 до 1100 м (в зависимости от крутизны шельфа), где следует ожидать

изменений в положении верхней границы сероводорода» [3].

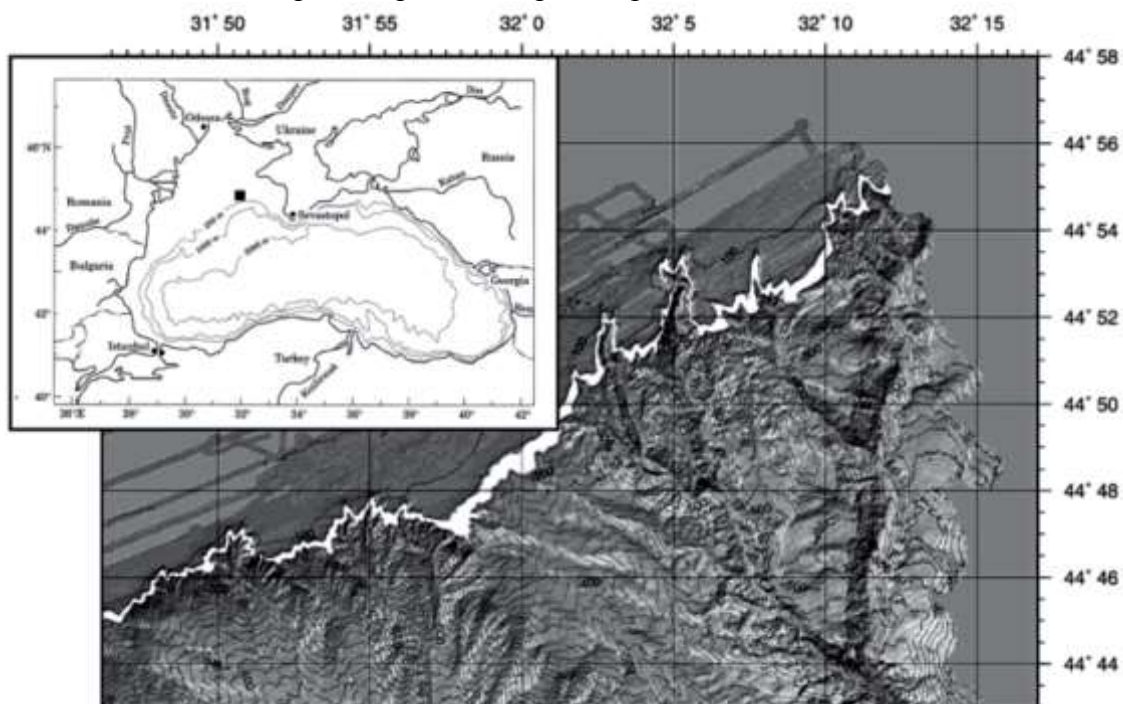


Рисунок 3 – Область на СЗШ, где на участке морского дна в пределах изобат 130-165 м (выделен белой полосой) располагается зона изменчивости окислительно-восстановительных условий в придонном слое [3]

Анализ и обобщение данных по показателям «субкислородной зоны» на всей акватории Черного моря показали, что «изосульфида 3 мкМ за последние 60 лет не изменяла своего положения в шкале плотности и при небольших отклонениях находилась на изопикнической поверхности $\sigma_t = 16,1 \text{ кг/м}^3$, тогда как положение изооксигены 10 мкМ изменялось во времени и пространстве» (рис. 4) [5, 12].

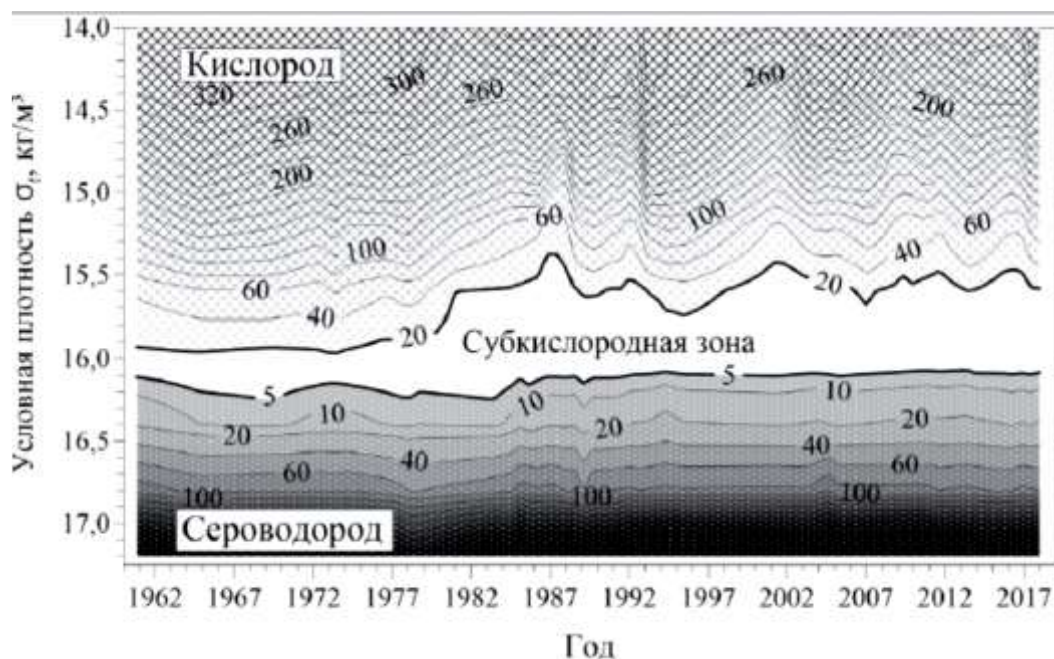


Рисунок 4 – Распределение кислорода и сероводорода в Черном море по многолетним данным [5]

Выводы. За последние четыре десятилетия антропогенная нагрузка на Черное море настолько возросла, что приблизила его к кризисному состоянию. Эта нагрузка выражается в зарегулировании стока рек, в возрастающем сбросе промышленных, бытовых и сельскохозяйственных сточных вод, а также в расширении судоходства. Настоящим бедствием стало появление в Черном море нового хищника – гребневика, подрывающего кормовую базу рыб, и при отмирании служащего субстратом для редукции сульфатов до сероводорода, что способствует увеличению концентрации сероводорода и поднятию сероводородной зоны.

Анализ данных морских экспедиций и систематических наблюдений показывает, что подъем сероводородной зоны носит локальный характер. На открытой части моря подъем S-зоны наблюдается в центрах циклонической деятельности, где верхняя граница сероводородной зоны зафиксирована на глубинах 50-60 м. На шельфе в северо-западной части моря под воздействием речных стоков, насыщенных удобрениями, в теплое время года создаются условия для образования в придонных слоях сероводорода и периодических выходов сероводородных вод. Это приводит к заморам рыбы, гибели моллюсков и др.

По данным, полученным в ходе экспедиции сотрудниками МГИ с 2004 по 2017 г., «средняя концентрация сероводорода слабо изменяется вблизи верхней границы анаэробной зоны ($\sigma_t = 16,4 \text{ кг/м}^3$), но в последние годы существенно увеличились пространственно-временные изменения наблюдаемых концентраций. На глубине $\sim 650\text{--}700 \text{ м}$ ($\sigma_t = 17,1 \text{ кг/м}^3$) наблюдается тенденция уменьшения концентрации, на глубине 1000 м она остается постоянной, а в глубинных слоях (ниже 1750 м) прослеживается некоторое увеличение концентрации сероводорода».

Однако этот вывод требует подтверждения экспедиционными измерениями в течение более продолжительного периода времени, что позволит получить более полное представление о долгосрочных тенденциях концентрации сероводорода и других химических параметров в водах Черного моря.

Это позволит выявить возможные сезонные, межгодовые и долгосрочные изменения, а также оценить их связь с климатическими и другими факторами.

Результаты исследования позволят получить новые данные о биогеохимических процессах, происходящих в анаэробной зоне Черного моря.

Полученные данные будут использованы для разработки мер по охране окружающей среды Черного моря.

Список использованной литературы:

1. Сьтник Н.А. Социально-экономические и экологические аспекты обеспечения устойчивого развития Республики Крым // Вестник КГМУ. 2022. № 3. С. 399-426.
2. Видничук А.В., Коновалов С.К. Изменение кислородного режима глубоководной части Черного моря за период 1980–2019 годы // Морской гидрофизический журнал. 2021. Т. 37. № 2. С.195-206.
3. Кондратьев С.И., Масевич А.В. Белокопытов В.Н. Положение верхней границы сероводородной зоны над бровкой шельфа Крыма // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2022. № 3. С. 97–107.
4. Yakushev E.V., Besedin D.E., Lukashev Yu.F., Chasovnikov V.K. On the rise of the upper boundary of the anoxic zone in the density field of the Black Sea in 1989–2000 // Oceanology. 2001. Vol. 4. № 5. P. 654–659.
5. Кондратьев С.И., Видничук А.В. Вертикальное распределение кислорода и сероводорода в Черном море в 2016 г. // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2020. № 3. С. 91–99.
6. Кондратьев С.И., Видничук А.В. Особенности вертикального распределения кислорода и сероводорода в Черном море по экспедиционным данным Морского гидрофизического института в 1995–2015 годах // Морской гидрофизический журнал. 2018. Т. 34. № 5.

С. 422–433. DOI: 10.22449/0233-7584-2018-5-422-433.

7. Самодуров А.С., Чухарев А.М. Экспериментальная оценка коэффициента вертикального турбулентного обмена в стратифицированном слое Черного моря в окрестности свала глубин // Морской гидрофизический журнал. 2008. № 6. С. 14–24.
8. Сорокин Ю. И. Микрофлора грунтов Черного моря // Микробиология. 1962. Т. 31. № 5. С. 899-903.
9. Безбородов А.А., Еремеев В.Н. Черное море. Зона взаимодействия аэробных и анаэробных вод. Севастополь: МГИ АНУ, 1993. 299 с.
10. Codispoti L.A., Friederich G.E., Murray J.W., Sakamoto C.M. Chemical variability in the Black Sea: implications of continuous vertical profiles that penetrated the oxic/anoxic interface // Deep-Sea Research. Part A. Oceanographic Research Papers. 1991. Vol. 38. № 2. P. 691–710. DOI: 10.1016/S0198-0149(10)80004-4.
11. Stanev E.V., Poulain P.-M., Grayek S., Johnson K.S., Claustre H., Murray J.W. Understanding the dynamics of the oxic-anoxic interface in the Black Sea // Geophysical Research Letters. 2018. Vol. 45. P. 1–8. DOI: 10.1002/2017GL076206.
12. Коновалов С. К., Видничук А. В., Орехова Н. А. Пространственно-временные характеристики гидрохимической структуры вод глубоководной части Черного моря // Система Черного моря. М.: Научный мир, 2018. С. 106–119. DOI: 10.29006/978-5-91522-473-4.2018.106.

References:

1. Sytnik N.A. Social'no-ekonomicheskie i ekologicheskie aspekty obespecheniya ustojchivogo razvitiya Respubliki Krym [Socio-economic and environmental aspects of sustainable development of the Republic of Crimea]. *Vestnik KGMTU* [KSMTU Bulletin], 2022, no. 3, pp. 399-426. (In Russian).
2. Vidnichuk A.V., Konovalov S.K. Izmenenie kislorodnogo rezhima glubokovodnoj chasti Chernogo morya za period 1980–2019 gody [Changes in the oxygen regime of the deep-water part of the Black Sea for the period 1980-2019]. *Morskoj gidrofizicheskij zhurnal* [Marine Hydrophysical Journal], 2021, vol. 37, no. 2, pp. 195-206. (In Russian).
3. Kondratyev S.I., Masevich A.V., Belokopytov V.N. Polozhenie verxnej granicy serovodorodnoj zony` nad brovkoj shel`fa Kry`ma [Position of the upper boundary of the hydrogen sulfide zone over the Crimean shelf break]. *Vestnik Moskovskogo universiteta* [Bulletin of Moscow University], 2022, no. 3, pp. 97-107. (In Russian).
4. Yakushev E.V., Besedin D.E., Lukashev Yu.F., Chasovnikov V.K. On the rise of the upper boundary of the anoxic zone in the density field of the Black Sea in 1989–2000. *Oceanology*, 2001, vol. 4, no. 5, pp. 654–659. (In English).
5. Kondratyev S.I., Vidnichuk A.V. Vertikal`noe raspredelenie kisloroda i serovodoroda v Chernom more v 2016 g. [Vertical distribution of oxygen and hydrogen sulfide in the Black Sea in 2016]. *Vestnik Moskovskogo universiteta* [Bulletin of Moscow University], 2020, no. 3, pp. 91-99. (In Russian).
6. Kondratyev S.I., Vidnichuk A.V. Osobennosti vertikal`nogo raspredeleniya kisloroda i serovodoroda v Chernom more po e`kspedicionny`m danny`m Morskogo gidrofizicheskogo instituta v 1995–2015 godax [Features of the vertical distribution of oxygen and hydrogen sulfide in the Black Sea according to the expedition data of the Marine Hydrophysical Institute in 1995-2015]. *Morskoj gidrofizicheskij zhurnal* [Marine Hydrophysical Journal], 2018, vol. 34, no. 3, pp. 91-99. (In Russian). DOI: 10.22449/0233-7584-2018-5-422-433.
7. Samodurov, A.S., Chukharev, A.M. E`ksperimental`naya ocenka koe`fficienta vertikal`nogo turbulentnogo obmena v stratificirovannom sloe Chernogo morya v okrestnosti svala glubin [Experimental estimation of the vertical turbulent exchange coefficient in the stratified layer of the Black Sea in the vicinity of the depth slope]. *Morskoj gidrofizicheskij zhurnal* [Marine Hydrophysical Journal], 2008, no. 6, pp. 14-24. (In Russian).

8. Sorokin Yu. I. Mikroflora gruntov Chernogo morya [Microflora of the Black Sea soils]. *Mikrobiologiya* [Microbiology], 1962, vol. 31, no. 5, pp. 899-903. (In Russian).
9. Bezborodov A.A., Ereemeev V.N. Chernoe more. Zona vzaimodejstviya aerobny`x i anaerobny`x vod. Sevastopol [Black Sea. Zone of interaction of aerobic and anaerobic waters]. Sevastopol, MGI ANU Publ., 1993, 299 p. (In Russian).
10. Codispoti L.A., Friederich G.E., Murray J.W., Sakamoto C.M. Chemical variability in the Black Sea: implications of continuous vertical profiles that penetrated the oxic/anoxic interface. *Deep-Sea Research. Part A. Oceanographic Research Papers*, 1991, vol. 38, no. 2, pp. 691–710. (In English). DOI: 10.1016/S0198-0149(10)80004-4.
11. Stanev E.V., Poulain P.-M., Grayek S., Johnson K.S., Claustre H., Murray J.W. Understanding the dynamics of the oxic-anoxic interface in the Black Sea, *Geophysical Research Letters*, 2018, vol. 45, pp. 1–8. DOI: 10.1002/2017GL076206.
12. Kononov S. K., Vidnichuk A. V., Orekhova N. A. Prostranstvenno-vremennyye xarakteristiki gidroximicheskoy struktury` vod glubokovodnoj chasti Chernogo morya [Spatial and temporal characteristics of the hydrochemical structure of the waters of the deep-water part of the Black Sea]. *Sistema Chernogo morya* [Black Sea System]. Moscow, Nauchny`j mir Publ., 2018, pp. 106–119. DOI: 10.29006/978-5-91522-473-4.2018.106. (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 66.047-912

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.006

Миронова Н.А., Катанаева Ю.А.
**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ПЛОДОВЫХ КОСТОЧЕК
В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ**

Аннотация. На предприятиях системы производства и переработки плодоовощного сырья ежедневно образуется большое количество отходов (вторичного сырья) в виде плодовых косточек. Косточки, из-за повышенной начальной влажности, требуют незамедлительной обработки после извлечения их из плодов. Процесс сушки позволяет увеличить срок хранения и сохранить качество продукта. Существуют различные способы и конструкции сушильных установок для осуществления тепловой обработки продуктов. Однако, в связи с многослойной структурой плодовых косточек, наличием различных видов связи влаги в их составляющих (ядро и скорлупа), а также необходимостью их высушивания в целом виде, в данной работе проведены исследования сушки плодовых косточек в псевдоожигенном слое. Такой способ сушки имеет широкое использование в различных отраслях промышленности и позволяет, при наименьших энергозатратах, получать качественный продукт с влажностью, рекомендуемой для сохранения качества продукта и срока хранения. Проведенные экспериментальные исследования выявили кинетические закономерности процесса сушки в псевдоожигенном слое, получены рекомендации по эффективной переработке плодовых косточек, а также определены физические параметры исследуемого продукта, которые позволят, в дальнейшем, спроектировать сушильную установку.

Ключевые слова: плодовые косточки, температура, псевдоожигенный слой, кинетика сушки, качество масла.

Mironova N.A., Katanaeva Yu.A.
**INVESTIGATION OF THE DRYING PROCESS OF FRUIT SEEDS
IN THE FLUIDIZED BED**

Abstract. At the enterprises of the system of production and processing of fruit and vegetable raw materials, a large amount of waste (secondary raw materials) in the form of fruit seeds is generated daily. The bones, due to the increased initial humidity, require immediate processing after they are extracted from the fruit. The drying process allows you to increase the shelf life and preserve the quality of the product. There are various methods and designs of drying plants for carrying out heat treatment of products. However, due to the multilayer structure of fruit seeds, the presence of various types of moisture bonds in their components (core and shell), as well as the need to dry them as a whole, studies of drying fruit seeds in a fluidized bed have been carried out in this work. This drying method is widely used in various industries and allows, with the least energy consumption, to obtain a high-quality product with the humidity recommended to preserve the quality of the product and shelf life. Experimental studies have revealed the kinetic patterns of the drying process in the fluidized bed, recommendations for effective processing of fruit seeds have been obtained, and the physical parameters of the product under study have been determined, which will allow, in the future, to design a drying plant.

Keywords: fruit seeds, temperature, fluidized bed, drying kinetics, oil quality.

Введение. Современная концепция в области потребления населения направлена на производство пищевых продуктов общего и специального назначения путем внедрения новых технологий производства продукции с направлено обогащенным химическим составом, в том числе лечебно-профилактического действия и для массового потребления. Использование для указанных целей вторичного сырья пищевой промышленности, в частности, плодовых косточек, которые являются важнейшим источником незаменимых биологически активных веществ, требует дальнейшего внедрения [1-4].

Одним из наиболее рациональных способов обеспечения длительного хранения сырья является сушка [5,6], так как в сухих продуктах замедляются микробиологические процессы, ухудшающие их качество. Все большее распространение при обезвоживании растительных материалов приобретает способ их сушки в псевдооживленном слое, который характеризуется высокой интенсивностью [7-9]. Исследования процесса сушки плодовых косточек в псевдооживленном слое совсем не изучались. Прежде всего, отсутствуют теоретические и экспериментальные исследования нестационарного теплообмена при сушке плодовых косточек как многослойной структуры с учетом их формы в псевдооживленном слое.

Перспективным направлением в тепловой обработке вторичных ресурсов плодоовощного сырья является производство сухих продуктов, однако, их получение и внедрение с точки зрения науки о процессах и аппаратах требует дальнейшего изучения. В связи с этим, приобретает актуальность задача научного обоснования способов и рациональных режимов переработки плодовых косточек как биологически ценного сырья с многослойной структурой при максимальном сохранении его качества в конечном продукте и предложении ресурсосберегающих технологий производства новой продукции повышенной пищевой ценности с разработкой соответствующего технологического оборудования.

Целью исследования является экспериментальное определение основных параметров кинетики сушки плодовых косточек в псевдооживленном слое, построение и анализ кривых сушки, исследование влияния параметров сушки на качественные показатели масла ядер плодовых косточек, определение физических параметров плодовых косточек.

Материалы и методы исследования. Объектом исследований были выбраны плодовые косточки сливы.

Исследования проводили на экспериментальной установке, схема которой представлена на рисунке 1.

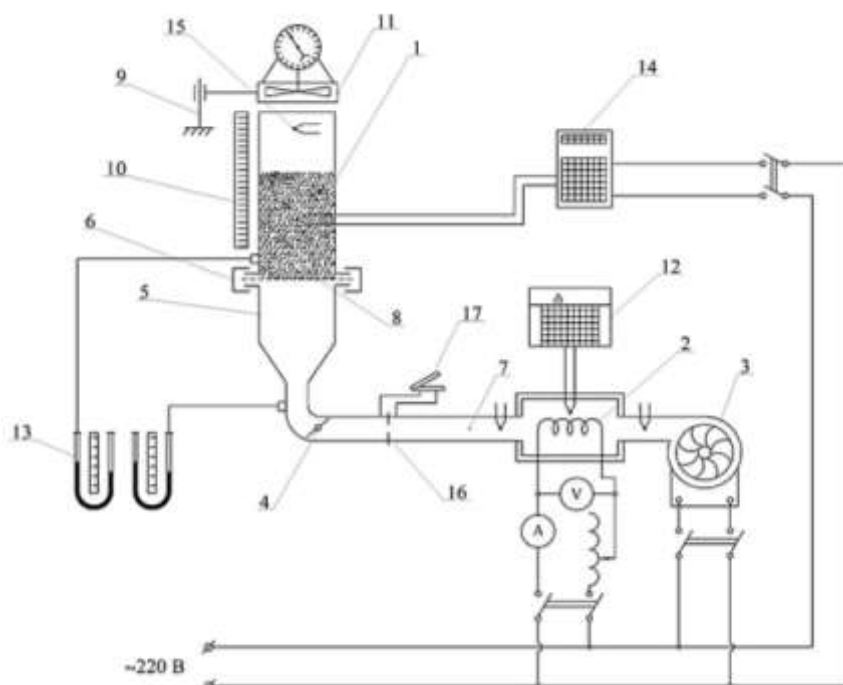


Рисунок 1 – Схема экспериментальной сушильной установки с псевдооживленным слоем: 1 – камера сушильная; 2 – калорифер электрический; 3 – вентилятор; 4 – заслонка; 5 – патрубок; 6 – захват; 7 – воздуховод; 8 – решетка газораспределительная; 9 – стойка; 10 – линейка; 11 – анемометр; 12 – потенциометр ЭПП-0,9; 13 – микроанометр дифференциальный; 14 – потенциометр КСП-4; 15 – термопара; 16 – диафрагма; 17 – микроанометр

Экспериментальная установка состоит из следующих основных узлов: камеры сушильной 1, основанием которой является газораспределительная перфорированная решетка 8, тепловентиляционной системы и контрольно-измерительной аппаратуры.

На установке имеется возможность варьирования такими параметрами, как температура и скорость сушильного агента, толщина слоя материала.

Для уменьшения тепловой инерции сушильная камера изготовлена из термостойкого стекла диаметром 100 мм и высотой 500 мм. В середине камеры 1 установлены хромель-копелевые термопары с диаметром проводов 0,2 мм в комплекте с шеститочечным автоматическим потенциометром 14 марки КСП-4 и автоматическим потенциометром 12 марки ЕПП-0,9 для измерения температуры воздуха и исследуемого продукта. Термопары были проверены на идентичность показаний сертификационным центром.

Показания температуры непрерывно записывались потенциометром КСП-4. Толщина слоя загружаемых косточек устанавливается по шкале, нанесенной по всей высоте цилиндрической емкости сушильной камеры и линейкой 10. Основание емкости выполнено из проволочной сетки (газораспределительная решетка 8), живое сечение которой – 75 %. Тепловентиляционная система установки включает в себя вентилятор 3, нагнетающий воздух в электрический калорифер 2 с четырьмя секциями нагрева.

Температура воздуха на входе в сушильную камеру и перед газораспределительной решеткой 8 регулируется изменением напряжения на калорифере 2 при помощи лабораторного автотрансформатора в интервале 20...120 °С и контролировалась по показателям амперметра и вольтметра.

Скорость потока воздуха регулировалась заслонкой 4.

Влажесодержание сушильного агента до сушильной камеры и после нее определяли по показаниям сухого и мокрого термометров психрометра, а температуру свежего теплоносителя контролировали с помощью термометра, установленного на выходе из калорифера.

Воздуховод 7 и калорифер 2 имеют теплоизоляцию асбестовым слоем толщиной 10...15 мм. С целью измерения падения давления в слое продукта и в сушильной камере использовались микроманометры. Массовый расход воздуха, подаваемого на сушку вентилятором 3, осуществлялось расходомером переменного перепада давлений, принцип действия которого основан на зависимости перепада давления, который создается неподвижным устройством, установленным в трубопроводе, от расхода вещества. Устройство включает в себя: преобразователь расхода (диафрагма) 16, создающий перепад давлений в зависимости от расхода, устройств соединительных, передающих перепад давления от преобразователя 16 к измерительному прибору, манометра дифференциального 17, который измеряет перепад давлений, образованный преобразователем расхода. В качестве преобразователя расхода была выбрана стандартная диафрагма диаметром 25 мм.

Процесс сушки термолабильных сыпучих материалов определяется, преимущественно, следующими факторами: температурой ($t_{a.c.}$, °С), влажностью (d , г/кг с. в.), скоростью сушильного агента (v , м/с); толщиной слоя материала (δ , м), исходными значениями влажесодержания и температуры материала ($U_{и}$, %; $\theta_{и}$, °С), интенсивностью перемешивания.

Параметры, характеризующие различные режимы сушки, имели следующие значения:

– исходное влажесодержание косточек, %	40...54
– исходная температура косточек, °С	20...75
– температура сушильного агента, °С	80, 120, 100, 160
– скорость сушильного агента, м/с	0,5...1,2
– влажесодержание сушильного агента, г/кг св.	12...60

Методикой опыта предусматривали сушку косточек при различных температурах теплоносителя до конечного влажесодержания 13 % с последующим определением качества масла ядер высушенных косточек. Сушку производили в кипящем слое толщиной 160 мм

при скорости сушильного агента 3,6 м/с. Диапазон изменения температуры сушильного агента – от 40 до 180 °С.

В процессе эксперимента через каждые 5 минут определяли температуру нагрева ядер косточек и убыль массы влаги в материале.

Влажность плодовых косточек определяли методом высушивания до постоянной массы в соответствии с ГОСТ 15113.4-77, при этом использовался сушильный шкаф СНОЛ 3,5.3.5.3.5/3,5И2, оснащенный автоматическим регулятором температуры, при ее значении $130 \pm 2^\circ\text{C}$.

При исследовании влияния параметров сушки на качество ядер плодовых косточек обращают внимание, главным образом, на изменение одного из основных показателей качества масла – его кислотного числа [7].

Определение кислотного числа масла ядер плодовых косточек производили согласно ГОСТ 10858-77 «Семена масличных культур. Методы определения кислотного числа масла».

Для получения надежных экспериментальных данных все опыты повторялись не менее четырех раз, после чего данные усреднялись.

Экспериментальные данные систематизировались и сводились в таблицу. По табличным данным строились термограммы и кривые кинетики процесса сушки. Проводилась математическая обработка данных с целью выявления основных закономерностей процесса и взаимосвязи исследуемых величин.

Результаты исследования и их обсуждение. На основании проведенных экспериментов были построены графики, представленные на рисунках 2-4.

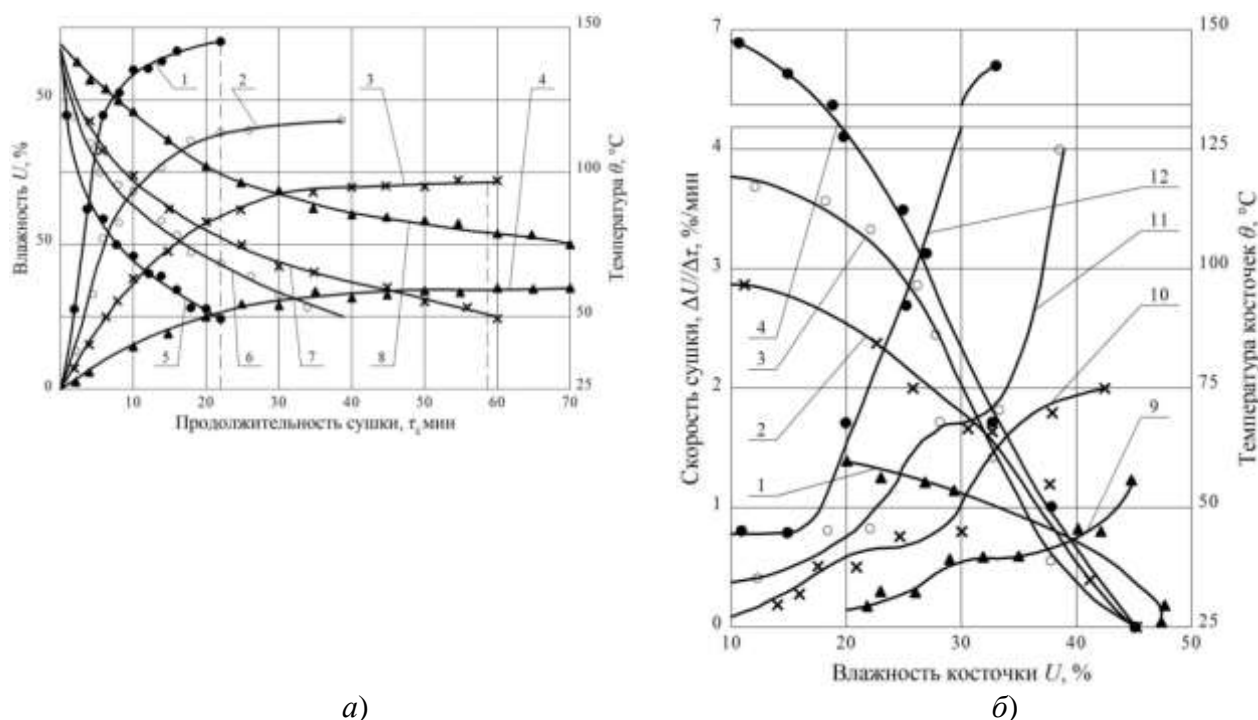


Рисунок 2 – Влияние температуры нагрева на кинетику сушки плодовых косточек:

а) 1, 2, 3, 4 – кривые нагрева, 5, 6, 7, 8 – кривые сушки косточки;

б) 1, 2, 3, 4 – кривые нагрева, 9, 10, 11, 12 – кривые скорости сушки косточки

▲ – $t = 60^\circ\text{C}$; × – $t = 100^\circ\text{C}$; ● – $t = 160^\circ\text{C}$; ○ – $t = 120^\circ\text{C}$; $v_{a.c.} = 0,8 \text{ м/с}$;

$d_{a.c.} = 14 \text{ г/кг с.в.}$

Анализ полученных результатов исследований показал, что при повышении влагосодержания косточек увеличивается процесс высушивания их до рекомендуемого влагосодержания, при этом возрастает скорость сушки в начале процесса. Значение скорости воздуха сушильного агента оказывает значительное влияние на изменение кинетических параметров процесса сушки от 17–15 %.

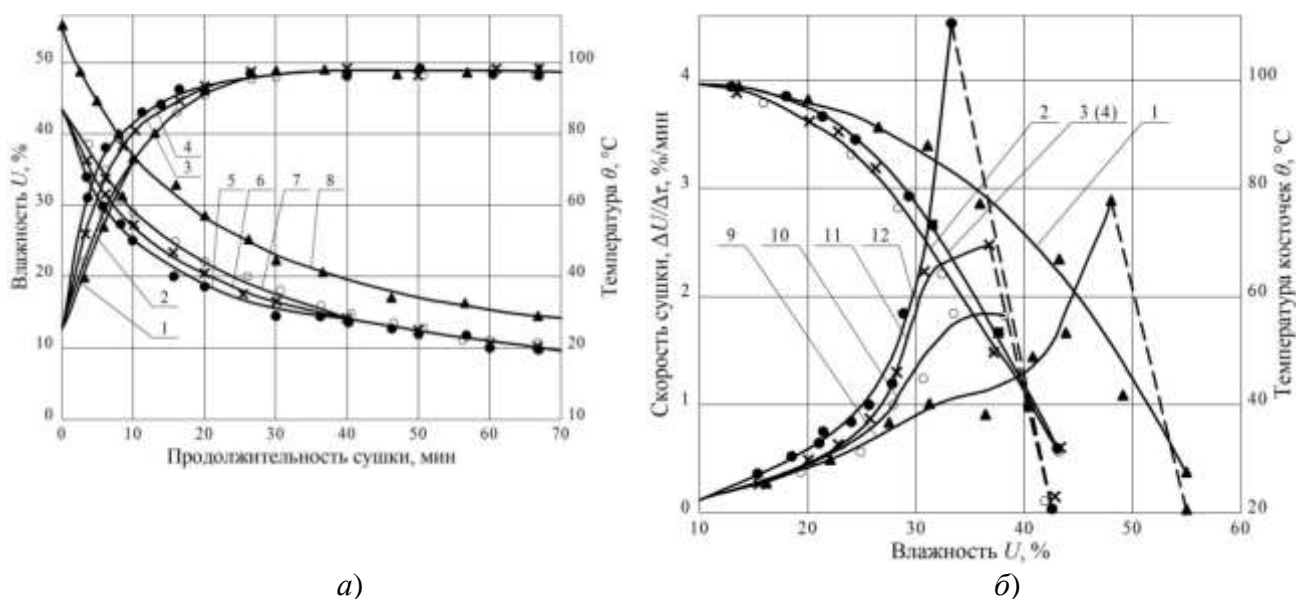


Рисунок 3 – Влияние исходного влагосодержания косточки и скорости сушильного агента на кинетику сушки плодовых косточек:

- a)* 1, 2, 3, 4 – кривые нагрева, 5, 6, 7, 8 – кривые сушки;
б) 1, 2, 3, 4 – кривые нагрева, 9, 10, 11, 12 – кривые скорости сушки
 ▲ – $v_{\text{a.c.}} = 1,2 \text{ м/с}$, $U_{\text{и}} = 55 \%$; ○ – $v_{\text{a.c.}} = 0,5 \text{ м/с}$, $U_{\text{и}} = 42,8 \%$; × – $v_{\text{a.c.}} = 0,8 \text{ м/с}$, $U_{\text{и}} = 42,8 \%$; ● – $v_{\text{a.c.}} = 1,2 \text{ м/с}$, $U_{\text{и}} = 42,8 \%$

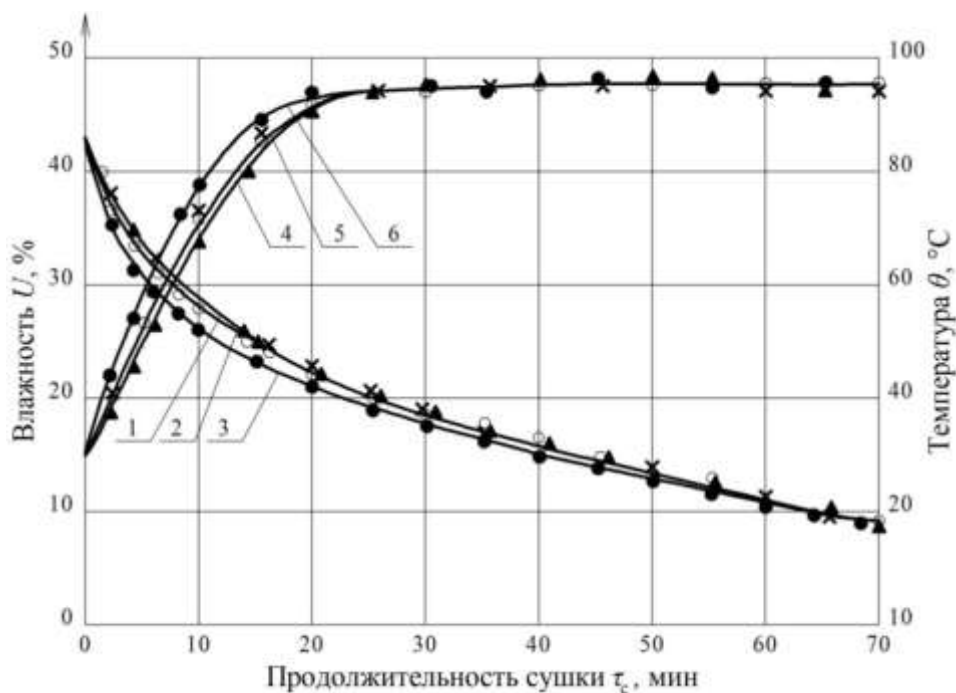


Рисунок 4 – Влияние влагосодержания сушильного агента на кинетику сушки и нагрева единичной косточки:

- 1, 2, 3 – кривые сушки; 4, 5, 6 – кривые нагрева
 ▲ – $d = 10 \text{ г/кг с.в.}$; × – $d = 25 \text{ г/кг с.в.}$; ○ – $d = 40 \text{ г/кг с.в.}$; ● – $d = 60 \text{ г/кг с.в.}$

Основным определяющим параметром при сушке косточек является температура их нагрева, которая не приводит к ухудшению содержащегося в ядрах косточек масла [6, 7, 10]. При температуре сушильного агента свыше $90 \text{ }^\circ\text{C}$ наблюдается растрескивание скорлупы косточек, что негативно сказывается на качестве продукта.

Как следует из графиков (рисунок 4) при сушке единичной косточки наблюдается

резкое снижение влагосодержания скорлупы в течение 10–12 мин. сушки. Уменьшение влагосодержания ядер происходит плавно, но при значении, равном 38–39 %, наблюдается критическая точка, после которой влагосодержание ядра некоторое время остаётся неизменным, затем, после растрескивания скорлупы (вторая критическая точка), происходит дальнейшее снижение влагосодержания ядра. Причина такого характера сушки единичной косточки заключается, видимо, в том, что испарение влаги происходит с поверхности скорлупы, и резкое снижение ее влагосодержания в начале процесса сушки ведет к уменьшению ее влагопроводности.

Характер изменения влагосодержаний ядра и скорлупы при сушке косточек в слое одинаково плавный, без критических точек. Это вызвано повышенным влагосодержанием сушильного агента в слое и падением его температуры, что предотвращает пересушивание скорлупы и ее растрескивание. Из графиков также видно, что сушка ядер косточек в скорлупе практически не зависит от того, как она протекает – в слое или единичной косточкой.

С целью исследования влияния температуры нагрева плодовых косточек на качественные показатели масла их ядер отбирали хорошо протертые, с низким содержанием примесей (7–10 %) косточки, выделенные на протирочных машинах и определяли решающий показатель, характеризующий качество масла в ядрах, – кислотное число [10].

Исходное влагосодержание косточек изменялось в небольших пределах – от 49,2 до 54,8 %; ядер – от 75 до 87 %.

Таблица 1 – Кислотное число масла ядер, мг КОН

№ опыта	Перед сушкой	Температура нагрева ядер, °С									
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	140
1	1,20	3,61	4,85	4,52	3,65	2,34	<u>1,17</u>	<u>0,98</u>	<u>1,10</u>	1,43	3,22
2	1,73	3,80	5,2	5,09	3,24	2,93	<u>1,61</u>	<u>1,64</u>	<u>1,68</u>	2,14	2,93
3	0,95	3,75	3,88	4,25	3,42	1,96	<u>1,02</u>	<u>1,04</u>	1,24	1,67	2,32
4	1,45	3,25	4,76	4,82	3,64	2,05	<u>1,15</u>	<u>1,23</u>	1,36	1,64	2,35

Анализ полученных данных таблицы 1, можно сделать вывод, что для косточек сливы оптимальной является область нагрева их ядер в интервале температур от 85 до 110 °С.

Показатель кислотного числа в процессе экспериментальных исследований менялся в зависимости от температуры нагрева ядер в плодовых косточках и от длительности хранения их перед сушкой. Можно выделить три периода изменения кислотного числа.

В первом периоде при температуре нагрева от 40 до 60 °С изменение кислотного числа обуславливается повышением при нагревании активности фермента липоксигеназы, который провоцирует окисление жиров, а также повышением активности фермента липазы, что ведёт к гидролизу глицеридов жиров [9, 11].

Во втором периоде повышение значения кислотного числа объясняется началом термического разложения жиров. При температуре нагрева свыше 120 °С происходит образование низкомолекулярных жирных кислот, потемнению ядер и растрескиванию скорлупы косточек.

Третий период сопровождается уменьшением значения кислотного числа, что снижение кислотного числа при температуре нагрева в интервале от 60 до 90–110 °С вызвано связыванием свободных жирных кислот с веществами нелипидного характера [10,11].

Нами, также была проведена серия экспериментальных исследований по влиянию сушки в псевдооживленном слое на качество косточек, прошедших хранение перед сушкой и охлажденных до температуры наружного воздуха (таблица 2).

Анализ таблицы 3 показывает, что во время, даже непродолжительного хранения, в ядрах косточек происходят процессы, в результате которых снижается эффективность сушки, а качество масла ядер ниже, чем в просушенных непосредственно после их выделения.

Таблица 2 – Динамика изменения влагосодержания ядер в процессе хранения косточек после их сушки в псевдоожиженном слое

$t_{a.c.}, ^\circ C$	Влагосодержание ядер, %							
	До сушки	После сушки при хранении, час. $U_{кост.} = 13\%$						
		0	3	10	24	48	72	96
150	78,9	29,8	27,5	22,6	18,6	15,3	14,6	13,3
130	82,4	25,8	22,0	17,5	14,9	13,2	11,3	10,1
100	79,6	25,0	18,2	15,0	13,2	12,05	12,13	12,1
80	79,6	25,4	22,6	19,1	16,0	14,8	13,5	13,3
60	81,4	27,3	22,5	18,0	16,4	15,1	14,2	13,5
40	76,8	22,3	20,3	18,3	16,7	15,3	14,0	13,07

Таблица 3 – Влияние длительности хранения косточек перед сушкой на качество сухих косточек

№ опыта	Продолжительность хранения, мин.	$U, \%$		Кислотное число масла ядер косточек, мг КОН	
		косточек	ядер	до сушки*	после сушки
1	30	49,2	77,3	1,3/1,44	1,3
2	60	48,75	77,3	1,09/1,5	1,52
3	90	49,5	82,4	1,41/1,76	1,78
4	120	50,2	81,6	1,45/1,96	2,08

* в числителе – кислотное число масла ядер косточек, выделенных из протирочных машин; в знаменателе – кислотное число масла ядер косточек перед сушкой

С целью осуществления дальнейшего расчета конструктивных параметров сушильной установки необходимо знать физические характеристики плотного слоя плодовых косточек [12, 13]: гидравлическое сопротивление ΔP , объемную массу γ , угол естественного откоса α , скважистость и плотность укладки S, T . Перечисленные свойства слоя косточек в научной литературе нами не обнаружены.

Скважистость массы косточек S – это отношение объема свободного пространства между косточками $V_{мк}$ ко всему объему, занимаемому слоем косточек V_o . Плотность укладки массы косточек T – это отношение объема, занимаемое твердыми частицами (косточки и твердые примеси) V_k ко всему объему, занимаемому слоем косточек, формулы (1) и (2) [14-16]:

$$S = \frac{V_{мк}}{V_o} \times 100, (\%); \quad (1)$$

$$T = \frac{V_k}{V_o} \times 100, (\%). \quad (2)$$

Эти величины зависят от формы, размеров, степени засоренности примесями, шероховатости поверхности, способа укладки, влажности, толщины слоя косточек и т. д. и важны как в процессе сушки, так и в процессе хранения косточек.

В связи с тем, что значения плотности укладки и скважистости слоя косточек изменяются в довольно значительных пределах, эти характеристики слоя мы определяли из массы косточек, состоящей из 100 твердых частиц.

Исследования проводили отдельно для сырых и высушенных косточек по стандартной методике [16]. Истинный объем 100 частиц определяли погружением их в мерный цилиндр,

заполненный до 100 см³ объема керосином. Увеличение объема жидкости после погружения в нее 100 косточек соответствует истинному объему, занимаемому косточками – V . Общий объем массы V_o (см³) можно выразить через объемную массу, пользуясь формулой для определения объема любой сыпучей массы:

$$V_o = \frac{P \cdot 1000}{\gamma}, \text{ см}^3, \quad (3)$$

где P – масса 100 частиц, выделенных из массы косточек, г;

γ – объемная масса косточек, г/л.

Данные опытов и вычисленные по ним значения объемной массы, плотности укладки T и скважистости S приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Определение объемной массы, плотности укладки и скважистости массы косточек

Косточки	$U_k, \%$	$P, \text{ г}$	$\gamma, \text{ г/л}$	$V_o, \text{ см}^3$	$V_k, \text{ см}^3$	$T, \%$	$S, \%$
Сырые	52	540	810	670	320	48	52
	61	590	843	700	315	45	55
	56	563	817	690,0	315	46	54
Сухие	10	380	590	645	220	34	66
	13	286	602,5	642	232	36	64
	8	372	591	630	214	31	69

Ниже приведена сводная таблица средних значений физических характеристик.

Таблица 5 – Физические характеристики слоя косточек

Косточки	Характеристики			
	угол естественного откоса, α , град.	объемная масса, γ , г/л	плотность укладки, T , %	скважистость, S , %
Сырые	до 74	825	47	53
Сухие	38	591	34	66

Из таблицы 5 видно, что с ростом влажности косточек (в сырых примеси составляли 20–25 %, в сухих – до 1,5 %) угол естественного откоса, объемная масса, плотность укладки и скважистость слоя увеличиваются.

Выводы. Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать вывод, что сушку косточек сливы следует осуществлять сразу после выделения из протирочных машин при температуре нагрева косточек от 85 до 110 °С (температура сушильного агента при этом 85 – 120 °С), что позволит интенсифицировать процесс, сохранить и улучшить качество масла, которое содержится в ядрах плодовых косточек.

Определены основные физические характеристики слоя плодовых косточек сливы в зависимости от их влажности:

α – угол естественного откоса, град.	38...74;
γ – объемная масса, г/л	591...825;
S – скважистость, %	53...66;
T – плотность укладки, %	34...47.

Полученные данные могут быть использованы в тепловых расчетах, от которых зависит выбор рационального способа сушки продукта, проектировании сушильного оборудования, определения механизма переноса тепла во влажном продукте, анализе форм и видов связи влаги с продуктом.

Перспективами дальнейших исследований является изучение закономерностей изменения теплофизических характеристик составляющих плодовых косточек (ядро и скорлупа) в процессе сушки.

Список использованной литературы:

1. *Перфилова О.В., Магомедов Г.О. и др.* Перспективы использования вторичного сырья сокового производства в пищевой промышленности // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: сб. матер. III Междунар. науч.-техн. конф. Воронеж: ВГУИТ, 2016. С. 436–443.
2. *Giovannucci E.* Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature // *J Natl Cancer Inst.* 1999. V. 91. P. 317–331.
3. *Cheng H. M. et al.* Lycopene and tomato and risk of cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence // *Critical reviews in food science and nutrition.* 2019. Vol. 59. №. 1. P. 141–158.
4. *Харин В.М., Агафонов Г.В.* Тепло- и влагообменные процессы и аппараты пищевых производств (теория и расчет). М.: Пищевая промышленность, 2002. 472 с.
5. *Гельперин Н.И., Айништейн В.Г., Кваша В.Б.* Основы техники псевдоожижения / Под ред. Н.И. Гельперина. М.: Химия, 1967. 664 с.
6. *Коношин И.В., Волженцев А.В. и др.* Оптимальные параметры сушки кипящего слоя // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 8. С. 211–214.
7. *Гинзбург А.С., Савина И.М.* Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов: справочник. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 280 с.
8. *Шишацкий Ю.И., Яковлев Н.Н.* О сушки плодов в псевдоожиженном слое // Материалы XLV отчетной научной конференции. Воронеж, ВГТА. 2006. Ч. 2. С. 64.
9. *Копейковский, В.М., Данильчук С.И.* Технология производства растительных масел. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 416 с.
10. *Поперечный А.Н., Миронова Н.А. и др.* Влияние параметров сушки плодовых косточек на качество получаемого масла // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». Россия, Санкт-Петербург. 2016. № 2. С. 3-12.
11. *Бочкарёв Е.А.* Технология переработки продукции растениеводства. Самара, 2003. 203 с.
12. *Голубкович А.В., Чижиков А.Г.* Сушка высоковлажных семян и зерна. М.: Агропромиздат, 1991. 174 с.
13. *Драганов Б.Х., Кузнецов А.В., Рудобахта С.П.* Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1990. 463 с.
14. *Лисицын А.Н., Григорьева В.Н.* Потенциал продуктов переработки масличных культур для современного кормопроизводства // Масложировая индустрия: материалы 15 Международной конференции (28-29 октября 2015 г.). Санкт-Петербург, 2015. С. 7-10.
15. *Ревенко В.Ю., Фролов С.С.* Физико-механические свойства семян подсолнечника современной селекции // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2015. № 12-6. С. 8-14.
16. *Стародубцева А.И., Паньшина Н.И.* Практикум по хранению зерна. М.: Колос, 1987. 256 с.

References:

1. *Perfilova O.V., Magomedov G.O. et al.* Perspektivy ispol'zovaniya vtorichnogo syr'ya sokovogo proizvodstva v pishchevoj promyshlennosti [Prospects for the use of secondary raw materials of juice production in the food industry]. *Sbornik materialov 3 Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferencii «Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informacionnoe obespechenie»* [Collection of proceedings of the 3rd International scientific-

- technical conference “Food security: scientific, personnel and information support”). Voronezh, VGUIT Publ., 2016, pp. 436-443. (In Russian).
2. Giovannucci E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. *J Natl Cancer Inst*, 1999, vol. 91, pp. 317-331. (In English).
 3. Cheng H. M., Koutsidis G., Lodge J. Lycopene and tomato and risk of cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2019, vol. 59, no. 1, pp. 141-158. (In English).
 4. Kharin V.M., Agafonov G.V. *Тепло- и влагообменные процессы и аппараты пищевых производств (теория и расчет)* [Heat and moisture exchange processes and devices of food production (theory and calculation)]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 2002, 472 p. (In Russian).
 5. Gel'perin N.I., Aynshteyn V.G., Kvasha V.B. *Osnovi tekhniki psevdoozheniya* [Fundamentals of fluidization technique]. Moscow, Himiya Publ., 1967, 664 p. (In Russian).
 6. Konoshin I.V., Volzhencev A.V. et al. Optimal'nye parametry sushilki kipyashchego sloya [Optimal parameters of the fluidized bed dryer]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2018, no. 8, pp. 211-214. (In Russian).
 7. Ginzburg A.S., Savina I.M. *Massovlagoobmennyye kharakteristiki pishchevykh produktov* [Mass-moisture exchange characteristics of food products]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1982, 280 p. (In Russian).
 8. Shishackij Yu.I., Yakovlev N.N. O sushki plodov v psevdoozhennom sloe [On drying fruits in a fluidized bed]. *Materialy XLV otchetnoj 18 nauchnoj konferencii* [Materials of the XLV reporting 18 scientific conference]. Voronezh, 2006, Part 2, 64 p. (In Russian).
 9. Kopejkovskij, V.M., Danil'chuk S.I. *Tekhnologiya proizvodstva rastitel'nykh masel* [Technology of production of vegetable oils]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1982, 416 p. (In Russian).
 10. Poperechnyj A.N., Mironova N.A. Vliianiia parametrov sydhi plodovix kostoček na kachestvo polychaemogo masla [The influence of the parameters of drying fruit seeds on the quality of the oil obtained]. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevykh proizvodstv»* [Scientific journal of NRU ITMO. Series “Processes and apparatus of food production”]. St. Petersburg, 2016, no. 2, pp. 3-12. (In Russian).
 11. Bochkarev E.A. *Tekhnologiya pererabotki produkcii rastenievodstva* [Technology of processing of crop production]. Samara, 2003, 203 p. (In Russian).
 12. Golubkovich A.V., Chizhikov A.G. *Sushka vysokovlazhnyh semyan i zerna* [Drying of high-moisture seeds and grains]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1991, 174 p. (In Russian).
 13. Draganov B.H., Kuznecov A.V., Rudobashta S.P. *Teplotekhnika i primeneniye teploty v sel'skom hozyajstve* [Heat engineering and the use of heat in agriculture]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, 463 p. (In Russian).
 14. Lisicyan A.N., Grigor'eva V.N. Potencial produktov pererabotki maslichnykh kul'tur dlya sovremennogo kormoproizvodstva [The potential of oilseed processing products for modern feed production]. *Maslozhirovaya industriya: materialy 15 Mezhdunarodnoj konferencii (28-29 oktyabrya 2015 g.)* [Oil and fat industry: materials of the 15th International Conference (October 28-29, 2015)]. St. Petersburg, 2015, pp.7-10. (In Russian).
 15. Revenko V.Yu., Frolov S.S. Fiziko-mekhanicheskie svoystva semyan podsolnechnika sovremennoj selekcii [Physico-mechanical properties of sunflower seeds of modern breeding]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Current problems of the humanities and natural sciences], 2015, no. 12, pp. 8-14. (In Russian).
 16. Starodubceva A.I., Pan'shina N.I. *Praktikum po hraneniyu zerna* [Grain Storage Workshop]. Moscow. Kolos Publ., 1987, 256 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Миронова Надежда Александровна	канд. техн. наук, доцент кафедры оборудования пищевых производств Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 83050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 mna_21_81@mail.ru
Mironova Nadezhda Aleksandrovna	Ph.D. (Engin.) Associate Professor at the Department of Food Production Equipment Donetsk national University of Economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 83050, Donetsk, Shchorsa str., 31 mna_21_81@mail.ru
Катанаева Юлия Александровна	канд. техн. наук, доцент кафедры общепромышленных дисциплин Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 83050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 katanaeva_ua@mail.ru
Katanaeva Yuliya Aleksandrovna	Ph.D. (Engin.) Associate Professor at the Department of General Engineering Disciplines Donetsk national University of Economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 83050, Donetsk, Shchorsa str., 31 katanaeva_ua@mail.ru

УДК 631.563.2

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.007

Соколов С.А., Кураш М.А., Зотова И.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ СУШКИ ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК

Аннотация. В пищевой промышленности при переработке яблок образуется много побочного продукта – яблочные выжимки. Они содержат минеральные вещества, витамины, фенольные соединения (гидроксикоричные кислоты, антоцианы, флавонолы и дигидрохальконы). Из-за высокого содержания влаги и быстрого микробного разложения яблочных выжимок, загрязняется окружающая среда, что требует дальнейшей переработки. Для решения этой проблемы и увеличения срока хранения яблочных выжимок применяются физические или технологические технологии, одной из которых является сушка. На основе экспериментальных исследований предложено эмпирическое уравнение для расчета скорости сушки в постоянном периоде измельчённых яблочных выжимок в кипящем слое в зависимости от температуры сушильного агента, скорости фильтрации через слой и удельной массовой нагрузки продукта на воздухораспределительное дно камеры сушилки. Для построения экспериментальных кривых псевдооживления использовался прямой метод, который предусматривает установку импульсных трубок в основании и над свободной поверхностью слоя. Показана корреляция экспериментальных и расчетных данных. Точность вычислений данных оценивалась методом наименьших квадратов. Среднеквадратичное отклонение расчетных и экспериментальных данных не превышало 9 %.

Ключевые слова: яблочные выжимки, псевдооживление, кинетика сушки, влажность, скорость сушки.

Sokolov S.A., Kurash M.A., Zotova I.A.

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE KINETICS OF APPLE PUMES DRYING

Abstract. In the food industry, when processing apples, a lot of by-products are formed - apple pomace. They contain minerals, vitamins, phenolic compounds (hydroxycinnamic acids, anthocyanins, flavonols and dihydrochalcones). Due to the high moisture content and rapid microbial decomposition of apple pomace, the environment is polluted, which requires further processing. To solve this problem and increase the shelf life of apple pomace, physical or technological technologies are used, one of which is drying. Based on experimental studies, an empirical equation has been proposed for calculating the drying rate in a constant period of crushed apple pomace in a fluidized bed depending on the temperature of the drying agent, the filtration rate through the layer and the specific mass load of the product on the air distribution bottom of the dryer chamber. To construct experimental fluidization curves, a direct method was used, which involves installing impulse tubes at the base and above the free surface of the layer. The correlation between experimental and calculated data is shown. The accuracy of data calculations was assessed using the least squares method. The standard deviation of the calculated and experimental data did not exceed 9 %.

Keywords: apple pomace, fluidization, drying kinetics, humidity, drying rate.

Введение. Пищевая промышленность генерирует большое количество остаточных отходов после сбора и переработки, что оказывает значительное экономическое, экологическое и социальное воздействие. Например, мировое производство яблок достигло 80 миллионов тонн в год [1], что обеспечивает огромное количество ресурсов для производства яблочного сока, сидра, сиропа и уксуса. При промышленной переработке яблок образуется полезный побочный продукт — яблочные выжимки, которые традиционно используются в качестве корма для животных. Хотя проводились исследования по эффективному управлению отходами яблочных выжимок [2], где предлагались более

разумные и экономически эффективные стратегии для повышения их ценности в концепции биопереработки, поскольку они представляют собой богатый источник фенольных соединений и пищевых волокон.

Яблочные выжимки состоят из кожицы и мякоти (95 %), семян (2–4 %) и стеблей яблока (1%); с содержанием пектина (3,5–14,3 %), клетчатки (13 %), гемицеллюлоз (4,3 %), крахмала (5,6 %), жира (0,6–4,2 %), белка (1,1–4,7 %), полифенолов, витаминов и минералов [3, 4].

Богатое содержание полифенолов в яблочных выжимках делает их ценным источником, который можно использовать в качестве потенциальной пищевой добавки, придающей окислительную стабильность. Так как полифенолы являются природными антиоксидантными соединениями и получают из растительных источников, их можно включать в пищу, напитки для увеличения срока годности за счет предотвращения окисления липидов и белков, а также защиты от микробной активности [5]. Кроме того, растительные полифенолы потенциально могут использоваться в косметических рецептурах, заменяя тем самым использование синтетических антиоксидантов [6].

Яблочные выжимки считаются хорошим источником пищевых волокон, включая значительное количество пектина с функциональными свойствами, превосходящими другие фруктовые выжимки. Таким образом, их использование в качестве функционального ингредиента может способствовать снижению риска развития диабета, гиперхолестеринемии или ожирения [7].

Для предприятий пищевой промышленности распределение отходов от переработки свежих фруктов и овощей уже давно является серьезной проблемой. Исследования показывают, что фрукты содержат физиологически активные компоненты, которые нежелательно выбрасывать [8].

Большинство исследований по использованию яблочных выжимок сосредоточены на восстановлении функциональных биоактивных соединений из яблочных выжимок и применение этих соединений в различных нутрицевтических продуктах. Тем не менее, растет интерес к использованию яблочных выжимок с минимальной обработкой в пищевых продуктах. Таким образом, исследования, направленные на разработку процессов и технологий, позволяющих сохранить полезные свойства яблочных выжимок при одновременной их деконтаминации, являются актуальными [9].

Цель исследования – разработать эмпирическое уравнение для расчета скорости сушки в постоянном периоде измельченных яблочных выжимок в кипящем слое в зависимости от температуры сушильного агента, его скорость фильтрации через слой и удельной массовой нагрузки продукта на воздухораспределительное дно камеры сушки в исследуемом диапазоне.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования были выжимки яблок осенних сортов, полученных в производственных условиях. Они относятся к капиллярно-пористым коллоидным телам. Начальная влажность W_0^c выжимок на сухую массу колеблется от 186 до 340 % в зависимости от способа на них воздействия. Влажность подсушенных выжимок регламентируется техническими условиями и находится в пределах 8,7–11,1 %. Эксперименты по нахождению критических скоростей псевдооживленного слоя измельченных выжимок и его гидравлические сопротивления различных высот проводили на лабораторной установке [10].

Рабочая камера устройства выполнена из прозрачного материала, что дало возможность выполнять визуальные наблюдения и съёмку процесса. Расход воздуха на устройстве регулировали задвижкой и измеряли по перепаду его давления на диафрагме. Гидравлическое сопротивление слоя выжимок и перфорированного воздухораспределительного дна рабочей камеры замеряли U-образным микроманометром. Перед исследованием заранее заданное весовое количество выжимок известной начальной влажности засыпали в камеру и фиксировали высоту неподвижного слоя. Затем сквозь слой продували воздух с разной скоростью и отмечали величины гидравлических сопротивлений

слоя. Для построения экспериментальных кривых псевдооживления использовался прямой метод, который предусматривает установку импульсных трубок в основании и над свободной поверхностью слоя. При каждой фиксированной скорости воздушного потока определяли гидравлическое сопротивление слоя, а визуально и на видео наблюдали характер движения частиц яблочных выжимок. По экспериментальным данным строили кривые псевдооживления и затем находили критическую скорость.



Рисунок 1 – Кривые псевдооживления яблочных выжимок эквивалентным диаметром 4 мм

На рисунке 1 показана кривая псевдооживления яблочных выжимок эквивалентным диаметром 4 мм. Для удобства анализа процесса псевдооживления на этом рисунке нанесены расчетные кривые $P = f(V)$ для пористостей $\xi = 0,6; 0,7; 0,8$ (соответственно кривые 1, 2 и 3) и теоретическое сопротивление слоя заданной высоты (кривая 4).

В процессе роста в неподвижном слое сопротивление его для $\xi = 0,7$ близко к теоретическому. Однако в течение эксперимента характер кривой $P = f(V)$ при подъеме слоя носит нерегулярный характер. Это объясняется тем, что под действием объемных и поверхностных сил в процессе перезакладки частиц в слое происходит перестройка структуры и изменение порозности слоя.

При $V \geq 2,55$ м/с наблюдается устойчивый режим псевдооживления слоя. Для начальной влажности 230% гранул диаметром 4 мм можно рекомендовать рабочий режим псевдооживления $V \geq 2,65$ м/с. Существует предел влажности измельченных выжимок $W_0^c = 260\%$, выше которой прекращается стойкий процесс псевдооживления слоя.

Результаты исследования и их обсуждение. Математическая обработка экспериментальных данных позволила получить зависимость для определения параметра слоя яблочных выжимок:

$$P = 0,9 M/F, \quad (1)$$

где M – масса продукта, кг;

F – площадь воздухораспределительной решетки, m^2 .

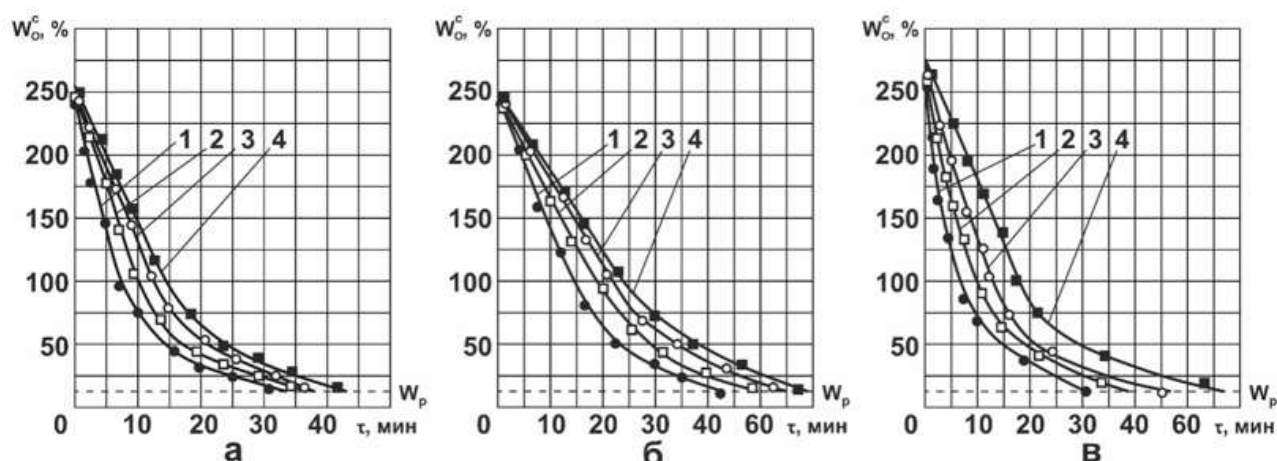
Сравнение экспериментальных данных с расчётными дает относительную ошибку не более 10 %.

Видеосъемка и визуальное наблюдение показали, что слой выжимок исходной влажностью $W_0^c = 260\%$, вообще не псевдооживляется, а лишь при влажности 240 % приобретает неоднородное кипение в одних случаях с поршневым проскоком, во втором – со сквозными устойчивыми каналами.

Также проводили эксперименты по определению удельной нагрузки продукта на воздухораспределительную решетку. Было установлено, что при нагрузке $M/F \leq 600$ Па и влажности $W_0^c = 240\%$ наблюдали стойкое каналообразование, которое становится особенно заметным при более высоких значениях начальной влажности выжимок. Рост удельной нагрузки продукта на решетку до 1000 Па способствует образованию пузырей в слое и поршнеобразованию. Качественное псевдооживление наблюдали при удельной нагрузке более чем 1000 Па.

Методика проведения экспериментов по сушке выжимок состояла в следующем: после стабилизации температурного и гидродинамического режима, в камеру сушки засыпали выжимки и повышали температуру для непрерывной регистрации уменьшения веса продукта в процессе сушки.

В ходе эксперимента измеряли температуру теплоносителя, его скорость и влажность, уменьшение веса за определенный промежуток времени. Контрольную влажность яблочных выжимок до и после экспериментов определяли стандартным методом отбора пробы в бюксы с последовательной сушкой их в сушильном шкафу до абсолютно сухого состояния. В качестве примера на рисунках 2 (а, б, в) представлены результаты экспериментальных исследований в виде семейства кривых сушки в соответствии с различными $\frac{M}{F} T, V$, полученные методом последовательного наложения ряда экспериментов.



а) значение V_{Φ} м/с: 1 – 3,8; 2 – 3,0; 3 – 2,8; 4 – 2,65; при $T=407\text{K}; M/F_p=1000 \text{ кг/м}^2=\text{const}$;
б) значение ТК: 1 – 407; 2- 387; 3 – 366; 4 – 338; при $V_{\Phi}=2,65 \text{ м/с}=\text{const}; M/F_p=960 \text{ кг/м}^2$;
в) значение $M/F_p, \text{кг/м}^2$: 1 - 1100; 2 - 1170; 3 - 1228; 4 - 1380; при $T=407\text{K const}; V_{\Phi}=2,65 \text{ м/сconst}$.

Рисунок 2 – Кривые сушки яблочных выжимок при разных режимных параметрах процесса

Из рисунка 2 видно, что изменение режимных параметров влияет на интенсивность сушки, характер же кривых сушки остается без изменений. Эксперименты показали, что в исследуемом диапазоне изменений режимных параметров, процесс сушки частиц яблочных выжимок имеет периоды постоянной и убывающей скорости сушки. В период убывающей скорости сушки кривая сушки $W = f(\tau)$ близка к экспоненциальной зависимости, так как асимптотически приближается к равновесной влажности продукта W_p . Наличие двух периодов сушки объясняется различным характером сочетания влаги с продуктом. В результате обработки экспериментальных данных получена зависимость для нахождения скорости сушки и измельченных яблочных выжимок нагретым воздухом в периоде постоянной скорости сушки:

$$N = A \times T \times V^{0,72} \times \left(\frac{M}{F}\right)^{-0,6} \quad (2)$$

где N – скорость сушки, % с^{-1} ;
 A – коэффициент, зависящий от принятых единиц измерения;
 T – температура нагретого воздуха, К;
 V – линейная скорости воздуха, м/с;
 M – масса продукта, кг;
 F – площадь воздухораспределительной решетки, м^2 .

На рисунке 3 показана корреляция экспериментальных и расчетных данных по уравнению (2). Точность вычислений данных оценивалась методом наименьших квадратов. Среднеквадратичное отклонение расчетных и экспериментальных данных не превышало 9%. Полученная зависимость (2) может быть использована для расчета скорости сушки яблочных выжимок в кипящем слое в рамках изменения режимных параметров экспериментов.

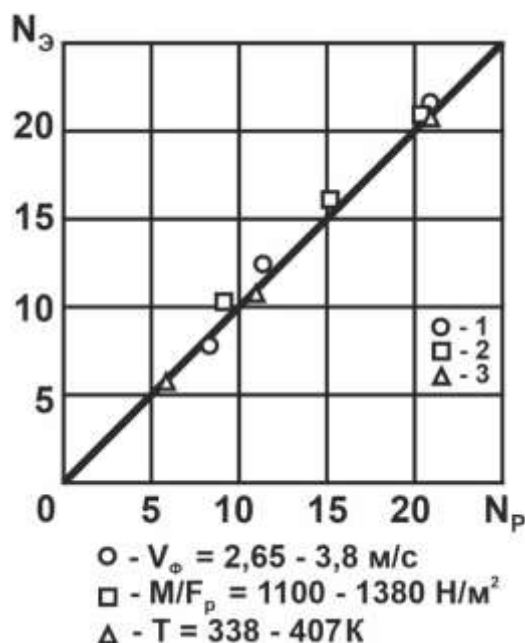


Рисунок 3 – Корреляция расчетных и экспериментальных данных скоростей сушки N по уравнению (2) для постоянного периода

Выводы. В результате экспериментальных исследований выявлены закономерности, характеризующие кинетику сушки измельченных яблочных выжимок.

По экспериментальным данным строили кривые псевдооживления и затем находили критическую скорость. Характер кривой во время эксперимента при подъеме слоя был нерегулярным, так как под действием объемных и поверхностных сил в процессе перезакладки частиц в слое происходит перестройка структуры и изменение порозности слоя. Математическая обработка экспериментальных данных позволила получить зависимость для определения параметра слоя яблочных выжимок (1).

Эксперименты по определению удельной нагрузки продукта на воздухораспределительную решетку установили, что при нагрузке $M/F \leq 600$ Па и влажности $W_0^c = 240$ % наблюдали стойкое каналообразование, которое становится особенно заметным при более высоких значениях начальной влажности выжимок. Рост удельной нагрузки продукта на решетку до 1000 Па способствует образованию пузырей в слое и поршнеобразованию.

Представлены результаты экспериментальных исследований в виде семейства кривых сушки яблочных выжимок при разных режимных параметрах процесса. В результате обработки экспериментальных данных получена зависимость для нахождения скорости сушки и измельченных яблочных выжимок нагретым воздухом в периоде постоянной скорости сушки (2).

Показана корреляция экспериментальных и расчетных данных по уравнению (2). Полученная зависимость (2) может быть использована для расчета скорости сушки яблочных выжимок в кипящем слое в рамках изменения режимных параметров экспериментов.

Получено эмпирическое уравнение для расчета скорости сушки измельченных выжимок в кипящем слое в постоянном периоде в зависимости от температуры агента сушки, его скорости фильтрации через слой и удельной массовой загруженности продукта на воздухораспределительной решетке в опытном диапазоне изменений режимных параметров сушки.

Список использованной литературы:

1. Сайт FAOSTAT. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#home> (дата обращения: 30.01.2024).
2. *Shalini R., Gupta D. K.* Utilization of pomace from apple processing industries: A review // *Journal of Food Science & Technology*. 2010. Vol. 47 (4). P. 365–371.
3. *Lyu F., Luiz S. F., Azeredo D. R. P., Cruz A. G., Ajlouni S., Ranadheera C. S.* Apple pomace as a functional and healthy ingredient in food products: A review // *Processes*. 2020. Vol. 8 (3). P. 319.
4. *Perussello C. A., Zhang Z. H., Marzocchella A., Tiwari B. K.* Valorization of apple pomace by extraction of valuable compounds // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017. Vol. 16 (5). P. 776–796.
5. *Bouarab Chibane L., Degraeve P., Ferhout H., Bouajila J., Oulahal N.* Plant antimicrobial polyphenols as potential natural food preservatives // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019. Vol. 99 (4). P. 1457–1474.
6. *Gasparrini M., Forbes-Hernandez T.Y., Afrin S., Reboredo-Rodriguez P., Cianciosi D., Mezzetti B. et al.* Strawberry-based cosmetic formulations protect human dermal fibroblasts against UVA-induced damage // *Nutrients*. 2017. Vol. 9 (6). P. 605.
7. *Wang S., Gu B. J., Ganjyal G. M.* Impacts of the inclusion of various fruit pomace types on the expansion of corn starch extrudates // *LWT*. 2019. Vol. 110. P. 223–230.
8. *Hussain A., Kausar T., Din A., Murtaza M. A., Jamil M. A., Noreen S., ... & Ramzan M. A.* Determination of total phenolic, flavonoid, carotenoid, and mineral contents in peel, flesh, and seeds of pumpkin (*Cucurbita maxima*) // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021. Vol. 45 (6). P. 15542.
9. *Соколов С.А., Зотова И.А., Кураш М.А.* Экспериментальная оценка влияния обработки высоким гидростатическим давлением на микробиологические показатели и витаминный состав яблочного жмыха // *Вестник Керченского государственного морского технологического университета*. 2022. № 2. С. 185-199.
10. *Гура А. В.* Сушка пивной дробины в аэровиброкипящем слое: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Александр Васильевич Гура. Донецк, 2009. 212 с.

References:

1. Site FAOSTAT. (In English). Available at: <https://www.fao.org/faostat/ru/#home> (accessed 30.01.2024).
2. *Shalini R., Gupta D. K.* Utilization of pomace from apple processing industries: A review. *Journal of Food Science & Technology*, 2010, vol. 47 (4), pp. 365–371. (In English).
3. *Lyu F., Luiz S. F., Azeredo D. R. P., Cruz A. G., Ajlouni S., Ranadheera C. S.* Apple pomace as a functional and healthy ingredient in food products: A review. *Processes*, 2020. vol. 8 (3), pp. 319. (In English).
4. *Perussello C. A., Zhang Z. H., Marzocchella A., Tiwari B. K.* Valorization of apple pomace by extraction of valuable compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2017, vol. 16 (5), pp. 776–796. (In English).
5. *Bouarab Chibane L., Degraeve P., Ferhout H., Bouajila J., Oulahal N.* Plant antimicrobial polyphenols as potential natural food preservatives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019, vol. 99 (4), pp. 1457–1474. (In English).
6. *Gasparrini M., Forbes-Hernandez T. Y., Afrin S., Reboredo-Rodriguez P., Cianciosi D., Mezzetti B. et al.* Strawberry-based cosmetic formulations protect human dermal fibroblasts

- against UVA-induced damage. *Nutrients*, 2017, vol. 9 (6), pp. 605. (In English).
7. Wang S., Gu B. J., Ganjyal G. M. Impacts of the inclusion of various fruit pomace types on the expansion of corn starch extrudates. *LWT*, 2019, vol. 110, pp. 223–230. (In English).
 8. Hussain A., Kausar T., Din A., Murtaza M. A., Jamil M. A., Noreen S., ... & Ramzan M. A. Determination of total phenolic, flavonoid, carotenoid, and mineral contents in peel, flesh, and seeds of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 2021, vol. 45 (6), pp. 15542. (In English).
 9. Sokolov S.A., Zotova I.A., Kurash M.A. Eksperimental'naya ocenka vliyaniya obrabotki vysokim gidrostaticheskim davleniem na mikrobiologicheskie pokazateli i vitaminnyj sostav yablochnogo zhmyha [Experimental assessment of the effect of treatment with high hydrostatic pressure on microbiological parameters and vitamin composition of apple pomace]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Marine Technological University], 2022, no. 2, pp. 185-199. (In Russian).
 10. Gura A.V. *Sushka pivnoy drobinny v aerovibrokipyashchem sloye. Diss. kand. tekhn. nauk* [Drying beer grains in an air-vibration fluidized bed. Cand. engin. sci. diss.]. Donetsk, 2009, 212 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Соколов Сергей Анатольевич	д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 sokoloff1906@mail.ru
Sokolov Sergey Anatolyevich	Dr. Sci. (Engin.), professor, Professor of the Department of machines and apparatus of food production Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 sokoloff1906@mail.ru
Кураш Мария Александровна	ассистент кафедры общеинженерных дисциплин Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 83050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 buenamaria@mail.ru
Kurash Maria Aleksandrovna	Assistant at the Department of General Engineering Disciplines Donetsk National University of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 83050, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchorsa str., 31 buenamaria@mail.ru
Зотова Ирина Александровна	канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры естествознания и безопасности жизнедеятельности Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 83050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 irinina.po@mail.ru
Zotova Irina Alexandrovna	Ph.D. (Engin.), Associate professor, Department of Natural Science and Life Safety Donetsk National University of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 83050, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchorsa str., 31 irinina.po@mail.ru

Фалько А.Л.

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЫПУЧЕГО ПРОДУКТА ПО ПЛОСКИМ СИТАМ СЕПАРИРУЮЩИХ МАШИН

Аннотация. В данном материале представлена серия теоретических исследований по перемещению частицы пищевого материала на плоских ситах сепарирующих машин. Исследования основаны на уже имеющуюся классическую теорию движения частицы по плоскости, однако, современный уровень машиностроительного производства и повсеместное использование компьютерной техники позволяют уточнять и упрощать некоторые элементы теории, а также совершенствовать математические подходы к расчёту оборудования и достижению результатов теории. Поэтому в работе представлен ряд теоретических описаний через призму практической их реализации в современных условиях производства. А именно, это следующие теории: движение сыпучего продукта на плоских ситах; значение габаритов ячеек сит на интенсивность и особенности перемещения частиц продукта; параметры синусоидального (гармонического) движения сита (сила инерции, ускорение, скорость); поведение сыпучего продукта на поверхностях наклонных сит.

Ключевые слова: сито, частица продукта, сила инерции, прямолинейное движение, сила трения, зерноочистительные машины.

Falko A.L.

A MODERN VIEW ON THE MOVEMENT OF BULK PRODUCT ALONG FLAT SIEVE SEPARATION MACHINES

Abstract. This material presents a series of theoretical studies on the movement of particles of food material on flat sieves of separating machines. The research is based on the already existing classical theory of particle motion along a plane, however, the modern level of mechanical engineering and the widespread use of computer technology make it possible to clarify and simplify some elements of the theory, as well as improve mathematical approaches to calculating equipment and achieving the results of the theory. Therefore, the work presents a number of theoretical descriptions through the prism of their practical implementation in modern production conditions. Namely, the following theories: movement of bulk product on flat sieves; the significance of the dimensions of the sieve cells on the intensity and characteristics of the movement of product particles; parameters of sinusoidal (harmonic) motion of the sieve (force of inertia, acceleration, speed); behavior of bulk product on the surfaces of inclined sieves.

Keywords: sieve, product particle, inertia force, linear motion, friction force, grain cleaning machines.

Введение. В настоящее время в области переработки зерна большое внимание уделяется чистоте и экологичности продукта, которые реализуются при получении муки в основном высшего и первого сорта. Требования к такому продукту сейчас настолько высоки, что не допускается даже мельчайшего процента примесей сорных трав в составе пшеницы предназначенной к помолу. Как следствие, роль качества сепарации зерна, а именно, отделения зёрен сорных трав и других инородных соринок, попавших разными способами в общую массу собранного урожая, становится решающим условием качества будущей муки [1]. Следует вспомнить, что идеальным способом качественной сепарации является именно ситовая сепарация, только на сите можно разделять фракции частиц сыпучего материала по размерам безошибочно, за исключением случаев деформации поверхности сита и, как следствие, изменение геометрии ситовых ячеек, что является прямым нарушением процесса сепарации.

Перед постановкой цели исследований и изложением основного материала следует

уделить внимание хотя бы основным требованиям, предъявляемым к ситовым сепараторам зерна и проектируемым в настоящий период времени [2].

Во-первых, это обеспечение устойчивого осуществления процессов прогрессивной технологии, когда в процессе переработки, в нашем случае ситовой сепарации, продукт подвергается оптимальному механическому воздействию, не вызывающему истирания, механического повреждения или разрушения частиц (зёрен) сыпучего продукта. Это обеспечивается правильными режимами колебаний ситовых поверхностей, оптимальной скоростью их движения, правильным подбором материала для изготовления сит.

Во-вторых, обеспечение максимально высокой технологической эффективности, обеспечивающей стабильно высокие экономические показатели, которые могут быть обеспечены не только производительностью, но и такими показателями как: стоимость изготовления, ремонта и монтажа оборудования; расходом электроэнергии; размерами занимаемой производственной площади и т.п.

В-третьих, обеспечение высокой износостойкости различных частей и деталей оборудования, соприкасающихся с продуктом. Зерновые культуры отличаются своими особыми свойствами, приводящими к агрессивному истиранию и даже выбиванию мелких частиц металла из металлических поверхностей (с недостаточной прочностью), что происходит за счёт многократно повторяющихся ударов в одно и то же место (на скоростях более 6...12 м/с) [3]. Известно много случаев, когда в результате ремонтных работ не соблюдались требования к износостойкости, что приводило к порче переработанного продукта, который в результате переработки становился непригодным не только в пищу человеку, но даже для приготовления животных кормов.

Целью исследования является обоснование и изложение упрощенной, и усовершенствованной теории движения частицы продукта на плоских ситах на основе многолетнего практического опыта её использования при конструировании машин для ситовой сепарации зерна пшеницы с учётом основных требований, предъявляемых к сепарирующему оборудованию, что является полезным для конструкторов и инженеров, работающих в области проектирования, производства или обслуживания оборудования пищевых производств [3, 4].

Результаты исследования и их обсуждение. В настоящее время теоретическое движение частицы на плоских ситах можно свести к условию просеивания сыпучей массы продукта сквозь плоское сито, это условие есть возможность скольжения частицы сыпучей массы по ситовой поверхности [5].

Для начала ознакомимся с условиями «идеального» перемещения материальной точки по плоской и неподвижной ситовой поверхности, и обязательно с условиями относительного перемещения этой точки по плоской, и подвижной ситовой поверхности [6].

Рассмотрим условие максимального равновесия материальной точки (идеализированной частицы продукта) на плоской поверхности, наклонённой под углом α к горизонту и неподвижной [7]. Идеализируя схему для упрощения исследований (рис. 1), будем считать, что статический f и динамический f' коэффициенты трения равны (хотя в действительности $f' < f$), а частица продукта неподвержена влиянию других частиц и иных факторов и представляет собой идеализированный слой продукта. На рисунке 1, а показано, что на частицу действует сила тяжести G , нормальная реакция поверхности R , сила трения F (максимальная). Согласно условию равновесия все три силы замкнуты в треугольник, а значит $F = R \cdot \operatorname{tg} \alpha = R \cdot \operatorname{tg} \varphi$ при $\alpha = \varphi$, где φ – угол трения.

Из рисунка 1, а можно заключить, что соблюдение неравенства $\alpha > \varphi$ необходимо для возможности перемещения частицы. Скорость перемещения идеализированной частицы найдём из дифференциального выражения её прямолинейного движения, вытекающего из рисунка 1, а:

$$\begin{aligned} \frac{G}{g} \cdot \frac{dv}{dt} &= T - F = G \cdot \sin \alpha - f \cdot G \cdot \sin \alpha - f \cdot G \cdot \cos \alpha \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{dv}{dt} &= g \cdot (\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha) \Rightarrow dv = g \cdot (\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha) dt \Rightarrow \\ &\Rightarrow v = g \cdot t \cdot (\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha) + C. \end{aligned} \quad (1)$$

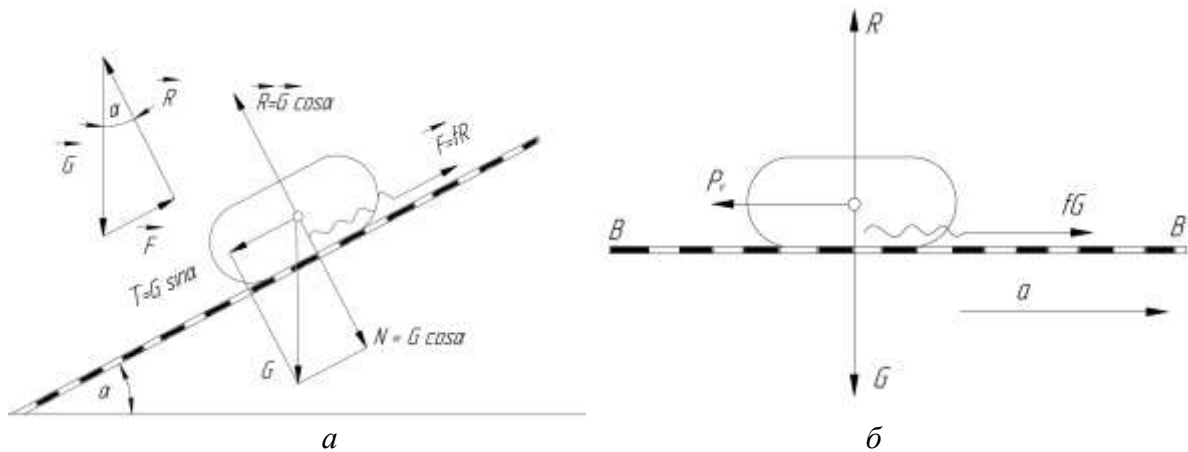


Рисунок 1 – Схема сил, действующих на идеализированную частицу, расположенную: *a* – на неподвижном наклонном сите, *б* – на подвижном горизонтальном сите

В выражении (1) при соблюдении исходных условий $t = 0$, $v_0 = 0$, где v_0 – начальная скорость частицы, постоянная интегрирования $C = 0$. А если и $v_0 = 0$, то получим:

$$v = g \cdot t \cdot (\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha). \quad (2)$$

Для качественной сепарации все слои сыпучей массы продукта должны войти в плотный контакт с ситовой поверхностью, а вследствие неподвижности сита продукт должен проходить по нему только одним тонким слоем, что резко снижает производительность. Невысокая производительность неподвижных плоских сит – это их приговор к редкому распространению и применению [8]. Поэтому в сепарирующем оборудовании применяются подвижные плоские сита, которые располагают под углом к горизонту α , который существенно меньше угла трения φ . В таких машинах сыпучая масса движется под воздействием, создаваемым неравномерным движением сит.

Согласно со схемой на рисунке 1, б инерция идеализированной частицы $P_u = m \cdot a$ направлена влево, а ускорение сита вправо и движение сита неравномерное. Также схема показывает, что при $P_u < f \cdot G$ движение частицы по сити невозможно, а при $P_u > f \cdot G$ контакт сита с частицей прерывается. Когда силе трения будет равна сила инерции, возникает критическое ускорение, которое определится так $a_{кр} = f \cdot g$ [9]. Если значение P_u из выражения $P_u > f \cdot G$ поменять на произведение $m \cdot a$ (равное по абсолютному значению), то получим: $m \cdot a \leq f \cdot G$ или $a \leq f \cdot g$.

Формула $a_{кр} = f \cdot g$ действительна при движении скольжением частиц плоской формы. Если форма частицы приближена к шару, то коэффициент трения скольжения заменяется приведенным коэффициентом трения качения [10]: (k/r) , где k – коэффициент трения качения, м; r – радиус частицы, м. И получаем: $a_{кр} = (k/r) \cdot g$ – для шаровидных частиц.

На характер движения сыпучих масс по ситовой поверхности влияет также размер ячеек (отверстий) сита. На движение по поверхности сита влияют геометрические параметры ячеек, которые часто забиваются застрявшими в них частицами сыпучей массы продукта [2].

Согласно рисунку 2, a частица (шаровидной формы) диаметром $D = 2 \cdot R$, застряла в круглой ячейке диаметром $D = 2 \cdot r$. Примем, что частица заклинила в ячейке под углом заклинивания $2 \cdot \beta$. Пока момент силы инерции не станет большим, чем момент силы тяжести, частица диаметром $D = 2 \cdot R$ в состоянии относительного покоя [10].

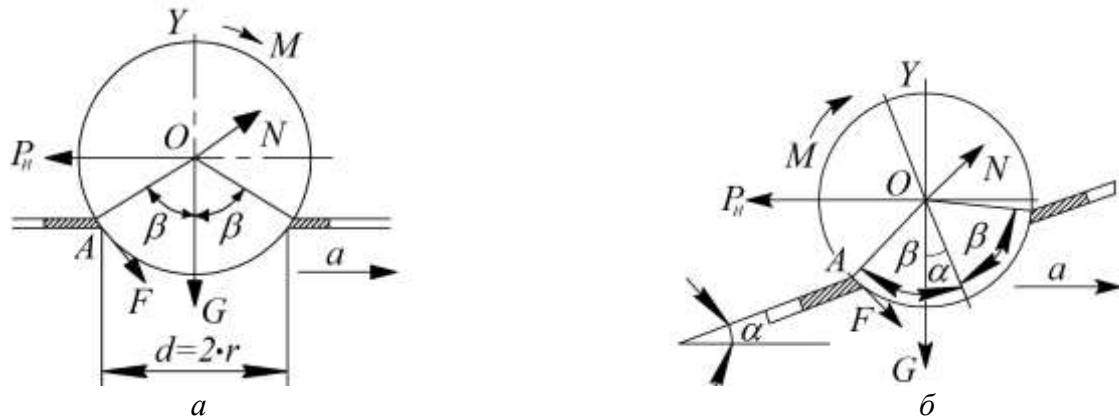


Рисунок 2 – Схемы сил, действующих на идеализированную частицу, находящуюся в круглой ячейке: a – подвижного горизонтального сита, b – подвижного наклонного сита

Момент удаления частицы из ячеек (опрокидывание) произойдет в точке A . Сила тяжести G , сила реакции опоры N , сила трения $F = f \cdot N$ и $M = k \cdot N$ – момент сопротивления качению влияют на частицу в этот момент. Определим силу инерции переносного движения [11]:

$$P_u = (G/g) \cdot a. \quad (3)$$

Запишем выражение, обуславливающее опрокидывание, и подставим значения P_u и M :

$$P \cdot R \cdot \cos \beta \geq G \cdot R \cdot \sin \beta + M = \frac{G}{g} \cdot a \cdot R \cdot \cos \beta \geq G \cdot R \cdot \sin \beta + k \cdot N. \quad (4)$$

Силы, влияющие на частицу, проецируем на нормаль (OY) , что позволит определить значение силы реакции N :

$$G - N \cdot \cos \beta + F \cdot \sin \beta = 0. \quad G - N \cdot \cos \beta + N \cdot \cos \beta + N \cdot f \cdot \sin \beta = 0. \quad (5)$$

Откуда запишем значение N и подставим его в выражение (4):

$$N = \frac{G}{\cos \beta - f \cdot \sin \beta}. \quad \frac{G}{g} \cdot a \cdot R \cdot \cos \beta \geq G \cdot R \cdot \sin \beta + \frac{k \cdot G}{\cos \beta - f \cdot \sin \beta}. \quad (6)$$

Таким образом, получим значение ускорения сита, которое не позволит происходить заклиниванию частиц продукта в ячейках [12]:

$$a \geq \frac{g}{\cos \beta} \cdot \left(\sin \beta + \frac{k}{R} \cdot \frac{1}{\cos \beta - f \cdot \sin \beta} \right). \quad (7)$$

В случае с наклонным подвижным ситом (рис. 2, б) поступим по аналогии как в предыдущем случае и определим условие опрокидывания частицы из ячейки в т. А:

$$P_u \cdot R \cdot \cos(\beta - \alpha) \geq G \cdot R \cdot \sin(\beta - \alpha) + M. \quad (8)$$

Сделаем преобразования, аналогично вышеприведенному описанию, с подвижным горизонтальным ситом и в результате сможем записать:

$$a \geq \frac{g}{\cos(\beta - \alpha)} \cdot \left[\sin(\beta - \alpha) + \frac{k}{R} \cdot \frac{l}{\cos(\beta - \alpha) - f \cdot \sin(\beta - \alpha)} \right]. \quad (9)$$

Рассмотрим движение сит по гармоническому закону, а именно силы инерции, ускорения, скорости сит. Т.к. наибольшее распространение получили сепараторы с наклонными ситами, колеблющимися вдоль горизонтальной оси, то обратим внимание на сепараторы с кривошипно-шатунными механизмами, дающие движение ситовым корпусам [13]. На рисунке 3 показаны кинематические схемы такого оборудования.

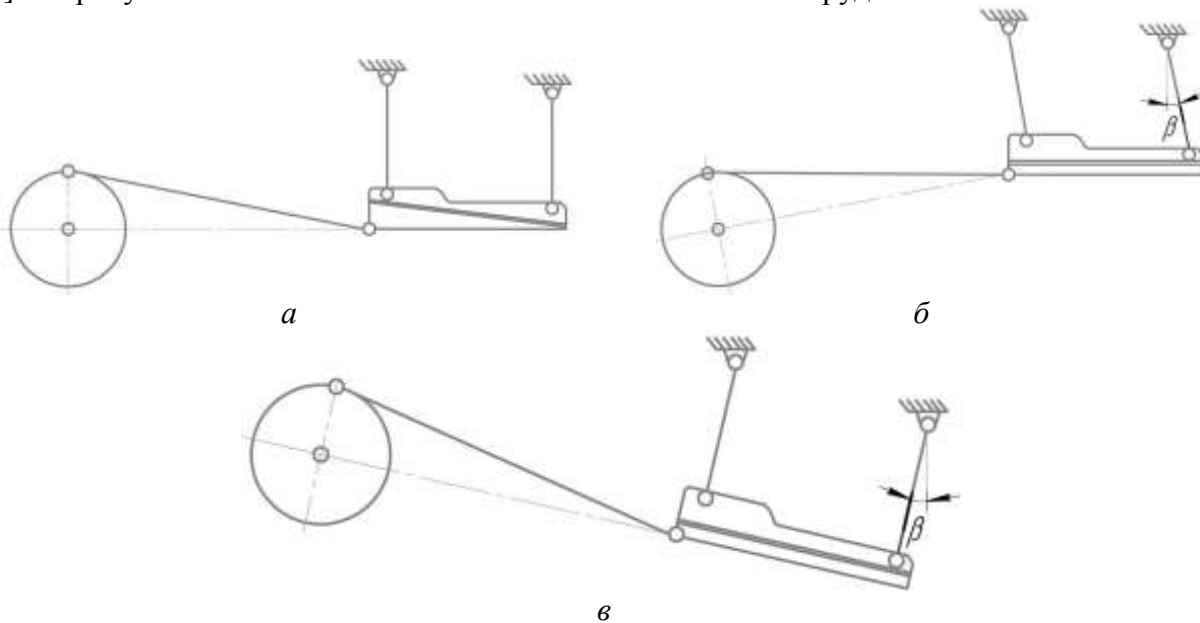


Рисунок 3 – Кинематические схемы привода сит сепараторов: а – корпус с наклонным ситом расположен горизонтально, а колебания направлены вдоль горизонтальной оси; б – корпус и сито горизонтальны, а колебания направлены вдоль наклонной прямой; в – корпус, сито и направление колебаний под углом к горизонту

Схема кривошипно-шатунного механизма на рисунке 4 показывает, как механизм производит перемещение сита. Четыре одинаковые, параллельные и упругие подвески закреплены в шарнирах, на них подвешивается ситовой короб с ситом [14].

Если $\alpha = \omega \cdot t$ – угол поворота кривошипа, то можем определить перемещение. Определение прямолинейного перемещения s произведём аналитическим методом согласно источнику [2]. Начальное положение сита $a-a$ следующее положение a_1-a_1 , движение осуществляется за счёт поворота кривошипа на угол $\alpha = \omega \cdot t$:

$$s = aa_1 = A_1C = A_1D - CD = r \cdot (1 - \cos \alpha) - L \cdot (1 - \cos \beta), \quad (10)$$

где β – угол отклонения от горизонтали шатуна длиной L , r – радиус кривошипа, m .

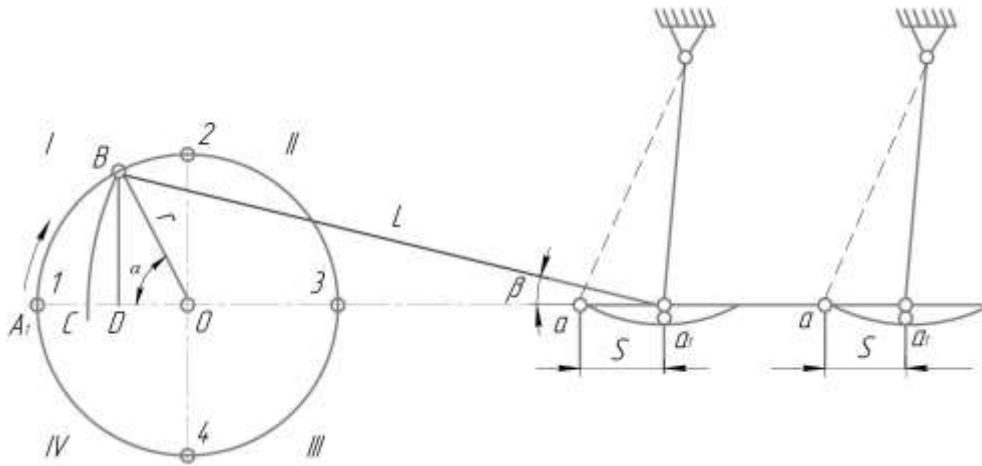


Рисунок 4 – Привод сита – кривошипно-шатунный механизм (схема)

Используя выражение: $BD = r \cdot \sin \alpha = L \cdot \sin \beta$ определим, что $\sin \beta = (r/L) \cdot \sin \alpha$. При $\alpha = (\pi/2)$ получим максимальный угол отклонения $\beta_{max} = \arcsin(r/L)$ шатуна от горизонта, это значит, что кривошип будет в точках 2 и 4 и будет перпендикулярен оси Oa . Поэтому:

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \left(\frac{r}{L} \cdot \sin \alpha\right)^2} \Rightarrow \\ \Rightarrow s &= r \cdot (1 - \cos \alpha) - L \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{r}{L} \cdot \sin \alpha\right)^2}\right]. \end{aligned} \quad (11)$$

Максимальные правое и левое положения сита определяют наше s , поэтому запишем:

$$s = r \cdot (1 - \cos \alpha) \pm L \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{r}{L} \cdot \sin \alpha\right)^2}\right]. \quad (12)$$

Используя ряд Тейлора [14] и часть выражения $\sqrt{1 - [(r/L) \cdot \sin \alpha]^2}$ из (12), запишем следующее:

$$\left[1 - \left(\frac{r}{L} \cdot \sin \alpha\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{r}{L} \cdot \sin \alpha\right)^2 - \frac{1}{8} \left(\frac{r}{L} \cdot \sin \alpha\right)^4 - \dots \quad (13)$$

Отношение $r/L \leq 1/50$ используют для кривошипно-шатунных механизмов зерноочистительных машин, что позволяет обеспечивать между двигателем и корпусом кинематические связи необходимой жесткости [5].

Если значения $r/L = 1/50$ и $\alpha = \pi/2$ наибольшие для «биномиального ряда» (13), то:

$$\sqrt{1 - \left(\frac{r}{L} \cdot \sin \alpha\right)^2} = 1 - 0,0002 - 0,00000002 \dots \approx 1.$$

Значит, на практике нас должна удовлетворить точность следующего выражения:

$$s = r \cdot (1 - \cos \alpha) = r \cdot (1 - \cos(\omega \cdot t)), \quad (14)$$

отсюда можно утверждать о перемещении сита согласно гармоническому закону.

Перемещение сита, это переход крайней точки кривошипа из точки 1 в точку 3 и обратно (рис. 4) равно $s = 2 \cdot r$.

Дифференцируя уравнение (14) по времени, имеем выражение скорости для сита:

$$v_a = \frac{ds}{dt} = \omega \cdot r \cdot \sin(\omega \cdot t) = v_g \cdot \sin(\omega \cdot t). \quad (15)$$

Примем, что $v_g = \pi \cdot r \cdot n / 30$, – средняя скорость движения сита, n – частота вращения кривошипа, об/мин, $2 \cdot s \cdot n$ – полный отрезок движения сита. Из этого запишем:

$$v_a = \frac{2 \cdot s \cdot n}{60} = \frac{2}{\pi} \cdot v_g \approx 0,64 \cdot v_g. \quad (16)$$

Дифференцируем по времени выражение (15), получаем его ускорение:

$$a_a = \frac{dv_a}{dt} = \omega^2 \cdot r \cdot \cos(\omega \cdot t) = a_g \cdot \cos(\omega \cdot t). \quad (17)$$

Определим необходимую мощность N (кВт) для получения выше определенного вибрационного (колебательного) движения ситом сепаратора [1]:

$$N = P_u \cdot v_a \Rightarrow P_u = m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \cos \alpha, \quad v_a = \omega \cdot r \cdot \sin \alpha, \quad (18)$$

где P_u – сила инерции сита; v_a – скорость сита; m – масса сита. Массой шатуна в уравнении (18) допустимо пренебречь, под ситом понимается ситовой корпус.

Получается, что если $\alpha = \omega \cdot t$ мы имеем: $N = \frac{m \cdot \omega^3 \cdot r^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha)}{2}$. Максимальная необходимая (расчётная) мощность равна $N_{max} = m \cdot \omega^3 \cdot r^2 / 2$ при $\sin(2 \cdot \alpha) = 1$, а значит при $\alpha = \pi/4$, $\alpha = 3 \cdot \pi/4$, $\alpha = 5 \cdot \pi/4$, $\alpha = 7 \cdot \pi/4$.

Среднее значение мощности, согласно синусоидальному закону [2]:

$$N = \frac{2}{\pi} \cdot N_{max}. \quad (19)$$

Изменения значений величин s_a , v_a , a , P_u и N в зависимости от $\omega \cdot t$ – угла поворота кривошипа приведены на рисунке 5. Положение кривошипа правее вертикальной оси, которая проходит (в квадрантах II и III) через его ось, указывает на правое направление силы инерции. В остальных квадрантах (I и IV) сила инерции имеет левое направление.

На рисунке 6 прямые 1–3' и 3–1' являются ускорениями они пересекают горизонтальную прямую в точке O , которая определяет среднее положение сита 2–4 (рис. 6).

В этом положении ускорение равно нулю, т.к. модуль скорости v_a максимальный. Максимальный модуль ускорения будет когда $v_a = 0$, а это будет крайних положениях сита.

Кривошипно-шатунный механизм приводов зерноочистительных машин являются жесткими, следовательно, частота вибрации и жесткость пружинных подвесок не влияют на амплитуду движения сита, которая равна эксцентриситету [4].

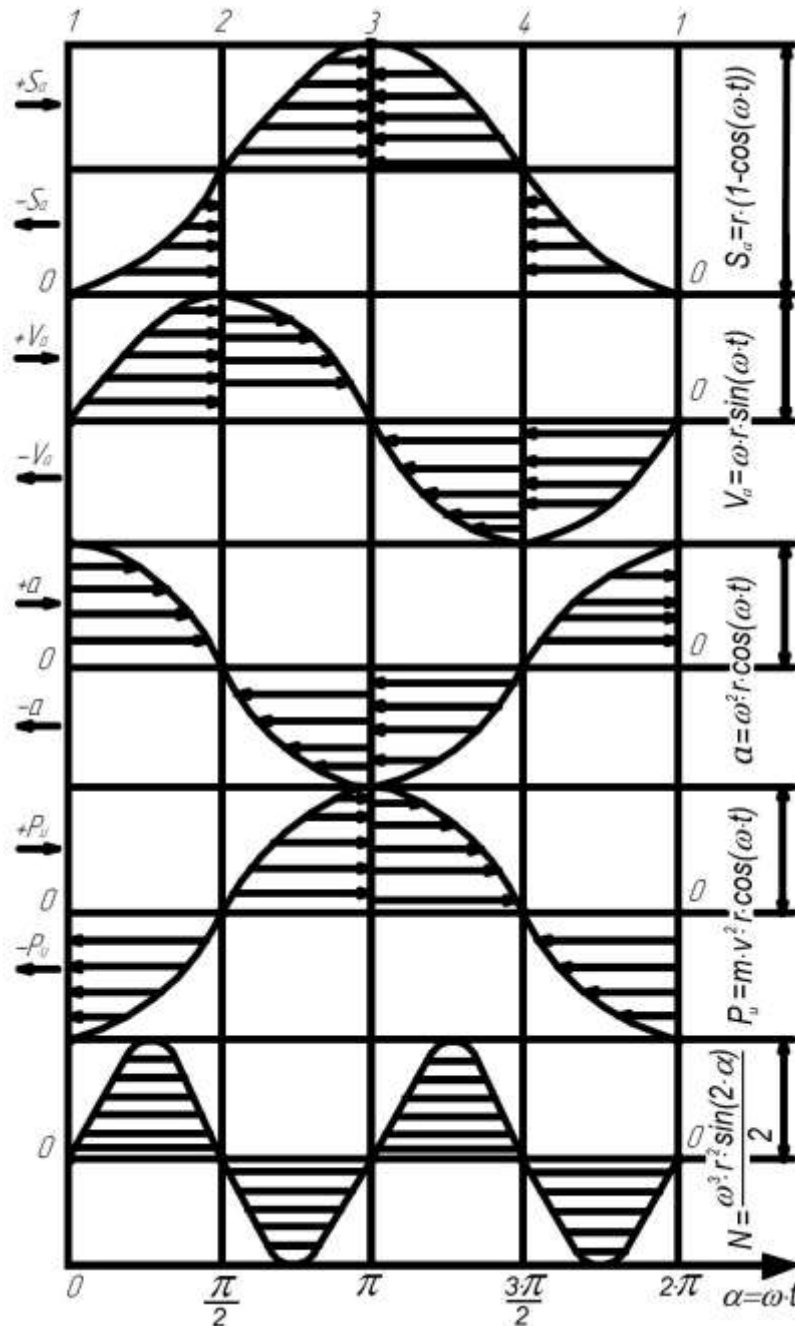


Рисунок 5 – Графики изменения перемещения, скорости, ускорения, сил инерции сита и мощности в зависимости от угла поворота кривошипа

Рассмотрим движение сыпучей массы на поверхности наклонной и движущейся. Кривошип находится в квадрантах I и II, наклонное сито совершает вибрационное движение вдоль горизонта и шарнирно связано с подвесками AB и A_1B_1 , что изображено на рисунке 7.

Рисунок 7, a – вращение кривошипа по часовой стрелке и расположен в квадранте I, опишем условия движения сыпучей массы частиц. Сила инерции идеализированной под слой частицы направлена влево, а ускорение сита a вправо, движение сита BB_1 неравномерно, частица подвержена влиянию сил F и G , т.е. сил трения и тяжести [9].

Разложим силу G на две составляющие, одна из них равная $G \cdot \sin \alpha$ направлена вниз по наклону сита, другая равная $G \cdot \cos \alpha$ прижимает её к ситу.

Если $r/L < 1/50$, то можем допустить совпадение среднего положением шатуна с направлением силы инерции P_u .

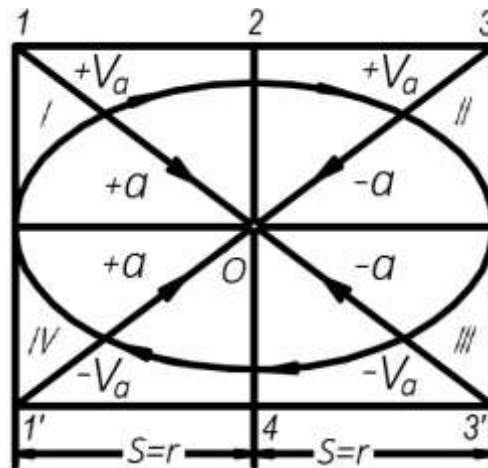


Рисунок 6 – Направления скоростей и ускорений при различных положениях кривошипа

Силу P_u также разложим: составляющая $P_{u,n} = P_u \cdot \sin \alpha$, прижимает продукт к сити и перпендикулярна ему [10], составляющая $P_{u,t} = P_u \cdot \cos \alpha$, направлена вверх по сити и параллельна ему.

Если $P_u \cdot \cos \alpha - G \cdot \sin \alpha > F = f \cdot (G \cdot \cos \alpha + P_u \cdot \sin \alpha)$, частица перемещаться вверх.

Для описания относительного движения сыпучего продукта по ситовой поверхности, составим два дифференциальных уравнения, это поможет нам выяснить скорость перемещения сыпучей массы продукта вверх по сити:

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = (P_u \cdot \cos \alpha - G \cdot \sin \alpha) - f \cdot (G \cdot \cos \alpha + P_u \cdot \sin \alpha), \quad (20)$$

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = P_u \cdot (\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha) - G \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha).$$

Обе части уравнения разделим на m , тогда можем записать:

$$\frac{dv}{dt} = a \cdot (\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha) - g \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha), \quad (21)$$

где dv/dt – ускорение частицы в случае перемещения вверх по сити (относительном).

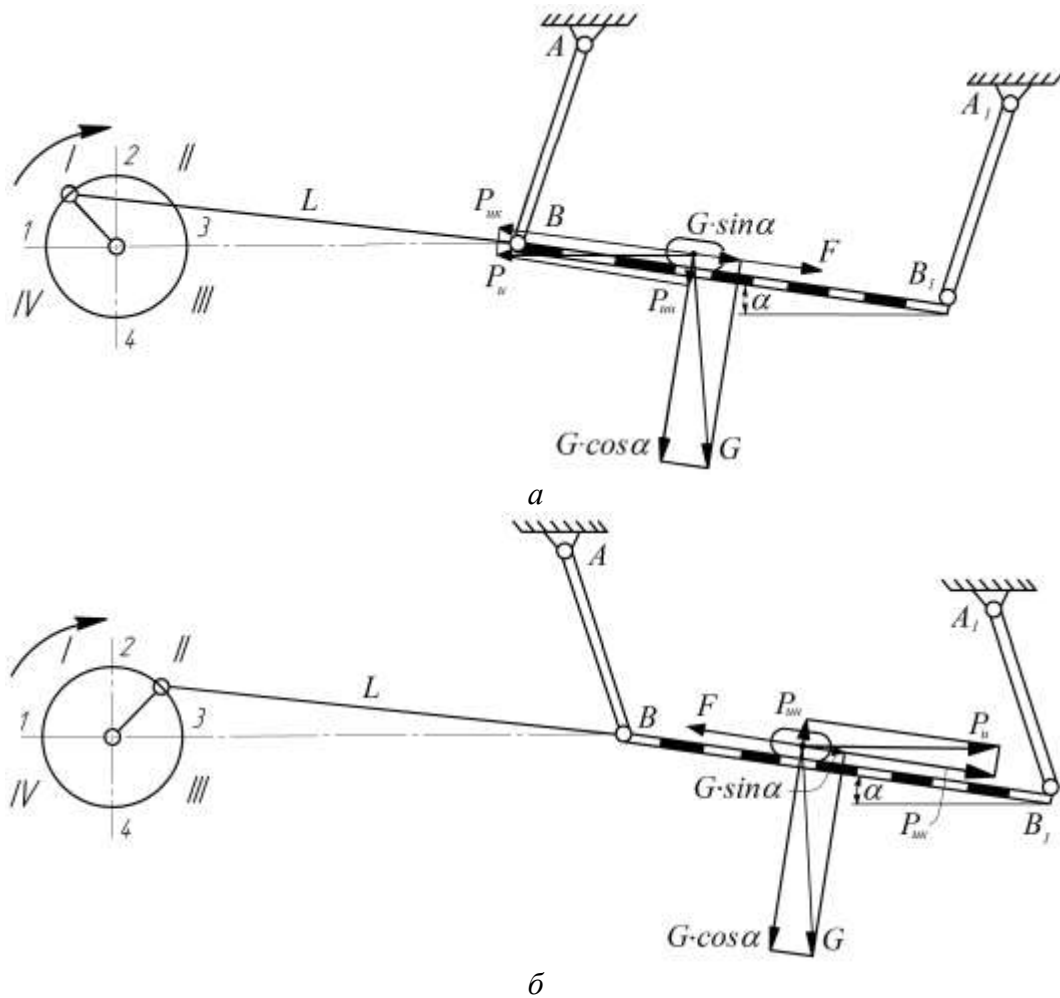
Обе части формулы (21) делим на $(\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha)$, и тогда запишем:

$$\left(\frac{1}{\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha} \right) \cdot \frac{dv}{dt} = a - g \cdot \frac{f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha}{\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha} = a - g \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \alpha), \quad (22)$$

Получим $f = \operatorname{tg} \varphi$ и $\frac{\operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \alpha + \sin \alpha}{\cos \alpha - \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \alpha} = \operatorname{tg}(\varphi + \alpha)$, где φ – угол трения частицы.

Приняв, что $1/(\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha) = A$ и впишем его значение $\omega^2 \cdot r \cdot \cos(\omega \cdot t)$ вместо ускорения a , тогда получим:

$$A \cdot \frac{dv}{dt} = \omega^2 \cdot r \cdot \cos(\omega \cdot t) - g \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \alpha). \quad (23)$$



б

Рисунок 7 – Идеализированная частица продукта на поверхности наклонного сита при горизонтальном вибрационном движении:

а – положение кривошипа в квадранте I; б – положение кривошипа в квадранте II

Условия $(dv/dt) > 0$ или $\omega^2 \cdot r \cdot \cos(\omega \cdot t) > g \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \alpha)$ обязательны при перемещении продукта вверх по ситу. Положение кривошипа в точках 1 или 3 обеспечивает, что $\cos(\omega \cdot t) = 1$, т.е. $\cos(\omega \cdot t)$ максимально [3].

Известно, что $\omega = \pi \cdot n / 30$ при этом частица продукта движется по ситу, значит:

$$\omega^2 \cdot r > g \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \alpha) = \frac{\pi^2 \cdot n^2}{30} \cdot r > g \cdot \operatorname{tg}(\varphi + \alpha). \quad (24)$$

Допускаем, что $\pi^2 \approx g$, разделим обе части правой половины неравенства (24) на $\pi^2 \approx g$, и тогда можем определить частоту вращения кривошипа n :

$$n > 30 \cdot \sqrt{\frac{\operatorname{tg}(\varphi + \alpha)}{r}}, \quad (25)$$

где r – радиус кривошипа, м.

Значение n , обеспечивающее движение продукта вверх, можно примерно принять как:

$$n'_g = 30 \cdot \sqrt{\frac{\operatorname{tg}(\varphi + \alpha)}{r}}. \quad (26)$$

Выясним ситуацию с квадратом II (рис. 7, б) каковы условия для перемещения, когда там располагается кривошип. По аналогии с вышеописанным, разложим силу G на $G \cdot \sin \alpha$ и $G \cdot \cos \alpha$, а силу P_u на $P_{u,n} = P_u \cdot \sin \alpha$ и $P_{u,h} = P_u \cdot \cos \alpha$. Сила $P_{u,n} = P_u \cdot \sin \alpha$ отрывает продукт от сита вверх, а сила $P_{u,h} = P_u \cdot \cos \alpha$ параллельна ситу и направлена вниз.

Запишем дифференциальное выражение относительно движения продукта на поверхности сита вниз, чтобы получить это ускорение:

$$\begin{aligned} m \cdot \frac{dv}{dt} &= (P_u \cdot \cos \alpha + G \cdot \sin \alpha) - f \cdot (G \cdot \cos \alpha - P_u \cdot \sin \alpha) \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{dv}{dt} = a \cdot (\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha) - g \cdot (f \cdot \cos \alpha - \sin \alpha), \end{aligned} \quad (27)$$

где dv/dt – ускорение идеализированной частицы продукта при движении вниз по поверхности. После преобразований выражения (27) можем записать:

$$\frac{1}{\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{dv}{dt} = a - g \cdot \frac{f \cdot \cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha} = a - g \cdot \operatorname{tg}(\varphi - \alpha). \quad (28)$$

Примем, что $\frac{1}{\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha} = B$, следовательно:

$$B \cdot \frac{dv}{dt} = \omega^2 \cdot r \cdot \cos(\omega \cdot t) - g \cdot \operatorname{tg}(\varphi - \alpha). \quad (29)$$

При перемещении продукта вниз нужно, чтобы выполнялось неравенство [1]:

$$\omega^2 \cdot r \cdot \cos(\omega \cdot t) > g \cdot \operatorname{tg}(\varphi - \alpha). \quad (30)$$

Упростим уравнение (30) и запишем:

$$n > 30 \cdot \sqrt{\frac{\operatorname{tg}(\varphi - \alpha)}{r}}, \text{ и } n'_n = 30 \cdot \sqrt{\frac{\operatorname{tg}(\varphi - \alpha)}{r}}, \quad (31)$$

где n'_n – частота вращения кривошипа, об/мин – данный параметр обеспечит перемещение продукта вниз по поверхности сита.

Выясним условие отрыва идеализированной частицы вверх от сита, которое состоится в случае когда $P_{u,n} > G \cdot \cos \alpha$. Прохода сквозь сито при этом не происходит. Чтобы обеспечить процесс сепарации нужно, чтобы соблюдалось одно из неравенств $G \cdot \cos \alpha > P_{u,n}$ или $G \cdot \cos \alpha > P_u \cdot \sin \alpha$.

В неравенстве $G \cdot \cos \alpha > P_u \cdot \sin \alpha$ подставим следующие величины $G = m \cdot g$, $P_u = m \cdot a$, $a = \omega^2 \cdot r$, $\omega = \pi \cdot n / 30$, в результате получим: $a \leq \frac{g}{\operatorname{tg} \alpha}$ или $n \leq \frac{30}{\sqrt{r \cdot \operatorname{tg} \alpha}}$.

Следовательно:

$$n_n = \frac{30}{\sqrt{r \cdot \operatorname{tg} \alpha}}, \quad (32)$$

где n_n – предельная (максимальная) частота вращения кривошипа, об/мин, при которой продукт не отрывается от поверхности сита; r – радиус кривошипа, м.

В случае нахождения кривошипа в квадрантах III и IV и в точках 2 и 4, есть возможность получить величины всех параметров [14].

Процесс сепарации становится возможен, когда продукт перемещается по поверхности сита вниз и вверх, при этом не совершая подскокивания, допуская только скольжение. Подлинная частота вращения кривошипного вала должна иметь ограничения: $n_n > n > n'_e$, т.к. n'_e всегда больше n'_n .

На частоту вращения кривошипа влияет: радиус кривошипа, угол наклона ситовой поверхности и коэффициента трения идеализированной частицы по ситовой поверхности [2]. Например, при $\varphi = 32^\circ$, $\alpha = 12^\circ$ и $r = 5$ или 10 мм частота вращения кривошипа для наклонной ситовой поверхности с колебаниями вдоль горизонта определится как:

$$n'_e = 30 \cdot \sqrt{\frac{\operatorname{tg}(\varphi + \alpha)}{r}} = 42 \text{ или } 30 \text{ рад/с}, \quad n_n = 30 \cdot \sqrt{\frac{1}{r \cdot \operatorname{tg} \alpha}} = 92 \text{ или } 65 \text{ рад/с}.$$

Аналогично выясним главные параметры для различных плоских сит. Например, для горизонтальных поверхностей, которые колеблются вдоль наклонной оси:

$$n'_n = 30 \cdot \sqrt{\frac{f}{r \cdot (\cos \beta + f \cdot \sin \beta)}}, \quad n'_e = 30 \cdot \sqrt{\frac{f}{r \cdot (\cos \beta - f \cdot \sin \beta)}}, \quad n_u = 30 \cdot \sqrt{\frac{1}{r \cdot \sin \beta}}. \quad (33)$$

где n – частота вращения, рад/с; β – угол наклона подвески к оси ординат.

В случае с наклонными ситами с колебаниями вдоль наклонной оси при $\beta = \alpha$:

$$n_u = 30 \cdot \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \alpha)}{r \cdot \cos \varphi}}, \quad n'_e = 30 \cdot \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \alpha)}{r \cdot \cos \varphi}}, \quad (34)$$

где r – радиус кривошипа, м.

В нашем случае $N=0$, потому что N возникает от силы инерции (рис. 7, б), следовательно, подбрасываний продукта на поверхности сита не произойдет.

Следует помнить, что вся изложенная теория относится к идеализированной частице, под которой подразумевается слой массы частиц продукта. Зерновая же масса представляет множество неодинаковых частиц, перемещающихся различными слоями, однако в практике конструирования сепараторов такие допущения в теории оправдывают себя полностью.

В процессе просеивания зерновой массы, которая перемещается по поверхности сита, проявляются две одновременно и непрерывно реализующиеся фазы процесса. Первая фаза представляет из себя процесс самосортирования сыпучей массы. Суть его проста, частицы продукта с более выраженными определёнными свойствами, которые в процессе различных перемещений сыпучей массы позволяют этим частицам быстро и самостоятельно перемещаться из верхних слоев сыпучей массы в нижние, близкие к ситу. Это такие свойства как: меньшие размеры, большую плотность, меньшее значение коэффициента внутреннего трения, удобообтекаемую форму и т.д. Вторая фазой – это, собственно, сепарация (просеивание) движущихся у поверхности сита частиц продукта.

Каждая из фаз требует своего кинематического вибрационного режима. В случае увеличения ускорения рабочего органа (сита) интенсифицируется протекание первой фазы,

однако это же действие притормаживает осуществление второй фазы, как следствие, приходится устанавливать определённые пределы для ускорения.

Выводы. Представленные аналитические выкладки серьёзно упрощают общеизвестное изложение теории движения частицы продукта на плоских ситах, однако они несколько не пренебрегают требованиями, предъявляемыми к сепарирующему оборудованию, и более того добавляют новые подходы к проведению теоретического анализа, обоснованные практическим опытом, например, наделение идеализированной частицы свойствами слоя.

Конечно, законы движения слоя продукта по ситовой поверхности не являются идеально выполнимыми. Частицы сыпучей массы продукта и ситовая поверхность контактируют ещё и динамически, а не только по кинематическим связям, кроме того, сила трения имеет переменное по направлению и величине значение, которое постоянно изменяется при движении продукта и сита, и может, как способствовать сепарации, так и препятствовать ей. Однако многолетние практические исследования процессов сепарирования сыпучих смесей и конструирования сепараторов дают возможность убедиться, что использование в теории частицы идеализированной под слой продукта, наделённой характеристиками всего слоя, является приемлемым допущением и позволяет с достаточной точностью определять или подбирать все кинематические параметры процесса сепарации.

Список использованной литературы:

1. *Фалько А. Л.* Особенности конструирования и расчёта вибротранспортирующих конвейеров с электромагнитным приводом // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 2. С. 147–159. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.2.2.014. EDN QNOITY.
2. *Тарасевич С. В.* Анализ движения зернового материала на вибрационно-качающейся решетной поверхности сепаратора // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2006. № 6 (295). С. 59–61. EDN KVGLNX.
3. *Тищенко Л. Н., Харченко С. А., Харченко Ф. М. и др.* Идентификация скорости прохождения частиц зерновой смеси через отверстия решет вибрационных зерновых сепараторов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2016. Т. 2. № 7 (80). С. 63–69. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.65920. EDN VTQTGD.
4. Патент № 171217 U1 РФ. Сепаратор зерновой смеси / С. Ф. Сороченко, С. С. Сергейчук, А. А. Золотов, В. С. Паршуков. № 2016151872. МПК В07В 4/02. 2017. EDN NOQVLJ.
5. *Шахов С. В., Матеев Е. З.* Сепаратор с высокой степенью очистки для предпосевной обработки семян зерновых и масличных культур // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы IV международной научно-практической конференции (Воронеж, 17–18 мая 2016 года). Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. С. 229–232. EDN WOERGL.
6. *Фалько А. Л.* Специальные технические вопросы наладки вибрационных конвейеров с эксцентриковым приводом перед эксплуатацией // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 4. С. 199–210. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.018. EDN POFDAQ.
7. Патент № 2613233 С РФ. Сепаратор зернового вороха / В. Д. Галкин, А. Д. Галкин, П. С. Серебренников, А. Ф. Федосеев. № 2015111594. МПК В07В 1/22, В07В 1/46. 2017. EDN NВНСТ.
8. *Гадеев А. В., Максимов А. Б.* Неразрушимый метод контроля механического свойства судовой стали на предприятиях судостроения и судоремонта // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 3. С. 470–483. EDN GWPPBF.
9. *Линенко А. В., Халилов Б. Р., Лукманов И. З.* Экспериментальная установка вибрационного привода виброцентробежного зернового сепаратора на базе линейного

электродвигателя // Энергетика – агропромышленному комплексу России: материалы международной научно-практической конференции, Челябинск, 05–07 июня 2017 года. Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2017. С. 98–102. EDN ZTREEP.

10. Яшонков А. А., Соколов С. А. Применение метода Галеркина для решения задачи Стефана на примере сушки рыбного сырья // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 4. С. 211–220. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.019. EDN YQULAY.
11. Rodimtsev S. A., Kuznetsov Y. A., Kolomeichenko A. V. et al. Evaluation of the noise level of impact systems in grain production // INMATECH – Agricultural Engineering. 2019. Vol. 57. № 1. P. 45–54. DOI: 10.35633/inmatech_57_05. EDN WRMGBK.
12. Materials conveying, loading and storage // Plastics technology. 1996. Vol. 42. № 8. P. 303–313. EDN CIPKOF.
13. Yeleukulov Y., Atalykova A., Zhauyt A. et al. Mechanical analysis of vibratory conveyor mechanism // MATEC Web of Conferences, Rostov-on-Don, 12–14 september 2018. Vol. 226. Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2018. P. 01019. DOI: 10.1051/mateconf/201822601019. EDN WTPWXB.
14. Frei P. U. Theory, design and implementation of a novel vibratory conveyor. Diss. ETH No. 14426. Zurich, 2003. 151 p. EDN FUTNQV.

References:

1. Fal'ko A. L. Osobennosti konstruirovaniya i raschota vibrotransportiruyushchikh konveyerov s elektromagnitnym privodom [Design and calculation features of vibration conveying conveyors with electromagnetic drive]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2023, no. 2, pp. 147–159 p. (In Russian). DOI: 10.26296/2619-0605.2023.2.2.014.
2. Tarasevich S. V. Analiz dvizheniya zernovogo materiala na vibratsionno-kachayushcheysya reshetnoy poverkhnosti separatora [Analysis of the movement of grain material on the vibrationally swinging sieve surface of the separator]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [News of higher educational institutions. Food technology], 2006, no. 6 (295), pp. 59–61. (In Russian).
3. Tishchenko L. N., Kharchenko S. A., Kharchenko F. M. et al. Identifikatsiya skorosti prokhozheniya chastits zernovoy smesi cherez otverstiya reshet vibratsionnykh zernovykh separatorov [Identification of the speed of passage of grain mixture particles through the sieve openings of vibrating grain separators]. *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy* [Eastern European Journal of Advanced Technologies], 2016, vol. 2, no. 7, pp. 63–69. (In Russian).
4. Sorochenko S. F., Sergeychuk S. S., Zolotov A. A., Parshukov V. S. *Separator zernovoy smesi* [Grain mixture separator]. Patent RF no. 171217 U1, 2017. (In Russian).
5. Shakhov S. V., Mateyev Ye. Z. Separator s vysokoy stepen'yu ochistki dlya predposevnoy obrabotki semyan zernovykh i maslichnykh kul'tur [Separator with a high degree of purification for pre-sowing treatment of seeds of cereals and oilseeds]. *Materialy 4 mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Proizvodstvo i pererabotka sel'skohozyajstvennoj produkcii: menedzhment kachestva i bezopasnosti»* [Proceedings of the 4th International scientific and practical conference “Production and processing of agricultural products: quality and safety management”]. Voronezh, Voronezh State University Publ., 2016, pp. 229–232. (In Russian).
6. Fal'ko A. L. Spetsial'nyye tekhnicheskiye voprosy naladki vibratsionnykh konveyerov s ekstsentrkovym privodom pered ekspluatatsiyey [Special technical issues of setting up vibration conveyors with eccentric drive before operation]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2023, no. 4, pp. 199–210. (In Russian).

7. Galkin V. D., Galkin A. D., Serebrennikov P. S., Fedoseyev A. F. Separator zernovogo vorokha [Grain pile separator]. Patent RF no. 2613233, 2017. (In Russian)
8. Gadeyev A. V., Maksimov A. B. Nerazrushimyy metod kontrolya mekhanicheskogo svoystva sudovoy stali na predpriyatiyakh sudostroyeniya i sudoremonta [An indestructible method for controlling the mechanical properties of ship steel at shipbuilding and ship repair enterprises]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2022, no. 3, pp. 470–483. (In Russian).
9. Linenko A. V., Khalilov B. R., Lukmanov I. Z. Eksperimental'naya ustanovka vibratsionnogo privoda vibrotsentrobezhnogo zernovogo separatora na baze lineynogo elektrodvigatelya [Experimental installation of a vibration drive of a vibrating grain separator based on a linear electric motor]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Energetika – agropromyshlennomu kompleksu Rossii»* [Proceedings of the international scientific and practical conference “Energy – to the agro-industrial complex of Russia”]. Chelyabinsk, South Ural State Agrarian University Publ., 2017, pp. 98–102. (In Russian).
10. Yashonkov A. A., Sokolov S. A. Primeneniye metoda Galerkina dlya resheniya zadachi Stefana na primere sushki rybnogo syr'ya [Application of the Galerkin method to solve the Stefan problem using the example of drying fish raw materials]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2023, no. 4, pp. 211–220. (In Russian).
11. Rodimtsev S. A., Kuznetsov Y. A., Kolomeichenko A. V. et al. Evaluation of the noise level of impact systems in grain production. *INMATECH – Agricultural Engineering*, 2019, vol. 57, no. 1, pp. 45–54. (In English).
12. Materials conveying, loading and storage. *Plastics technology*, 1996, vol. 42, no. 8, pp. 303–313. (In English).
13. Yeleukulov Y., Atalykova A., Zhauyt A. et al. Mechanical analysis of vibratory conveyor mechanism. *MATEC Web of Conferences*, Rostov-on-Don, EDP Sciences, 2018, vol. 226, pp. 01019. (In English).
14. Frei, P. U. Theory, design and implementation of a novel vibratory conveyor. Diss. ETH No. 14426, Zurich, 2003, 151 p. (In English).

Сведения об авторе / Information about author

Фалько Александр Леонидович	д-р техн. наук, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82. 298324, Республика Крым, г. Керчь, ул. Ульяновых, 3а, кв. 80 falkoas@rambler.ru
Falko Alexander Leonidovich	Dr. Sci. (Engin.), Professor of the Department of machines and apparatuses of food production Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82. 298324, Republic of Crimea, Kerch, Ulyanov str., 3a, apt. 80. falkoas@rambler.ru

УДК 338.43

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.009

Дибурис К.М.

ОЦЕНКА ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА В АСПЕКТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье проведена оценка целесообразности развития экспортного потенциала региона в рамках рыбопромышленной отрасли. Авторами предложен алгоритм, который позволяет пошагово оценить внешнюю торговлю региона с позиции экспорта. Проведен анализ собственного производства Калининградской области, выявлены рискованные зоны, которые повлияли на сокращение по основным группам производства. Рассмотрено потребление региона по позиции рыбы и рыбопродукты. Выявлено, что фактическое потребление региона находится на оптимальном и достаточном уровне, что оказывает положительное влияние на продовольственную безопасность региона. Определены основные предприятия-экспортеры, рассмотрены направления внешней торговли, а также объемы импорта и экспорта в динамике. Проведенный анализ с точки зрения собственного производства к импорту и к экспорту региона показал, что осуществление политики в сфере развития экспортного потенциала региона целесообразно, так как внутренний рынок насыщен данным видом производства и имеет ресурсы для осуществления внешней торговли.

Ключевые слова: региональная продовольственная безопасность, внешнеторговая деятельность, экспорт, рыбохозяйственный комплекс.

Diburis K.M.

ASSESSMENT OF THE EXPORT POTENTIAL OF THE FISHERY COMPLEX IN TERMS OF ENSURING REGIONAL FOOD SECURITY

Abstract. The article evaluates the feasibility of developing the export potential of the region within the framework of the fishing industry. The authors propose an algorithm that allows step-by-step assessment of the region's foreign trade from an export perspective. An analysis of the Kaliningrad Region's own production was carried out, and risk zones were identified that affected the reduction in the main production groups. The consumption of the region in terms of fish and fish products is considered. It was revealed that the actual consumption of the region is at an optimal and sufficient level, which has a positive impact on the food security of the region. The main exporting enterprises are identified, the directions of foreign trade are considered, as well as the volume of imports and exports in dynamics. The analysis conducted from the point of view of the region's own production to imports and exports showed that the implementation of a policy in the field of developing the export potential of the region is advisable, since the domestic market is saturated with this type of production and has resources for foreign trade.

Keywords: regional food security, foreign trade activity, export, fisheries complex.

Введение. Внешняя торговля является одним из ключевых источников в регулировании и развитии внутреннего рынка региона. Существует необходимость в равновесии спроса и предложения, так как баланс рынка напрямую связан с целесообразностью развития экспортного потенциала и импортной независимости. Осуществление внешнеторговой деятельности связано с перенасыщением внутреннего рынка, а также ценовой политикой на определенный товар.

В рамках исследования продовольственной безопасности региона, важно рассмотреть внешнеэкономическую деятельность, с целью выявить достаточность собственного производства региона по определенной группе продовольствия, а также выявить рискованные зоны в сфере экспорта.

Так как в настоящее время в Калининградской области все больше набирает обороты политика развития экспортного потенциала, в рамках экспортной стратегии, разработано несколько государственных программ, которые направлены на поддержку рыбодобывающих и сельскохозяйственных предприятий [1]. Несмотря на поддержку со стороны государства, предприятия региона испытывают трудности в развитии экспорта.

Целью исследования является оценка целесообразности развития экспортного потенциала региона – Калининградской области – с точки зрения позиции «рыба и рыбопродукты».

Материалы и методы исследования. Проблеме формирования и оценки экспортного потенциала рыбохозяйственного комплекса уделялось недостаточно внимания со стороны научного сообщества. Также не до конца изученными остаются вопросы взаимосвязи между экспортным потенциалом и продовольственной безопасностью региона. Вместе с тем, в современных экономических условиях, в связи с санкционными ограничениями и ориентацией на реализацию политики импортозамещения, поиск путей решения данной проблематики приобретает всё большую значимость и актуальность.

Исследование базировалось на использовании как общенаучных методов (синтез, обобщение, индукция, дедукция, аналогия), так и на применении методов сравнения, статистического анализа, в том числе динамического и структурного, а также комплексного подхода к решению научной задачи.

Результаты исследования и их обсуждение. В первую очередь необходимо уточнить понятие продовольственной безопасности. В нашем понимании под продовольственной безопасностью Калининградского региона необходимо понимать такое состояние экономики, при котором наблюдается способность обеспечивать независимость региона в области продовольствия, с точки зрения гарантии физической и экономической доступности продуктов питания для каждого гражданина. Проблемами обеспечения продовольственной безопасности региона занимаются многие исследователи. Так, например, авторы в своей работе [2] подчеркивают тот факт, что «являясь одной из составляющих экономической безопасности, продовольственная безопасность в то же время формирует и национальную безопасность государства. При этом она складывается из потенциала отдельных регионов страны, от которых в свою очередь зависит и уровень их экономической безопасности».

Как уже было сказано выше, немаловажной составляющей в оценке продовольственной безопасности региона является анализ экспортного потенциала региона. В связи с этим, под экспортом стоит понимать вывоз произведённой продовольственной продукции с целью реализации объектов торговли на внешнем рынке.

В рамках данного исследования был предложен алгоритм оценки экспорта региона с точки зрения собственного производства с целью дать ответ на вопрос, сможет ли регион в полной мере обеспечить себя необходимым продовольствием с учетом развития экспортного потенциала (рис. 1). Данный алгоритм предполагает поэтапную оценку каждой составляющей, а именно: целесообразно, в первую очередь, оценить собственное производство продовольствия в области. В рамках данного этапа было предложено оценить производство рыбы и рыбопродуктов за несколько лет, выявить отклонения, факторы, которые повлияли на изменения в динамике, а также отдельно рассмотреть производство рыбных консервов.

Второй этап включает в себя анализ фактического потребления региона с точки зрения сравнения с рациональными нормами потребления [3]. Следующий этап включает в себя расчет коэффициента самообеспеченности региона и определение достаточности производства. В рамках четвертого этапа рассмотрены основные компании-экспортеры, направления экспорта, а также выявлены существующие проблемы в развитии потенциала региона. Последним этапом является оценка целесообразности экспортного потенциала региона с точки зрения собственного производства к импорту и экспорту региона с целью определить необходимость в развитии данного направления.

Таким образом, данный алгоритм позволяет дать оценку собственному производству региона, фактическому потреблению и самообеспеченности. В результате анализа появляется возможность выявить рискованные зоны и определить целесообразность развития экспорта региона по направлению рыба и рыбопродукты.

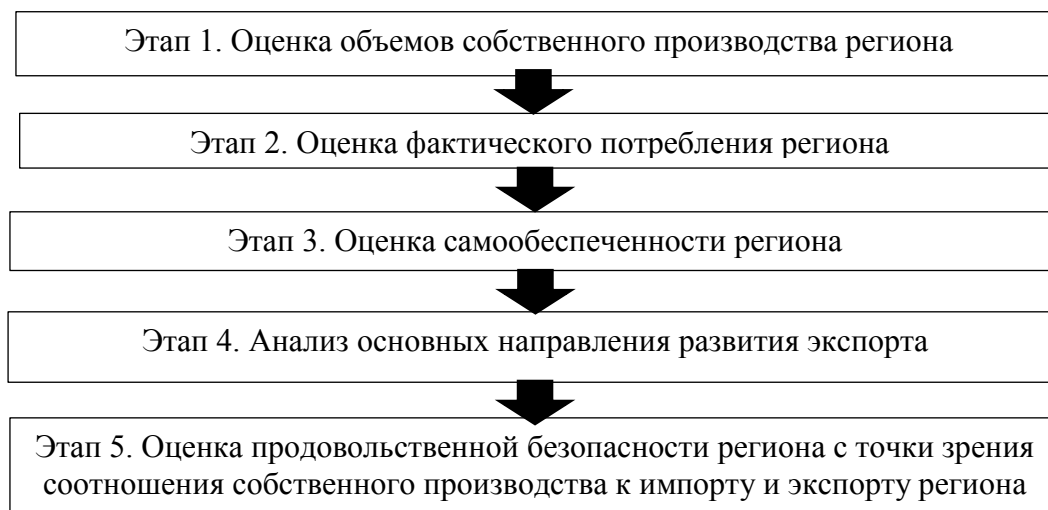


Рисунок 1 – Алгоритм оценки целесообразности развития экспортного потенциала региона по позиции рыба и рыбопродукты

Этап 1. Оценка собственного производства продовольствия в регионе.

Географическое положение Калининградской области является особенностью данного региона. Он расположен на побережье Балтийского моря и отделен от остальной территории Российской Федерации границами иностранных государств, а также международными морскими водами. В связи с этим в рамках проведенного исследования была выбрана такая группа продовольствия, как рыба и рыбопродукты, которая является одним из основных видов производства региона.

В таблице 1 представлена динамика собственного производства региона по позициям: рыба переработанная и консервированная, рыба мороженая, консервы рыбные и пресервы рыбные.

Таблица 1 – Динамика производства рыбы и рыбопродуктов региона [4, 5, 6, 7]

Вид продовольствия	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Рыба переработанная и консервированная, ракообразные и моллюски, тыс. т	339,5	342	281,5	298,8
Рыба мороженая, тыс. т	210,1	211,5	174,2	181,9
Консервы рыбные, млн усл. банок	146,6	125	119,7	119,4
Пресервы рыбные, млн усл. банок	6,6	5,8	6,1	8,7
Итого, тыс. т	549,6	553,5	455,7	480,7
Итого, млн усл. банок	153,2	130,8	125,8	128,1

В 2022 году по сравнению с 2020 годом производство переработанной рыбы сократилось на 17 %. В 2023 году наблюдается рост производства, а именно на 6 % по сравнению с прошлым годом. Производство мороженой рыбы так же увеличилось в 2023 году на 4,4 %. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в целом производство региона находится на оптимальном уровне, несмотря на незначительные скачки в сторону сокращения в 2021 и 2022 годах.

Сокращение также наблюдается в области производства рыбных консервов. В настоящее время местные производители выявили новую проблему, которая приводит к

снижению производства данного продукта. Сокращение производства рыбных консервов будет связано с подорожанием поставок и сложностями с логистикой.

На рисунках 2-5 представлено процентное соотношение производства рыбных консервов за 2020–2023 годы.

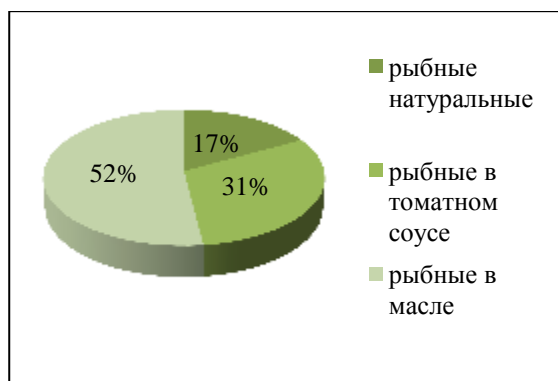


Рисунок 2 – Производство рыбных консервов в 2020 г.

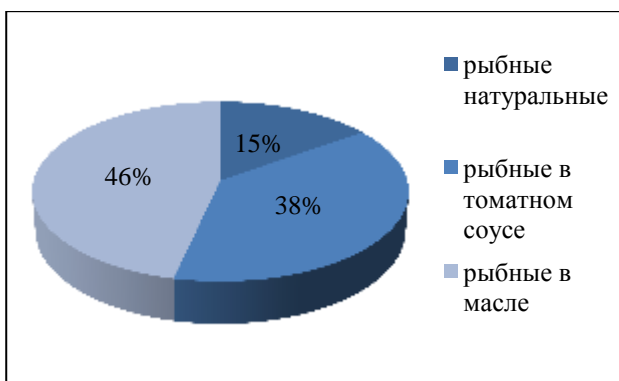


Рисунок 3 – Производство рыбных консервов в 2021 г.

В 2020 году 52 % от общего числа произведенных рыбных консервов составляло производство рыбных консервов в масле. Производство натуральных рыбных консервов составило 17 %, а в 2021 году производство сократилось на 26 %, доля составила 15 %. За 2020 и 2021 год структура произведенных рыбных консервов претерпела изменения. Сокращение наблюдается не только в производстве натуральных и консервов в томатном соусе.

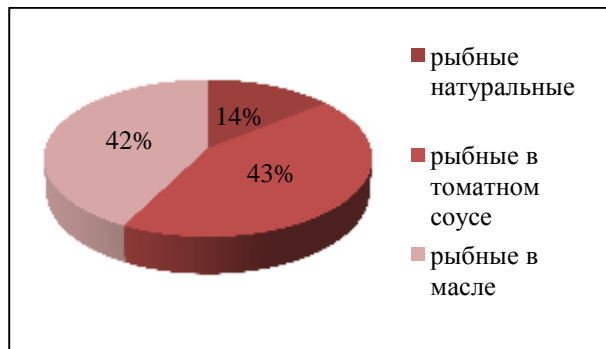


Рисунок 4 – Производство рыбных консервов в 2022 г.

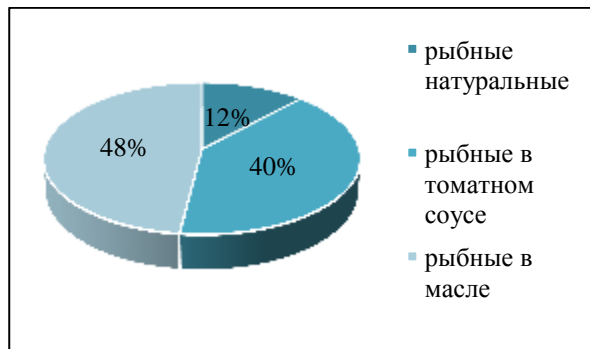


Рисунок 5 – Производство рыбных консервов в 2023 г.

В 2022 и 2023 годах увеличилось производство рыбных консервов в томатном соусе на 2 % и 4 % соответственно. Изменения в структуре связаны с сокращением производства натуральных рыбных консервов и ростом производства рыбных консервов в масле. Таким образом, большую часть в структуре производства составляют рыбные консервы в масле.

Производители отмечают, что одним из факторов сокращения производства является удорожание комплектующих материалов. Еще одним ключевым фактором, который существенно повлиял на снижение производства в 2022 году, является отсутствие возможности экспортировать произведенные товары на внешний рынок в связи с ростом экспортной пошлины до 7 %. Данный факт свидетельствует о том, что экспорт в этом случае является не выгодным для производителей.

Правительство предложило решение возникшей проблемы. В начале 2024 года были установлены тарифные квоты на беспошлинный вывоз рыбных консервов и консервированных морепродуктов, произведенных в регионе.

Таким образом, за анализируемый период динамика изменения производства имеет скачкообразный характер. Стоит отметить, что проблемной зоной в производстве является позиция «консервы рыбные».

Этап 2. Оценка фактического потребления.

Данный этап включает в себя анализ фактического потребления рыбы и рыбных продуктов в регионе, самообеспеченность региона продовольствием с учетом медицинских норм потребления. С точки зрения Доктрины продовольственной безопасности [8], норма потребления рыбы и рыбопродуктов на одного человека составляет 22 килограмма в год [9, 10].

Определив нормы потребления в уже обозначенных единицах измерения, следующим шагом является оценка численности населения области за пять лет (рис. 6).



Рисунок 6 – Динамика численности населения региона, чел.

За последние шесть лет численность населения области имеет характер роста. В 2022 году по сравнению с 2017 годом численность населения увеличилась на 3,8 % или на 37 744 человек. Таким образом, рост численности населения области позволяет сделать вывод о том, что необходимость в увеличении собственного производства остро стоит в области. В связи с этим следующим шагом является оценка достаточности потребления рыбы и рыбопродуктов в области в соответствии с нормами потребления.

Таким образом, на рис. 7 представлено сравнение фактического потребления рыбы и рыбопродуктов на одного человека с рекомендуемыми нормами потребления.

На графике видно, что к 2022 году потребление рыбы и рыбопродуктов выросло, что положительно сказывается на жизнедеятельности населения и рыбодобывающей отрасли. Стоит отметить, что в действительности данные значения не отражают реальное потребление рыбы.

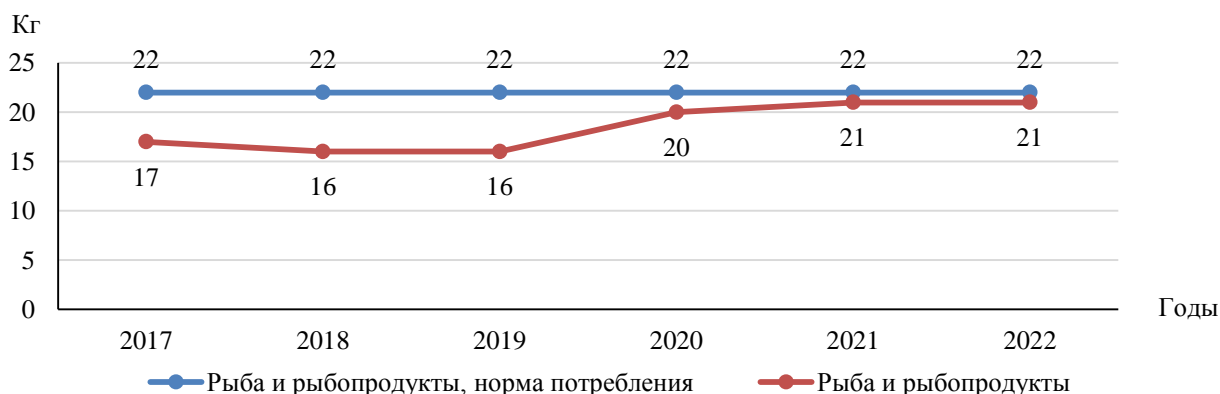


Рисунок 7 – Соотношение фактического потребления региона с рациональными нормами потребления

Службы государственной статистики рассчитывают потребление рыбы по общей массе. Таким образом, в среднем фактическое потребление рыбы (с учетом не потребляемых частей, что составляют в среднем 20–30 %) составило в 2022 году около 14,7–15,2 килограмм на человека, что на 35 % больше, чем в 2019 году.

Следующим шагом является оценка коэффициента фактического потребления рыбы и рыбопродуктов (рис. 8).

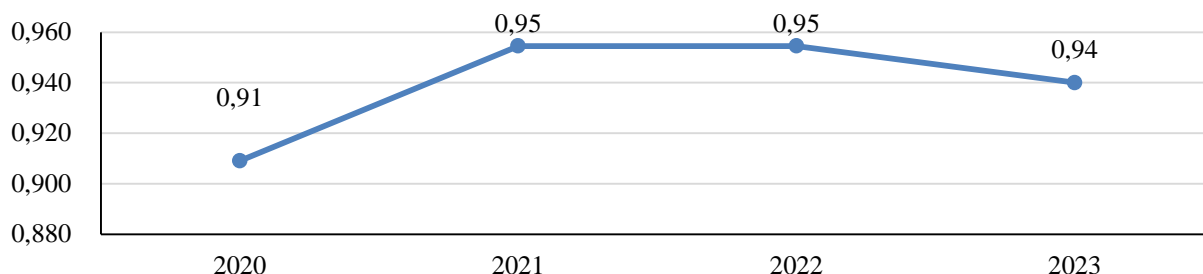


Рисунок 8 – Коэффициент фактического потребления рыбы и рыбопродуктов региона

Коэффициент фактического потребления находится на высоких границах. Данный факт свидетельствует о том, что уровень потребления рыбы и рыбных продуктов имеет характер роста, несмотря на незначительное снижение в 2023 году.

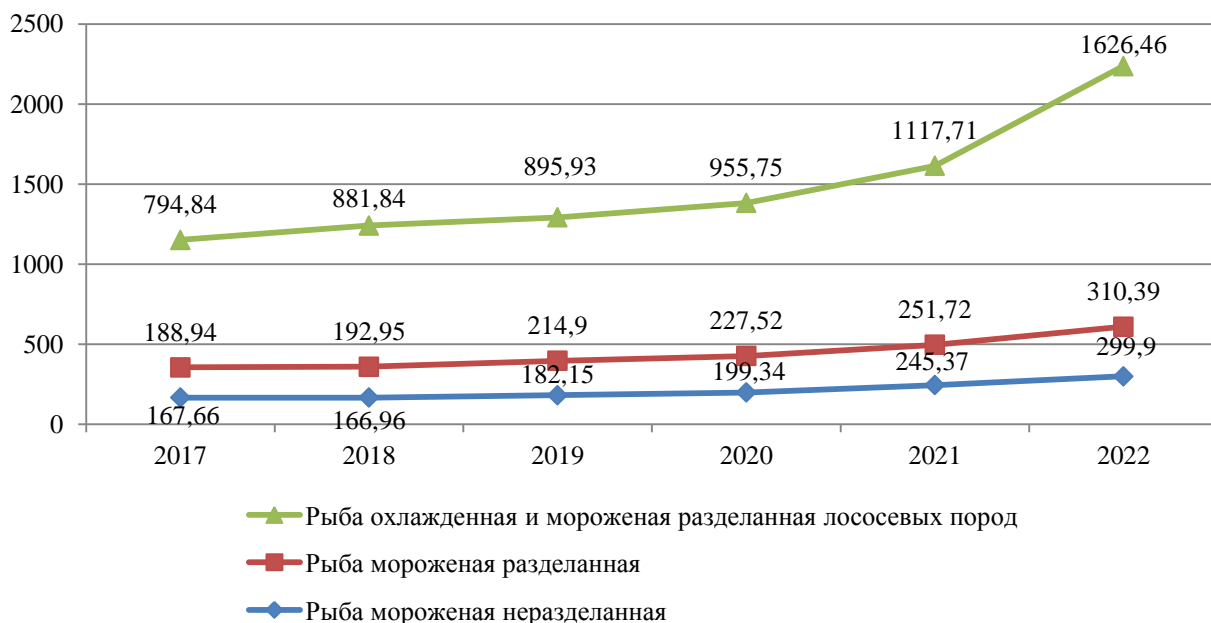


Рисунок 9 – Средние потребительские цены региона

Средние потребительские цены на рыбу имеет характер роста. Несмотря на значительный рост цен на рыбу (в 2022 году против 2019 года рост составил 64,6 % по позиции рыба мороженая неразделанная, 44 % по позиции рыба мороженая разделанная и 81 % по позиции рыба охлажденная и мороженая, разделанная лососевых пород), потребления данного вида продовольствия растет с каждым годом. Стоит так же отметить, что себестоимость производства рыбы и рыбопродуктов составляет лишь 30 % от розничной цены, большую часть составляют расходы на обращение, а именно в среднем 46-51 % от розничной цены.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что регион в достаточной степени снабжен рыбой и рыбопродуктами, уровень фактического потребления является высоким, несмотря на рост численности населения, которая не является фактором роста потребления рыбы и

рыбопродуктов, а также влияния стоимости на данное продовольствие не снижает фактическое потребление.

Этап 3. Оценка самообеспеченности региона.

В связи с тем, что в Калининградском регионе производство рыбы и рыбопродуктов является основной из видов деятельности в рамках продовольственной отрасли, регион в достаточной степени обеспечен данным видом продовольствия (рис. 10) [3].

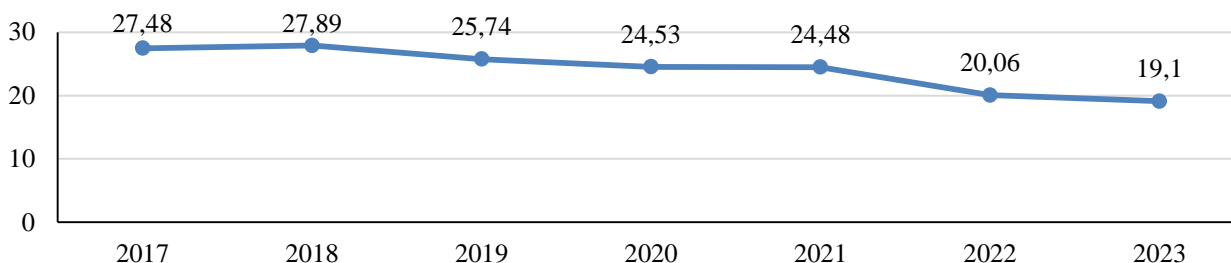


Рисунок 10 – Коэффициент самообеспеченности региона

Внутренний рынок насыщен данным видом продовольствия, о чем свидетельствуют результаты, представленные на графике. Собственного производства в регионе достаточно, чтобы обеспечить необходимый уровень продовольственной безопасности по данной позиции, обеспечить физическую доступность и достаточность потребления, а также осуществлять экспортные поставки.

Этап 4. Анализ экспортного потенциала региона. Калининградская область входит в десятку регионов страны по объему экспорта продукции агропромышленного комплекса. В таблице представлены основные компании-экспортеры по рыбной отрасли производства. По итогам 2022 года Калининградская область стала лидером по экспорту и рыбной отраслей.

Таблица 2 – Основные компании-экспортеры и направления экспорта региона [11]

Наименование компании	Отрасль производства	Направление экспорта
ООО «Рыбзавод «За Родину»	Рыбная отрасль	Азербайджан, Армения, Грузия, Узбекистан, Казахстан, Киргизия, Республика Беларусь
ООО «Вичюнай-Русь»	Рыбная отрасль	Азербайджан, Грузия, Молдова, Таджикистан, Узбекистан

Стоит отметить, что крупнейшими экспортерами рыбной продукции в регионе являются ООО «Рыбзавод «За Родину» и ООО «Вичюнай-Русь». Основными направлениями экспорта являются другие регионы России, а также Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Азербайджан, Молдавия, Таджикистан, Туркменистан, Грузия, Монголия и Тайвань. В 2023 году объемы экспорта сократились на 34 % по сравнению с предыдущим годом, а именно сократился объем экспорт рыбных консервных банок. Как уже было сказано выше, в связи с увеличением экспортной пошлины до 7 %, экспорт рыбных консервов сократился, так как нецелесообразно осуществлять продажи данного продукта на внешнем рынке.

Региональные компании также осуществляют поставки рыбы и рыбопродуктов на Африканский континент, а именно рост поставок отмечается в 7 % от предыдущего года. Объектами экспорта в данном случае являются скумбрия, сельдь и сардина.

Таким образом, рассмотрены основные компании-экспортеры рыбной отрасли, выявлены основные направления экспорта, а также подтверждается факт сокращения производства и экспорта рыбных консервов.

Этап 5. Оценка продовольственной безопасности региона с точки зрения соотношения собственного производства к импорту и экспорту региона.

Рассмотрит экспорт и импорт продовольственных товаров Калининградской области за 2017–2022 годы (таблица 3).

Таблица 3 – Экспорт и импорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья региона

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Экспорт	1 345,2	1283,8	1192,8	1349,5	1892,0	1307,3
Импорт	1956,2	2118,4	1917,1	2010,0	2818,3	2 343,1

В связи с закрытием данных о внешней торговле региона, невозможно оценить объемы экспорта и импорта за 2023 год. Аналитики отмечают, что в 2023 году рост экспорта мог составить 20 % к предыдущему году. Согласно таблице, экспорт продовольственных товаров сократился в 2022 году. Динамика изменения импорта за анализируемый период имеет скачкообразный характер. Самую большую долю в структуре импорта сельхозпродукции составляет продукция пищевой и перерабатывающей промышленности и прочая продукция.

В данном случае стоит отметить, что коэффициент покрытия за анализируемый период составляет в среднем 0,64. Низкое значение свидетельствует об импортной зависимости региона, что будет рассмотрено в последующих работах.

Рост экспорта необходим для того, чтобы обеспечить продовольственную безопасность региона и дать гарантии населению в рамках физической доступности.

Таким образом, проанализировав изменение импорта и экспорта за пять лет, можно сделать вывод, что экспорт продовольственной продукции зависит от мировых цен, валютного курса, урожая, а также от уровня спроса и предложения на мировом рынке. Соотношение объемов продовольствия, за счет импортных поставок и собственного производства, зависит, прежде всего, от состояния агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов в целом, а также от конкурентной ситуации в сельском хозяйстве.

Проведем анализ соотношения собственного производства рыбы и рыбопродуктов к экспорту и импорту региона (таблица 4).

Таблица 4 – Оценка соотношения собственного производства рыбы и рыбопродуктов к экспорту и импорту региона

Вид продовольствия	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Абсолютное отклонение, тыс. т		Относительное отклонение, %	
Рыба и рыбопродукты	549,6	553,5	455,7	-93,9	-97,8	-17,09	-17,67
Экспорт	212,13	202,5	256,2	44,07	53,7	20,77	26,52
Импорт	55,5	70,2	59,2	3,7	-11,0	6,67	-15,67
Расчет соотношения собственного производства к импорту и экспорту							
Соотношение производства к импорту	9,17	11,26	11,50	2,33	0,24	25,35	2,15
Соотношение производства к экспорту	38,60	36,59	56,22	17,62	19,64	45,66	53,67
Коэффициент покрытия	3,82	2,88	4,33	0,51	1,44	13,23	50,03

По данным таблицы можно сделать вывод, что с точки зрения собственного производства рыбы и рыбопродуктов к импорту, доля импорта составляет 9,17 %, 11,26 % и

11,5 % соответственно, что является оптимальным значением для данного региона. Доля экспорта составляет 38,60 %, 36,59 % и 56,22 %, что так же является оптимальным для региона. С точки зрения оценки коэффициента покрытия, то можно сделать вывод, что значения показателя находятся на высоком уровне, что говорит об эффективном обеспечении продовольственной безопасности.

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод о том, что развитие экспортного потенциала в рамках рыбопромышленного комплекса является целесообразным. Уровень производства региона является достаточным для оснащения внутреннего рынка и развития внешнеэкономической деятельности. Так же стоит учитывать рост экспортной пошлины и дальнейшую реализацию введенных тарифных квот на беспошлинный вывоз рыбных консервов и консервированных морепродуктов, произведенных в Калининградской области в динамике по итогам 2024 года для более точной оценки экспортного потенциала региона с учетом поддержки производителей рыбохозяйственного комплекса.

Список использованной литературы:

1. Потребление основных продуктов питания населением Калининградской области в 2019–2021 гг. Статистический сборник. Калининград: Калининградстат, 2022. 165 с.
2. Мнацакян А. Г., Побегайло М. Г. Развитие рыбного хозяйства Калининградского региона в аспекте обеспечения продовольственной безопасности // Балтийский экономический журнал. 2022. № 3 (39). С. 31–42. DOI: 10.46845/2073-3364-2022-0-3-31-42.
3. Мнацакян А. Г., Побегайло М. Г. Оценка уровня самообеспечения региона продовольствием // АПК: экономика, управление. 2022. № 3. С. 74–82. DOI: 10.33305/223-74.
4. Калининградская область в цифрах. 2020. Краткий статистический сборник. Калининград: Калининградстат, 2020. 141 с.
5. Калининградская область в цифрах. 2021. Краткий статистический сборник. Калининград: Калининградстат, 2021. 156 с.
6. Калининградская область в цифрах. 2022. Краткий статистический сборник. Калининград: Калининградстат, 2022. 139 с.
7. Калининградская область в цифрах. 2023. Краткий статистический сборник. Калининград: Калининградстат, 2023. 138 с.
8. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации № 20 от 21.01.2020 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 15.02.2024).
9. Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания: приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 614 от 19.08.2016 г. (с изменениями на 30.12.2022 г.). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=451458> (дата обращения: 15.02.2024).
10. Об утверждении перечня показателей в сфере обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: распоряжение Правительства Российской Федерации № 2138-р от 18.11.2013 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70413268/> (дата обращения: 15.02.2024).
11. Стратегия по обеспечению благоприятных условий для развития экспортной деятельности в Калининградской области на период до 2025 года. URL: <https://minprom.gov39.ru/Экспортная%20стратегия%20ИТОГ.pdf> (дата обращения: 18.02.2024).

References:

1. *Potrebleniye osnovnykh produktov pitaniya naseleniyem Kaliningradskoy oblasti v 2019-2021 gg.* [Consumption of basic food products by the population of the Kaliningrad region in 2019-2021]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2022, 165 p. (In Russian).
2. Mnatsakanyan A. G., Pobegaylo M. G. Razvitiye rybnogo khozyaystva Kaliningradskogo

- regiona v aspekte obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti [Development of fisheries in the Kaliningrad region in the aspect of ensuring food security]. *Baltiyskiy ekonomicheskiy zhurnal* [Baltic Economic Journal], 2022, no. 3 (39), pp. 31–42. (In Russian). DOI: 10.46845/2073-3364-2022-0-3-31-42.
3. Mnatsakanyan A. G., Pobegaylo M. G. Otsenka urovnya samoobespecheniya regiona prodovol'stviyem [Assessment of the level of self-sufficiency of the region in food]. *APK: ekonomika, upravleniye* [AIC: Economics, Management], 2022, no. 3, pp. 74-82. (In Russian). DOI: 10.33305/223-74.
 4. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2020. Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad region in numbers. 2020. Brief statistical collection]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2020, 141 p. (In Russian).
 5. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2021. Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad region in numbers. 2021. Brief statistical collection]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2021, 156 p. (In Russian).
 6. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2022. Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad region in numbers. 2022. Brief statistical collection]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2022, 139 p. (In Russian).
 7. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2023. Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad region in numbers. 2023. Brief statistical collection]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2023, 138 p. (In Russian).
 8. Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation № 20 of January 21, 2020, *Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii* [On approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation]. (In Russian). Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (accessed 15.02.2024).
 9. Russian Federation. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation № 614 of August, 19, 2016 (as amended as of December 30, 2022), *Ob utverzhdenii Rekomendatsiy po ratsional'nyim normam potrebleniya pishchevykh produktov, otvechayushchikh sovremennym trebovaniyam zdorovogo pitaniya* [On approval of Recommendations for rational standards of food consumption that meet modern requirements for a healthy diet]. (In Russian). Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=451458> (accessed 15.02.2024).
 10. Russian Federation. Decree of the Government of the Russian Federation № 2138-r of November 18, 2013, *Ob utverzhdenii perechnya pokazateley v sfere obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii* [On approval of the list of indicators in the field of ensuring food security of the Russian Federation] (In Russian). Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70413268/> (accessed 15.02.2024).
 11. *Strategiya po obespecheniyu blagopriyatnykh usloviy dlya razvitiya eksportnoy deyatelnosti v Kaliningradskoy oblasti na period do 2025 goda* [Strategy to ensure favorable conditions for the development of export activities in the Kaliningrad region for the period until 2025]. (In Russian). URL: <https://minprom.gov39.ru/Экспортная%20стратегия%20ИТОГ.pdf> (accessed 18.02.2024).

Сведения об авторах / Information about authors

Дибурис

Ксения Максимовна

аспирант 3-го курса направления подготовки «Экономика и управление народным хозяйством»

Калининградский государственный технический университет
236022, Калининградская область, г. Калининград, Советский проспект, 1

ksenia.bazhenova1702@mail.ru

Diburis

Ksenia Maksimovna

postgraduate student of the 3rd year field of study “Economics and Management of the National Economy”

Kaliningrad State Technical University

236022, Kaliningrad region, Kaliningrad, Sovetsky ave., 1

ksenia.bazhenova1702@mail.ru

УДК 336.74:004:658

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.010

Кирильчук С.П., Кенжалиев Р.Р., Кравцов Д.А.

РЕВОЛЮЦИОННАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ВАЛЮТ В ЭКОНОМИКЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Цифровые валюты, включая криптовалюты и центробанковские цифровые валюты, представляют собой революционный переворот в мире финансов и денежных систем. В данной статье рассматриваются вызовы и перспективы, связанные с внедрением цифровых валют в современных экономических системах, анализируются их влияние на финансовые рынки, банковскую систему и потенциальные изменения в потребительском поведении. Авторы исследования проводят обзор основных преимуществ цифровых валют, таких как быстрота и дешевизна международных платежей и их анонимность, которая может быть полезна для предприятий. Однако они также обращают внимание на риски и нестабильность цифровых валют, особенно тех, которые основаны на блокчейн-технологии. Это может создать неопределенность и риск для предприятий, особенно в нестабильных регионах. Кроме того, авторы отмечают проблемы регулирования и законности, с которыми могут столкнуться предприятия, особенно при переводе цифровых валют в национальные валюты.

Ключевые слова: цифровые валюты, экономика предприятий, риски, блокчейн-технология, безопасность, электронные платежи, денежные системы будущего.

Kirilchuk S.P., Kenzhaliev R.R., Kravtsov D.A.

REVOLUTIONARY METHODOLOGY THE USE OF DIGITAL CURRENCIES IN THE ENTERPRISE ECONOMY

Abstract. Digital currencies, including cryptocurrencies and central bank digital currencies, represent a revolutionary revolution in the world of finance and monetary systems. This article examines the challenges and prospects associated with the introduction of digital currencies in modern economic systems, analyzes their impact on financial markets, the banking system, and potential changes in consumer behavior. The authors of the study provide an overview of the main advantages of digital currencies, such as fast and cheap international payments and anonymity, which can be useful for businesses. However, they also pay attention to the risks and instability of digital currencies, especially those based on blockchain technology. This can create uncertainty and risk for businesses, especially in unstable regions. In addition, the authors note the regulatory and legality issues that businesses may face, especially when converting digital currencies into national currencies.

Keywords: digital currencies, business economics, risks, blockchain technology, security, electronic payments, monetary systems of the future.

Введение. В настоящее время в вопросах обращения денежных средств происходит настоящая революция, обусловленная развитием финансовых технологий, что представляет собой важные трансформационные процессы. Образование совершенного нового типа денег происходит очень редко и характеризует формирование нового этапа в эволюционном развитии денежного обращения, в частности, и экономики предприятий в целом.

В данной статье рассматривается использование цифровых валют в экономике предприятий и его влияние на международные платежи и анонимность, авторы исследуют волатильность цифровых валют и ее влияние на экономику предприятия. Анализируется, как колебания цен цифровых валют могут влиять на экономику предприятий и создавать риски, проблемы регулирования и законности использования цифровых валют в экономике предприятий, зависимость отсутствия четких норм и правил на сложности и препятствия в работе предприятий. Авторы определили в результате сравнительного анализа преимущества

и недостатки использования цифровых валют и их влияние на экономику предприятия.

Целью исследования является анализ использования цифровых валют в экономике предприятий и выявление их преимуществ и недостатков.

Материалы и методы исследования. Зарубежные и отечественные ученые, проводят исследования по следующим направлениям: использования и влияния цифровых валют в экономике – Дж. Смит, А. Джонсон [1], волатильности цифровых валют и ее влияния на бизнес – Дж. Ли, С. Ким [2], проблем регулирования и правовых вопросов цифровых валют в экономике предприятий – М. Браун, Р. Смит [3]. Отечественные ученые осуществляют сравнительный анализ преимуществ и недостатков цифровых валют и предоставляют рекомендации для предприятий, которые рассматривают использование цифровых валют в своей деятельности в условиях глобализации экономики [4-9]. Вместе с тем, данная тема является относительно новой, и исследована недостаточно.

Методы исследования включают анализ существующей литературы и статистических данных по использованию цифровых валют в экономике предприятий.

Таким образом, данная статья исследует применение цифровых валют в экономике предприятий, выявляет их преимущества и недостатки, и предлагает рекомендации для предприятий при использовании цифровых валют.

Результаты исследования и их обсуждение. В последние годы экономика предприятий сталкивается с новым феноменом – использованием цифровых валют. Цифровые валюты, такие как биткоин, эфириум и многие другие, представляют собой электронные средства обмена, основанные на криптографических принципах.

Цифровые валюты – это форма электронных денег, которая основана на криптографии и технологии блокчейн. В последние годы наблюдается увеличенный интерес к их использованию и внедрению в денежные системы различных стран [10-11].

Исследуем ключевые аспекты этого явления, предоставляя анализ вызовов и перспектив, связанных с цифровыми валютами.

Цифровые валюты представляют собой инновационный способ хранения и передачи ценности, основанный на передовых технологиях. Одним из ключевых элементов, лежащих в основе цифровых валют, является блокчейн-технология. Блокчейн – это децентрализованный реестр, который записывает все транзакции в виде блоков и обеспечивает их целостность и безопасность с использованием криптографии.

Основные аспекты технологической составляющей цифровых валют включают в себя:

1. блокчейн-технология: она является основой цифровых валют, обеспечивая безопасное и прозрачное хранение информации о транзакциях. Эта децентрализованная система обеспечивает отсутствие необходимости центральных учреждений и гарантирует целостность данных;

2. криптографию в цифровых валютах: данные методы используются для защиты конфиденциальности и безопасности цифровых валют. Хеш-функции и алгоритмы шифрования обеспечивают защиту от несанкционированного доступа и подделки данных;

3. децентрализацию и управление консенсусом: системы управления консенсусом, такие как Proof of Work и Proof of Stake, обеспечивают децентрализацию сети, устойчивость к атакам и поддерживают работоспособность системы;

4. смарт-контракты: это программные коды, которые автоматизируют и регулируют условия транзакций. Они позволяют создавать децентрализованные приложения, предоставляя новые возможности для бизнеса и финансов.

Цифровые валюты оказывают значительное влияние на финансовые рынки и банковскую систему, изменяя традиционные процессы и создавая новые возможности для финансовых институтов и инвесторов. Это влияние проявляется в следующих аспектах.

Ликвидность и эффективность рынков. Цифровые валюты улучшают ликвидность рынков, обеспечивая мгновенные и глобальные транзакции в любое время суток. Благодаря устранению промежуточных посредников и ускорению процессов расчетов, они способствуют повышению эффективности финансовых операций.

Инновации в банковской системе. Центробанковские цифровые валюты (ЦЦВ) открывают новые перспективы для банковской системы. Банки могут использовать ЦЦВ для улучшения платежных систем, обеспечения безопасности транзакций и упрощения процессов внутренних и международных платежей.

Финансовая включенность. Цифровые валюты создают возможности для финансовой включенности миллионов людей, которые ранее были исключены из банковских услуг. С использованием мобильных устройств и интернета, даже люди без банковских счетов могут получить доступ к финансовым услугам, что способствует уменьшению финансового неравенства.

Вызовы для банковской конфиденциальности и безопасности: вместе с преимуществами существуют и вызовы в области конфиденциальности и безопасности. Банковские институты сталкиваются с необходимостью адаптации к новым уровням кибербезопасности и обеспечения анонимности для клиентов, сохраняя при этом законное наблюдение со стороны регуляторов.

Для отдельных предприятий внедрение цифрового рубля приведет к расширению финансовой доступности и развитию новых форм финансовой деятельности, обеспечению финансовой стабильности страны, способствованию созданию необходимых условий для финансовых и цифровых инноваций, выходу международных расчетов на новый уровень (снижение транзакционных издержек и пр.).

Цифровые валюты, несмотря на свои преимущества и перспективы, представляют вызовы для правительств и регулирующих органов. Рассмотрим какие меры могут быть предприняты для обеспечения безопасности и контроля [6; 8]:

1. Регулирование и надзор. Одним из ключевых аспектов является разработка эффективных правовых и регулирующих механизмов. Государства должны создать законы, которые обеспечивают контроль за обменом цифровыми валютами, предотвращают противозаконную деятельность и обеспечивают защиту потребителей.

2. Борьба с мошенничеством и кибератаками. Цифровые валюты подвержены угрозам мошенничества и кибератак. Регуляторы должны сосредотачиваться на разработке технологических и правовых методов борьбы с киберугрозами, обеспечивая безопасность транзакций и защиту данных пользователей.

3. Конфиденциальность и приватность. Важно учесть аспекты конфиденциальности и приватности. Регуляторы должны сбалансировать необходимость отслеживания финансовых операций для предотвращения преступной деятельности с защитой личной информации пользователей, соблюдая принципы конфиденциальности.

4. Образование и информирование. Эффективная стратегия регулирования также включает в себя образование и информирование. Пользователи должны быть осведомлены о рисках, связанных с использованием цифровых валют, и о том, как обеспечить безопасность своих средств. Образовательные кампании и инициативы могут повысить уровень осведомленности в обществе.

5. Международное сотрудничество. Учитывая глобальный характер цифровых валют, международное сотрудничество имеет критическое значение. Государства должны сотрудничать для разработки стандартов и нормативов, которые обеспечат безопасность и стабильность мировых финансовых систем.

Важно отметить, что цифровые валюты, несмотря на стойкое намерение некоторых стран их запустить, все еще носят гипотетический характер в том плане, что, если в результате исследований и анализа рисков, сопоставления с преимуществами выяснится, что цифровые валюты будут деструктивными или убыточными для экономики, инициатива будет отвергнута [11].

Однако, для того чтобы максимизировать выгоды от цифровых валют и минимизировать риски, необходимо разработать комплексный подход к их регулированию и безопасности. Государства и регуляторы должны активно работать над созданием эффективных законодательных рамок, обеспечивая сбалансированный подход между

защитой пользователей и стимулированием инноваций.

Образование и информирование о криптовалютах также играют ключевую роль в формировании безопасного и устойчивого использования цифровых валют.

Такое использование цифровых валют в экономике предприятий может иметь несколько преимуществ и недостатков.

Одним из главных преимуществ использования цифровых валют является возможность быстрого и дешевого международного платежа. Традиционные банковские механизмы международных платежей могут быть дорогостоящими и затяжными процессами, в то время как цифровые валюты позволяют осуществлять быстрые и недорогие транзакции, обходя посредников.

Еще одним преимуществом цифровых валют является их анонимность. В то время как традиционные платежные системы требуют обязательной идентификации пользователей, цифровые валюты позволяют совершать анонимные транзакции. Это может быть полезно для предприятий, желающих сохранить конфиденциальность своих финансовых операций.

Однако, использование цифровых валют также имеет свои недостатки. Во-первых, цифровые валюты, особенно те, которые основаны на блокчейн-технологии, могут быть нестабильными и подверженными значительным колебаниям цен. Это может создать неопределенность и риск для предприятий, особенно для тех, которые оперируют в нестабильных регионах.

Также, использование цифровых валют в экономике предприятия может столкнуться с проблемами регулирования и законности. Многие страны еще не разработали четкие нормы для использования цифровых валют, что может создавать сложности для предприятий, особенно при переводе цифровых валют в традиционную национальную валюту.

На данный момент нет конкретных цифровых данных или статистики, указывающей на точное количество предприятий, которые используют цифровые валюты в своей экономике. Это может быть связано с тем, что использование цифровых валют все еще достаточно новое явление и еще не было подробно исследовано.

Однако, существуют некоторые цифровые данные, которые отражают потенциал и принятие цифровых валют. Например, рыночная капитализация биткоина, наиболее известной цифровой валюты, по состоянию на сентябрь 2021 года составляла около 900 миллиардов долларов США. Это указывает на то, что множество людей и предприятий вкладывают деньги и доверяют этой цифровой валюте.

Вот данные о рыночной капитализации биткоина за несколько последних лет (рис.1):

Как видно из рис. 1, величина капитализации биткоина за период 2018-2021 гг. существенно возросла, увеличившись почти в 14 раз. Вместе с тем, нужно понимать, что данные могут незначительно отличаться в зависимости от источника, так как они подвержены изменениям со временем и могут варьироваться в зависимости от различных ресурсов и методологий определения рыночной капитализации.

Также существует рост в использовании цифровых валют в некоторых отраслях, таких как онлайн-торговля и инвестиции. Некоторые крупные онлайн-рынки, такие как Amazon и Overstock, уже принимают биткоин в качестве способа оплаты, предоставляя потребителям больше выбора при совершении покупок.

Кроме того, есть растущее количество платформ и сервисов, которые облегчают инвестирование и торговлю различными цифровыми валютами.

В торговле цифровыми валютами используются различные платформы и сервисы. Некоторые из них включают:

Криптовалютные биржи: это онлайн-платформы, где пользователи могут купить, продать и торговать цифровыми валютами. Примеры включают Binance, Coinbase, Kraken, Bitfinex и Bitstamp.

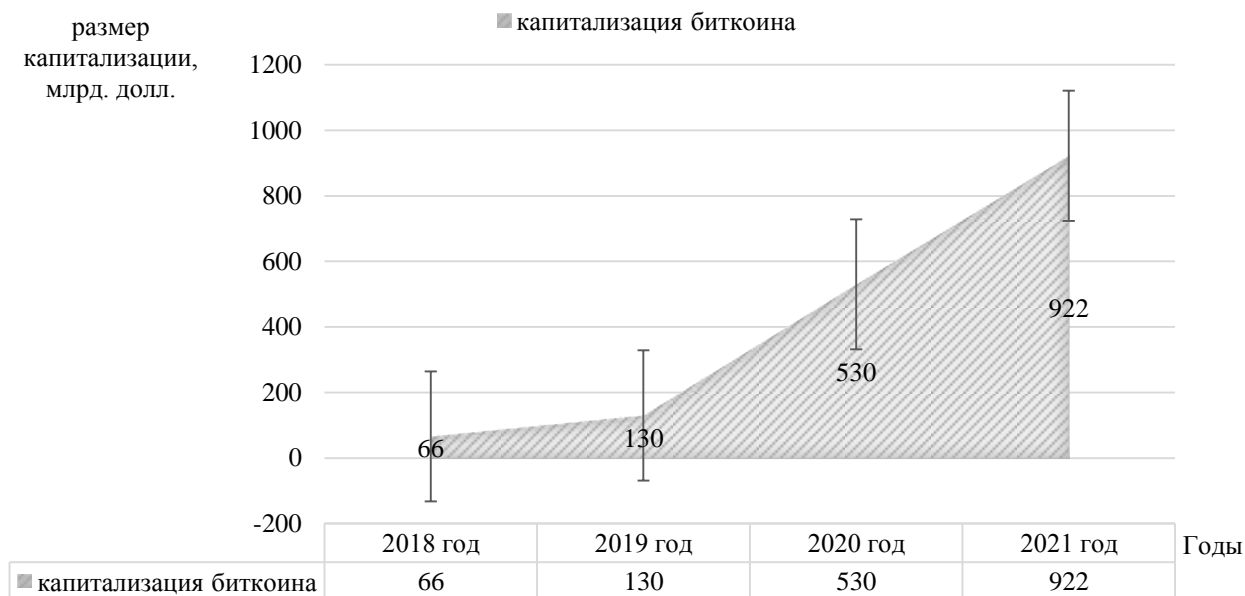


Рисунок 1 – Рыночная капитализация биткоина
 Составлено авторами на основе [12-15].

Роботы для торговли: такие сервисы позволяют автоматизировать процесс торговли цифровыми валютами с помощью алгоритмов и стратегий. Некоторые из популярных роботов для торговли включают HaasOnline Trade Server, 3Commas и Gunbot.

Кошельки для хранения цифровых валют: это программное или аппаратное оборудование, используемое для безопасного хранения цифровых активов. Некоторые известные кошельки включают Ledger Nano S, Trezor, Exodus и Electrum.

Платежные сервисы: такие сервисы позволяют пользователям принимать и отправлять платежи в цифровых валютах. Некоторые платежные сервисы включают BitPay, CoinGate и Stripe.

Margin trading платформы: это платформы, которые предоставляют возможность трейдерам использовать кредитное плечо для увеличения своих торговых позиций. Примеры включают BitMEX, Binance Futures и Deribit.

Социальные сети для трейдеров: это платформы, которые позволяют трейдерам обмениваться идеями, анализировать рынок и копировать торговые стратегии других трейдеров. Примеры таких социальных сетей включают eToro, ZuluTrade и TradingView.

Аналитические и информационные платформы: это платформы, которые предоставляют трейдерам актуальную информацию и аналитические инструменты для принятия решений в торговле цифровыми валютами. Примеры включают CoinMarketCap, CoinGecko и TradingView.

Важно отметить, что использование методологических подходов, конкретных платформ и сервисов может зависеть от индивидуальных потребностей и предпочтений трейдера [16-17].

Приведем примеры из экономики предприятий Российской Федерации:

1. Магазин «Разное» в Екатеринбурге принимает оплату в криптовалюте, включая Bitcoin и Ethereum. Они предлагают свои товары и услуги не только за фиатные деньги, но и за цифровые валюты, чтобы привлечь новых клиентов.

2. Цепочка ресторанов «BBQCoin» в Москве принимает оплату в Bitcoin Cash. Они объявили о своем решении принимать криптовалюту в качестве формы оплаты, чтобы удовлетворить потребности клиентов, желающих использовать цифровые активы.

3. Компания-строитель «CryptoHouse» в Санкт-Петербурге предлагает своим клиентам оплатить строительные услуги в Bitcoin и других криптовалютах. Они ищут способы использовать цифровые валюты для упрощения процесса оплаты и международных

транзакций.

4. Онлайн-магазин электроники «Cryptotech» принимает оплату в различных криптовалютах, включая Litecoin и Ripple. Они активно продвигаются среди крипто-энтузиастов, предлагая им новые технологии и возможность использовать свои цифровые активы для покупки товаров.

5. Компания фармацевтической индустрии «BitPharma» в Москве принимает оплату за лекарства и медицинские услуги в Bitcoin и других криптовалютах. Они стремятся привлечь клиентов, использующих цифровые валюты, и улучшить доступность медицинской помощи.

Однако, без более подробных исследований и данных, сложно дать более точные цифровые статистики о принятии и использовании цифровых валют предприятиями. Это область, требующая дальнейшего исследования и анализа, чтобы понять масштаб и влияние цифровых валют на экономику предприятий.

Выводы. Цифровые валюты не только меняют наш способ взаимодействия с деньгами, но и создают новые возможности для экономического роста и развития. С правильным регулированием и активным сотрудничеством на мировом уровне, мы можем обеспечить успешное внедрение цифровых валют, что приведет к более устойчивой, эффективной и инклюзивной финансовой системе для всех.

Выявленные в статье особенности использования цифровых валют в экономике выявила ряд преимуществ, таких, как быстрота и дешевизна международных платежей и переводов и их анонимность, которые могут быть ценными для различных экономических агентов. Однако также выявлены недостатки, включая нестабильность и риски, а также проблемы регулирования и законности. Эти факторы следует учитывать при рассмотрении в перспективных исследованиях использования цифровых валют в экономике предприятий.

Список использованной литературы:

1. *Smith J., Johnson A.* The use and impact of digital currencies in the economy // Journal of Economics and Finance. 2018. № 7. URL: <https://doi.org/10.21799/frbp.wp.2018.07> (дата обращения: 23.12.2023).
2. *Lee J., Kim S.* The volatility of digital currencies and its impact on businesses // Journal of International Business Studies. 2019. Vol. 50. URL: <https://econpapers.repec.org/article/paljintbs/> (дата обращения: 23.12.2023).
3. *Brown M. Smith R.* Regulatory challenges and legal issues of digital currencies in enterprise economy // International Journal of Law and Economics. 2020. Vol. 1. URL: <https://www.digitallawjournal.org/jour> (дата обращения: 23.12.2023).
4. *Назарова Н.В., Пименова Е.А., Борзенкова Е.М.* Зарубежный опыт использования цифровых валют в предприятии: уроки для России // Инновационное развитие предприятий. 2020. № 4. С. 64–71.
5. *Ивашковская И.В., Волкова О.Б.* Анализ преимуществ и недостатков использования цифровых валют в России и за рубежом // Экономический анализ: теория и практика. 2019. № 12. С. 45–52.
6. *Буравлев А.А., Шишкин А.В.* Возможности использования цифровых валют в деятельности предприятий: опыт и перспективы // Управление финансами и бухгалтерский учет в условиях цифровой экономики. 2018. № 5 (9). С. 69–75.
7. *Капустин В.В., Лукина Е.С.* Компаративный анализ преимуществ и недостатков цифровых валют на основе примера России и зарубежных стран // Российский экономический журнал. 2017. № 2. С. 142–148.
8. *Медведев Д.А., Смирнов А.С.* Рекомендации по использованию цифровых валют для предприятий в условиях современной экономики // Экономика и управление: проблемы, решения. 2016. № 6 (11). С. 70–75.
9. *Наливайченко Е.В.* Развитие цифровой экономики в условиях глобализации: монография. Симферополь: ИТ АРИАЛ, 2019. 276 с.
10. *Гарипов Р.И., Максимова Р.И.* Значение цифрового рубля для экономики страны //

Управление в современных системах. 2021. № 4 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-tsifrovogo-rublya-dlya-ekonomiki-strany> (дата обращения: 01.11.2023).

11. *Коняхина Д.В., Нуждина А.В.* Внедрение цифровых валют в мировую экономику: институциональные возможности и ограничения // *Финансовые рынки и банки*. 2021. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-tsifrovyyh-valyut-v-mirovuyu-ekonomiku-institutsionalnye-vozmozhnosti-i-ogranicheniya> (дата обращения 01.11.2023).
12. Number of cryptocurrencies 2013-2023 Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/863917/market-capitalization-of-bitcoin/> (дата обращения: 22.12.2023).
13. Historical Snapshot – 31 December 2019. CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/historical/20191231/> (дата обращения: 22.12.2023).
14. Historical Snapshot – 31 December 2020. CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/historical/20201231/> (дата обращения: 22.12.2023).
15. Historical Snapshot – 31 December 2021. CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/historical/20211231/> (дата обращения: 22.12.2023).
16. *Kirilchuk S. P., Tsopa N. V., Nalivaichenko E.V. et al.* Scientific and methodological approach to the assessment of the region financial and production structure // *Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering (ERSME-2023): International Scientific and Practical Conference*. Rostov-on-Don, EDP Sciences. 2023. P. 05039. DOI: 10.1051/e3sconf/202337605039.
17. *Курильчук С.П., Петров Д.А.* Проблемы осуществления стратегического планирования и прогнозирования информационной предпринимательской деятельности в Республике Крым // *Научный вестник: финансы, банки, инвестиции*. 2021. № 1 (54). С. 214–226. DOI: 10.37279/2312-5330-2021-1-214-226.

References:

1. Smith J., Johnson A. The use and impact of digital currencies in the economy. *Journal of Economics and Finance*, 2018, no. 7. (In English). Available at: <https://doi.org/10.21799/frbp.wp.2018.07> (accessed 23.12.2023).
2. Lee J., Kim S. The volatility of digital currencies and its impact on businesses. *Journal of International Business Studies*, 2019, vol. 50. (In English). Available at: <https://econpapers.repec.org/article/paljintbs/> (accessed 23.12.2023).
3. Brown M., Smith R. Regulatory challenges and legal issues of digital currencies in enterprise economy. *International Journal of Law and Economics*, 2020, vol. 1. (In English). Available at: <https://www.digitallawjournal.org/jour> (accessed 23.12.2023).
4. Nazarova N.V., Pimenova E.A., Borzenkova E.M. Zarubezhny`j opy`t ispol`zovaniya cifrovyy`x valyut v predpriyatii: uroki dlya Rossii [Foreign experience of using digital currencies in an enterprise: lessons for Russia]. *Innovacionnoe razvitie predpriyatij* [Innovative Development of Enterprises], 2020, no. 4, pp. 64–71. (In Russian).
5. Ivashkovskaya I.V., Volkova O.B. Analiz preimushhestv i nedostatkov ispol`zovaniya cifrovyy`x valyut v Rossii i zarubezhom [Analysis of the advantages and disadvantages of using digital currencies in Russia and abroad]. *Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika* [Economic Analysis: Theory and Practice], 2019, no. 12, pp. 45–52. (In Russian).
6. Buravlev A.A., Shishkin A.V. Vozmozhnosti ispol`zovaniya cifrovyy`x valyut v deyatel`nosti predpriyatij: opy`t i perspektivy` [The possibilities of using digital currencies in the activities of enterprises: experience and prospects]. *Upravlenie finansami i buxgalterskij uchet v usloviyax cifrovoj e`konomiki* [Financial Management and Accounting in the Digital Economy], 2018, no. 5 (9), pp. 69–75. (In Russian).
7. Kapustin V.V., Lukina E.S. Komparativny`j analiz preimushhestv i nedostatkov cifrovyy`x valyut na osnove primera Rossii i zarubezhny`x stran [Comparative analysis of the advantages and disadvantages of digital currencies based on the example of Russia and foreign countries]. *Rossiyskij e`konomicheskij zhurnal* [Russian Economic Journal], 2017, no. 2, pp. 142–148. (In Russian).

- Russian).
8. Medvedev D.A., Smirnov A.S. Rekomendacii po ispol'zovaniyu cifrovyy`x valyut dlya predpriyatij v usloviyax sovremennoj e`konomiki [Recommendations on the use of digital currencies for enterprises in the modern economy]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and Management: Problems, Solutions], 2016, no. 6 (11), pp. 70–75. (In Russian).
 9. Nalivaichenko E.V. *Razvitie cifrovoj e`konomiki usloviyax globalizacii* [The development of the digital economy in the context of globalization]. Simferopol, IT ARIAL Publ., 2019, 276 p. (In Russian).
 10. Garipov R.I., Maksimova R.I. Znachenie cifrovogo rublya dlya e`konomiki strany` [The value of the digital ruble for the country's economy]. *Upravlenie v sovremenny`x sistemax* [Management in Modern Systems], 2021, vol. 4 (32). (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-tsifrovogo-rublya-dlya-ekonomiki-strany> (accessed 01.11.2023).
 11. Konyaxina D.V., Nuzhdina A.V. Vnedrenie cifrovyy`x valyut v mirovuyu e`konomiku: institucional`ny`e vozmozhnosti i ogranicheniya [The introduction of digital currencies into the global economy: institutional opportunities and limitations]. *Finansovy`e ry`nki i banki* [Financial Markets and Banks], 2021, no. 5. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-tsifrovyyh-valyut-v-mirovuyu-ekonomiku-institutsionalnye-vozmozhnosti-i-ogranicheniya> (accessed 01.11.2023).
 12. Number of cryptocurrencies 2013-2023 Statista. (In English). Available at: <https://www.statista.com/statistics/863917/market-capitalization-of-bitcoin/> (accessed 22.12.2023).
 13. Historical Snapshot – 31 December 2019. CoinMarketCap. (In English). Available at: <https://coinmarketcap.com/historical/20191231/> (accessed 22.12.2023).
 14. Historical Snapshot – 31 December 2020. CoinMarketCap. (In English). Available at: <https://coinmarketcap.com/historical/20201231/> (accessed 22.12.2023).
 15. Historical Snapshot – 31 December 2021. CoinMarketCap. (In English). Available at: <https://coinmarketcap.com/historical/20211231/> (accessed 22.12.2023).
 16. Kirilchuk S. P., Tsopa N. V., Nalivaichenko E.V. et al. Scientific and methodological approach to the assessment of the region financial and production structure. *International Scientific and Practical Conference «Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering» (ERSME-2023)*, Rostov-on-Don, EDP Sciences Publ., 2023, p. 05039. (In English). DOI: 10.1051/e3sconf/202337605039.
 17. Kiril`chuk S.P., Petrov D.A. Problemy` osushhestvleniya strategicheskogo planirovaniya i prognozirovaniya informacionnoj predprinimatel`skoj deyatel`nosti v Respublike Kry`m [Problems of strategic planning and forecasting of information business activity in the Republic of Crimea]. *Nauchny`j vestnik: finansy`, banki, investicii* [Scientific Bulletin: Finance, Banks, Investments], 2021, no. 1 (54), pp. 214–226. (In Russian). DOI: 10.37279/2312-5330-2021-1-214-226.

Сведения об авторах / Information about authors

**Кирильчук
Светлана Петровна**

д-р экон. наук, профессор, заведующий кафедрой экономики предприятия
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4
skir12@yandex.ru

Kirilchuk
Svetlana Petrovna

Dr. Sci. (Econ.), Professor, Head of the Department of Enterprise Economics
V.I. Vernadsky Crimean Federal University
295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4
skir12@yandex.ru

- Кенжалиев
Рефат Рефатович** обучающийся 1-го курса магистратуры направления подготовки «Экономика»
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4
toxy.gogakk@gmail.com
- Kenzhaliev
Refat Refatovich 1st year student of the Master's degree in Economics
V.I. Vernadsky Crimean Federal University
295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4
toxy.gogakk@gmail.com
- Кравцов
Даниил
Александрович** обучающийся 1-го курса магистратуры направления подготовки «Экономика»
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4
mr.danya.kravtsov.n2@mail.ru
- Kravtsov
Daniel Alexandrovich 1st year student of the Master's degree in Economics
V.I. Vernadsky Crimean Federal University
295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4
mr.danya.kravtsov.n2@mail.ru

Кирсенко В.В.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ИМПУЛЬСНОЙ ИННОВАТИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕГИОНА

Аннотация. В рыночной экономике важнейшим фактором повышения конкурентоспособности региональной модели являются структурные трансформации межрегиональных взаимодействий на локальных рынках. Результатом сбалансированной инновационной региональной модели на основе коррекции финансовых потоков, импульсной инноватизации технологий ФИНТЕХ (финансовых технологий), является положительная динамика регионального ВВП. Особенно актуальным данный вопрос определяется в рамках изучения мезоэкономических генераций, обусловленных смещением межсекторальных пропорций в воспроизводственном процессе на локальных рынках региона. В этой связи важной методической задачей является разработка региональных моделей, оценивающих подобного рода последствия, вызванные динамичностью инноваций финансовых результатов отраслевых хозяйствующих субъектов и соответствующей последующей динамикой валовой добавленной стоимости. Данное исследование проведено на основе методики коинтеграционного моделирования для анализа взаимосвязей между отраслями по причине изменений важных индикаторных значений финансовых технологий, таких, как финансовая устойчивость и кредитоспособность компаний. Также для анализа использовалась 5-ти ступенчатая модель Альтмана. В рамках данного исследования разработана модель импульсной инноватизации финансовых технологий на локальном рынке химической продукции Республики Крым, которая предусматривает возможные импульсные изменения финансовой устойчивости превалирующих компаний смежных секторов определенного локального рынка. Импульсами воздействия на межсекторальную систему служат основные параметры финансовых технологий, характеризующие кредитоспособность и финансовую устойчивость крупнейших отраслевых публичных компаний локального рынка химической продукции Республики Крым, оказывающие наибольшее влияние на динамику регионального ВВП и его конкурентоспособность.

Ключевые слова: региональная модель, локальный рынок химической продукции, Республика Крым, модель Леонтьева, модель Альтмана, динамика регионального ВВП, ФИНТЕХ, кредитоспособность, финансовая устойчивость, конкурентоспособность региона.

Kirsenko V.V.

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE REGIONAL MODEL OF PULSE INNOVATION OF FINANCIAL TECHNOLOGIES ON INCREASING THE COMPETITIVENESS OF THE REGION

Abstract. In a market economy, the most important factor in increasing the competitiveness of the regional model is the structural transformation of interregional interactions in local markets. The result of a balanced innovative regional model based on the correction of financial flows, impulse innovation of FINTECH technologies (financial technologies), is the positive dynamics of regional GDP. This issue is particularly relevant in the framework of the study of mesoeconomic generations caused by a shift in intersectoral proportions in the reproduction process in local markets of the region. In this regard, an important methodological task is the development of regional models that assess these types of consequences caused by the dynamics of innovation in the financial results of industry economic entities and the corresponding subsequent dynamics of gross value added. This study was conducted based on the cointegration modeling technique to analyze the relationships between industries due to changes in important indicator values of financial technologies, such as financial stability and creditworthiness of companies. Also, the 5-stage Altman model was used for

analysis. As part of this study, a model of impulse innovatization of financial technologies in the local market of chemical products of the Republic of Crimea has been developed, which provides for possible impulse changes in the financial stability of prevailing companies in related sectors of a certain local market. The impulses for influencing the intersectoral system are the main parameters of financial technologies that characterize the creditworthiness and financial stability of the largest industry public companies in the local chemical market of the Republic of Crimea, which have the greatest impact on the dynamics of regional GDP and its competitiveness.

Keywords: regional model, local market of chemical products, Republic of Crimea, Leontiev model, Altman model, dynamics of regional GDP, FINTECH, creditworthiness, financial stability, competitiveness of the region.

Введение. Методологические вопросы расчетов инновационной региональной модели постоянно исследуются многими учеными и практиками [1-5]. На современном этапе цифровых социально-экономических трансформаций, данные процессы актуализируются в связи с всё возрастающей конкуренцией за рынки сбыта.

Также исследование региональных закономерностей экономического развития необходимо проводить по следующим актуальным основаниям:

1) «государственная экономическая политика должна быть основана на глубоком осознании реформ в воспроизводственных пропорциях и последующих масштабных эффектах, возникающих вследствие перестроек в различных секторах экономики региона, что поможет правительству принимать эффективные решения и формировать рациональную государственную политику» [6];

2) «при среднесрочном и долгосрочном планировании также требуются научные прогнозы, учитывающие процессы перспективных направленностей стратегической деятельности, анализа взаимосвязей между отраслями экономики и порождаемые эффекты от реализации проводимой региональной политики» [7];

3) «мезоэкономические расформирования в социально-экономической среде отражают процессы межотраслевых взаимосвязей на локальных рынках, вызывают конкурентную борьбу за их расширение, слияние и маржинальность, определяют дифференциацию производительных сил, компоненты инновационных воспроизводственных процессов в региональной экономике» [8].

«Инновационная модель сбалансированного роста экономики региона предполагает баланс между отдельными отраслями экономики, между производителями и потребителями, а каждая отрасль является, с одной стороны, производителем одного определенного набора видов продукции, а с другой – потребителем другого набора видов продукции. Возникает сложная интегративная задача, требующая привлечения аппарата экономико-математического управления цифровой экономической системой – экономической деятельностью, сфокусированной на информационных электронных технологиях. В этой связи важной методической задачей в теории развития локальных рынков становится построение отдельного класса моделей, опирающихся на оценку трансформационных сдвигов в рамках корректирующих параметров финансовой эффективности хозяйствующих субъектов, относящихся к тому или иному виду экономической деятельности локального рынка» [9, с. 360].

Целью исследования является разработка модели импульсной инноватизации финансовых технологий на локальном рынке химической продукции Республики Крым, которая предусматривает возможные импульсные изменения финансовой устойчивости превалирующих компаний смежных секторов определенного локального рынка.

Материалы и методы исследования. Отметим целесообразность методологии Леонтьева В.В. [5] для построения таких региональных инновационных моделей, в которые включаются лишь отрасли материального производства, и не включаются производства домашних хозяйств, в которых работники сами создают продукты труда и зарабатывают себе заработную плату. Таким образом создается натуральное производство собственного

потребления.

Настоящее исследование также основано на подобной научной идее, моделируются реальные сектора экономики локального рынка химической продукции на примере Республики Крым с учетом импульсной инноватизации финансовых технологий, влияющей на показатели финансового состояния структурообразующих компаний данного сектора экономики на другие сектора, и региональную экономику в целом.

Особенность используемых показателей финансовых технологий связана с анализом возможных импульсных преобразований системных финансов ведущих хозяйственных субъектов, что отражено в публикациях Ельшина Л.А., Хайруллина Д.А., Абдукаевой А.А. [2], Зяблюка Р.Т., Титовой Н.И. [9], Кулькова В.М. [10].

Следуя методическому алгоритму моделирования, выделим четыре основные фазы моделирования [11-16]:

- 1) выборка из структурообразующих компаний исследуемого сектора экономики;
- 2) оценивание кредитоспособности и финансовой устойчивости избранных субъектов локального рынка на основании модели Альтмана;
- 3) моделирование оптимизации изменения финансовых показателей исследуемых секторов локального рынка и изменения величины валовой добавленной стоимости (ВДС);
- 4) анализ инновационного воздействия импульсов финансовых технологий на системные региональные связи по видам экономической деятельности и на динамичность ВВП, которая выступает результирующим эффектом предложенной методики.

Импульсная цифровая модель позволила определить взаимосвязь между изменением кредитоспособности структурообразующих компаний, являющихся репрезентативными представителями локального рынка химической отрасли и индексом валового регионального продукта, произведенного в этой отрасли. Методика исследования базируется на анализе взаимосвязи изменений внутрииндустриальных связей с использованием импульсного анализа корреляций. Путем искусственного изменения финансовыми технологиями индексов кредитоспособности и финансовой устойчивости структурообразующих компаний исследуемых секторов химической отрасли, осуществляются оценки влияния на другие сектора экономики. Отметим, что использованная методика не предусматривает учет всех существующих экономических зависимостей, но дает представление о структурировании трансформаций и комплексной оценке перераспределения валовой добавочной стоимости (ВДС) между секторами в результате импульсной инноватизации финансовой результативности ключевых игроков на рынке.

Результаты исследования и их обсуждение. На первой фазе исследования мы собрали статистическую отчетность согласно международным стандартам финансовой отчетности (МСФО) за 2018-2022 годы по ведущим структурообразующим компаниям смежных секторов, осуществляемым деятельность на локальном рынке химической продукции Республики Крым [17]:

– обрабатывающее производство, в том числе: производство химических веществ и химических продуктов: ООО «Титановые инвестиции», г. Армянск (производство диоксида титана), АО «Сизакор», г. Симферополь (производство полимерных труб), АО «Крымский содовый завод», г. Красноперекоск (производство соды технической, пищевой и пищевой соли, мыла, моющих, чистящих и полирующих средств); АО «Бром», г. Красноперекоск (производство брома и бромистых соединений); ООО «АЛГЕАЛ», г. Керчь (пластмассовое производство); АО Фирма «Август», представительство-г. Симферополь (разработка, производство и информационно-технологическое сопровождение применения химических средств защиты растений); Компания «Чистый Крым», г. Евпатория (производство профессиональной химии, бытовой и автохимии); ООО «Биогумус Крым», г. Симферополь (производство неорганических и органических удобрений);

– деятельность финансовая и страховая: ПАО «РНКБ», АО «Генбанк»;

– транспорт: Крымская железная дорога (КЖД), Транспортная компания «Мегатранс»; Порт «Крым»;

- торговля: ООО «Чистый дом», ООО «Крымская корзина»;
- энергетика: Крымэнерго, Крымгазсети, Вода Крыма;
- сельское хозяйство: ООО «Крымский центр экологических технологий»; ООО «Санпрофит»; ООО «КЦЭТ»;
- строительство: ООО «ЭнергоТехХолдинг-КРЫМ», ООО «Баутерм-Юг», ООО «Крымская Экотехнологическая Монтажная компания».

Мы выбрали направления экономической деятельности и определили, кто ключевые игроки рынка, на основе доступности сведений и наличия структурообразующих компаний, которые представляют крымский регион, локальный рынок химической продукции.

Для каждой из этих компаний мы применяем пятифакторную модель Альтмана для оценки их кредитоспособности в соответствии с фазой два (формула 1):

«В общем виде индекс кредитоспособности (Z-счет) имеет вид:

$$Z=1,2X1 + 1,4X2 + 3,3X3 + 0,6X4 + X5. \quad (1)$$

- где X1 – оборотный капитал/сумма активов;
X2 – нераспределенная прибыль/сумма активов;
X3 – операционная прибыль/сумма активов;
X4 – рыночная стоимость акций/задолженность;
X5 – выручка/сумма активов» [5].

Сведем полученные данные в таблицу 1. Индекс кредитоспособности каждого вида экономической деятельности показывает его финансовую состоятельность, и должен составлять величину более 1,8. Величина более 2,9 означает высокую кредитоспособность и хорошее финансовое состояние.

Также рассчитаем оценку финансовой устойчивости для каждого из анализируемых хозяйствующих субъектов и сведем в таблицу 1. «При определении синергетичной величины финансовой устойчивости (F) используем ключевые показатели:

- коэффициент автономии;
- соотношение собственных и заемных средств;
- коэффициент обеспеченности компании собственными оборотными средствами;
- коэффициент финансовой устойчивости;
- коэффициент маневренности собственного капитала;
- степень платежеспособности;
- коэффициент краткосрочной задолженности;
- коэффициент текущей ликвидности» [17].

Таблица 1 – Интегральный индекс Альтмана по анализируемым видам экономической деятельности на локальном рынке химической продукции Республики Крым за 2018-2022 гг.

Индекс Альтмана	Обрабатывающее производство	Деятельность финансовая и страховая	Транспорт	Торговля	Энергетика	Сельское хозяйство	Строительство
Z	1,822	2,904	2,685	3,889	2,875	1,734	3,634
F	0,303	0,295	0,628	0,505	0,725	0,747	0,490
Altman Z-score	2,125	3,199	3,313	4,394	3,60	2,481	4,124

Источник: рассчитано автором на основании статистической отчетности предприятий [17].

Синергетичный показатель финансовой устойчивости имеет идеальное значение – 0,5, в этом случае у компании собственный и заемный капиталы в равных долях. Допускаются значения 0,6-0,7, но, если цифра выше, значит компания зависима от кредиторов.

Встроенные веса в интегральном индексе Альтмана позволяют учитывать разнонаправленность показателей экономической эффективности предприятия и оценить итоговое влияние компаний взаимозависимой экономической деятельности на локальном рынке химической продукции крымского региона. Если показатель Altman Z-score меньше 1,8, то вероятность банкротства высока. Если показатель больше 2,9, то банкротство маловероятно, то есть предприятие обладает хорошим финансовым здоровьем.

Как видно из таблицы 1, наибольшую устойчивость на локальном рынке химической продукции Крыма имеют компании торговли и строительства, наименьшую – обрабатывающего производства и сельского хозяйства.

Представленный подход определяет использование эти данных для импульсных изменений динамики роста продукта в других видах экономической деятельности смежных секторов, а также всего регионального ВВП.

В очередной, третьей фазе моделирования в соответствии с разработанной блок-схемой, происходит выявление текущих взаимозависимостей между величинами ВДС в различных отраслях. Эти взаимозависимости представляются векторными регрессионными моделями, имеющими корректирующие составляющие.

Такие корректирующие составляющие модели включают в себя все виды анализируемой экономической деятельности в секторах и представлены регрессионными временными рядами. Таблица 2 содержит конечные величины расчетов коэффициентов коинтеграции показателей ВДС исследуемых взаимозависимых секторов локального рынка химической продукции.

Таблица 2 – Коинтеграционное отношение между показателями ВДС в разрезе анализируемых видов экономической деятельности на локальном рынке химической продукции Республики Крым за 2018-2022 гг.

Обрабатывающее производство	Деятельность финансовая и страховая	Транспорт	Торговля	Энергетика	Сельское хозяйство	Строительство
1,0	-1,082	-0,863	-2,067	-1,053	1,088	-1,812

Источник: рассчитано автором на основании [18].

Сравнение изменений по интегральному индексу Альтмана и коинтеграционному соотношению показателей ВДС по анализируемым видам экономической деятельности секторов локального рынке химической продукции Республики Крым в 2018-2022 годах представлено на рисунке 1.

Из рисунка 1 следует, что для имеющегося объема обрабатывающего производства, куда относится отрасль химической продукции, в целях повышения его финансовой устойчивости и кредитоспособности, необходимо осуществить импульсный перелив средств в расчетных величинах из различных секторов видов экономической деятельности на локальном рынке, в сельское хозяйство.

На четвертой фазе исследования выводится заключительная аналитика по импульсному воздействию на системные региональные связи между всеми секторальными видами экономической деятельности и динамикой ВВП по региону.

Обобщающие результаты заключительной аналитики выступают результирующим эффектом данного исследования и применяемой методики.

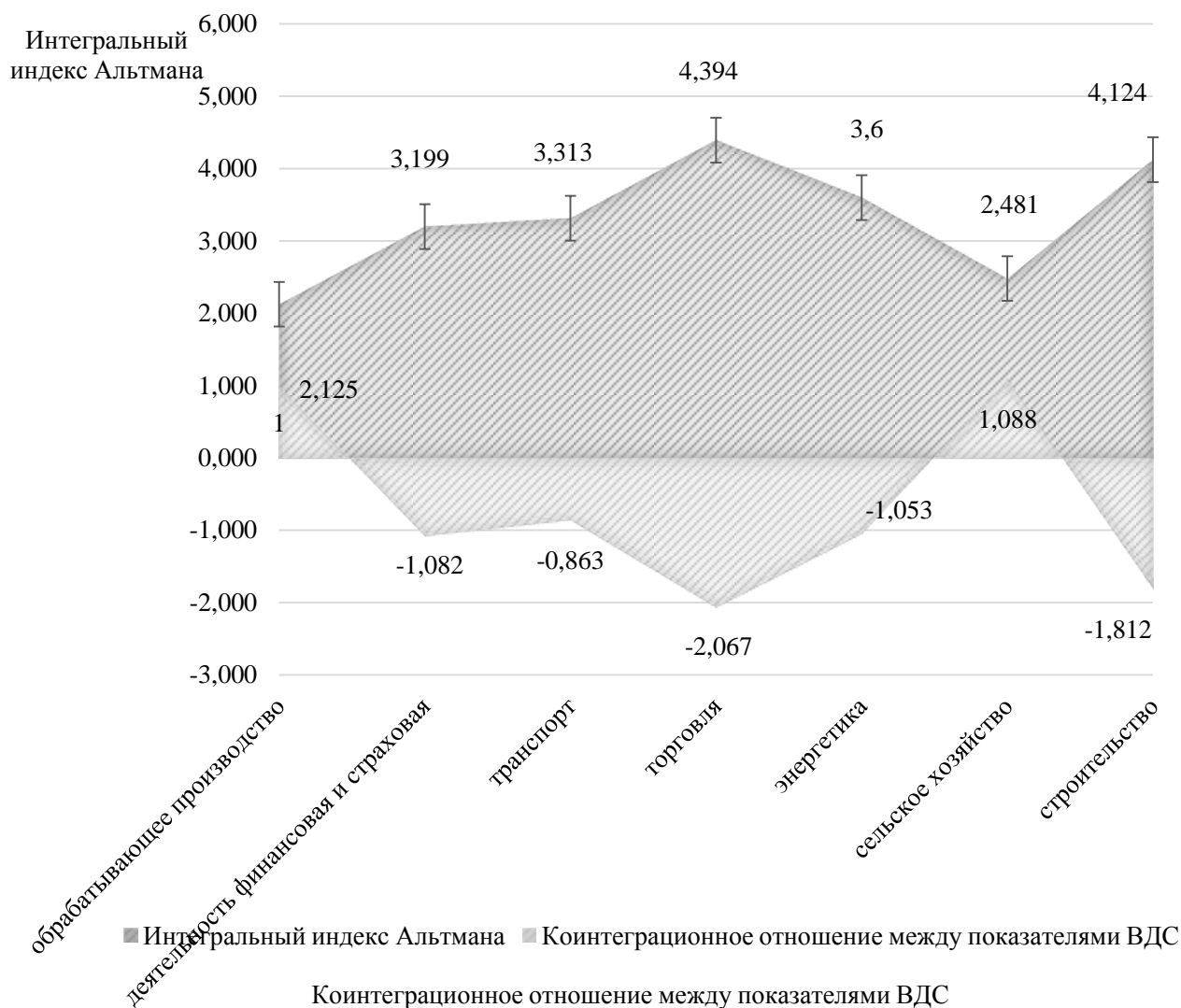


Рисунок 1 – Сравнение изменений по интегральному индексу Альтмана и коинтеграционному соотношению показателей ВДС по анализируемым видам экономической деятельности секторов локального рынка химической продукции Республики Крым в 2018-2022 гг.

Построив все необходимые модели, осуществим такие итерационные процессы:

1) смоделируем фактическую динамику возрастания или падения темпов ВДС по направлениям экономической деятельности на локальном рынке химической продукции Республики Крым за 2018-2022 гг. (таблица 3);

Таблица 3 – Фактическая динамика возрастания (падения) ВДС по направлениям экономической деятельности на локальном рынке химической продукции Республики Крым за 2018-2022 гг.

Период	Обрабатывающее производство	Деятельность финансовая и страховая	Транспорт	Торговля	Энергетика	Сельское хозяйство	Строительство
2018	116,0	139,1	113,0	101,1	101,9	87,2	122,5
2019	103,4	96,2	86,3	104,8	106,1	118,4	85,8
2020	112,1	166,9	99,8	102,1	108,2	97,5	107,5
2021	102,9	123,1	121,8	110,7	103,8	116,2	68,6
2022	94,2	108,5	116,3	99,5	92,7	102,7	114,6

Источник: рассчитано автором на основании [18].

2) смоделируем прогнозную динамику возрастания или падения темпов ВДС по направлениям экономической деятельности на локальном рынке химической продукции Республики Крым за 2018-2022 годы с учетом импульсного управления результативностью финансовых технологий на аналитику структурообразующих компаний смежных секторов с учетом коинтеграционного соотношения, согласно уравнению $\Delta \text{ВДС} = 0,7454 * \Delta \text{Altman Z-score}$ [5] (таблица 4);

Таблица 4 – Моделируемые значения динамики ВДС по направлениям экономической деятельности на локальном рынке химической продукции Республики Крым с учетом импульсного управления результативностью финансовых технологий на аналитику структурообразующих компаний смежных секторов с учетом коинтеграционного соотношения

Период	Обрабатывающее производство	Деятельность финансовая и страховая	Транспорт	Торговля	Энергетика	Сельское хозяйство	Строительство
2018	118,3	112,2	111,8	100,0	100,9	96,8	119,7
2019	105,5	96,2	93,2	103,7	105,0	131,4	87,7
2020	114,3	134,6	108,8	101,0	107,1	108,2	105,1
2021	105,0	99,29	120,5	109,5	102,7	129,0	70,2
2022	106,1	108,5	115,0	107,5	95,5	114,0	116,0

Источник: рассчитано автором.

3) произведем оценку темпов возрастания или падения ВВП в регионе с изменением показателей финансовой устойчивости структурообразующих компаний смежных секторов и при дальнейшем изменении развития сектора химической продукции (расчет разницы прогноза динамики ВДС и инерционных темпов экономического развития).

Визуализируем результаты, полученные в таблице 4, на рисунке 2.

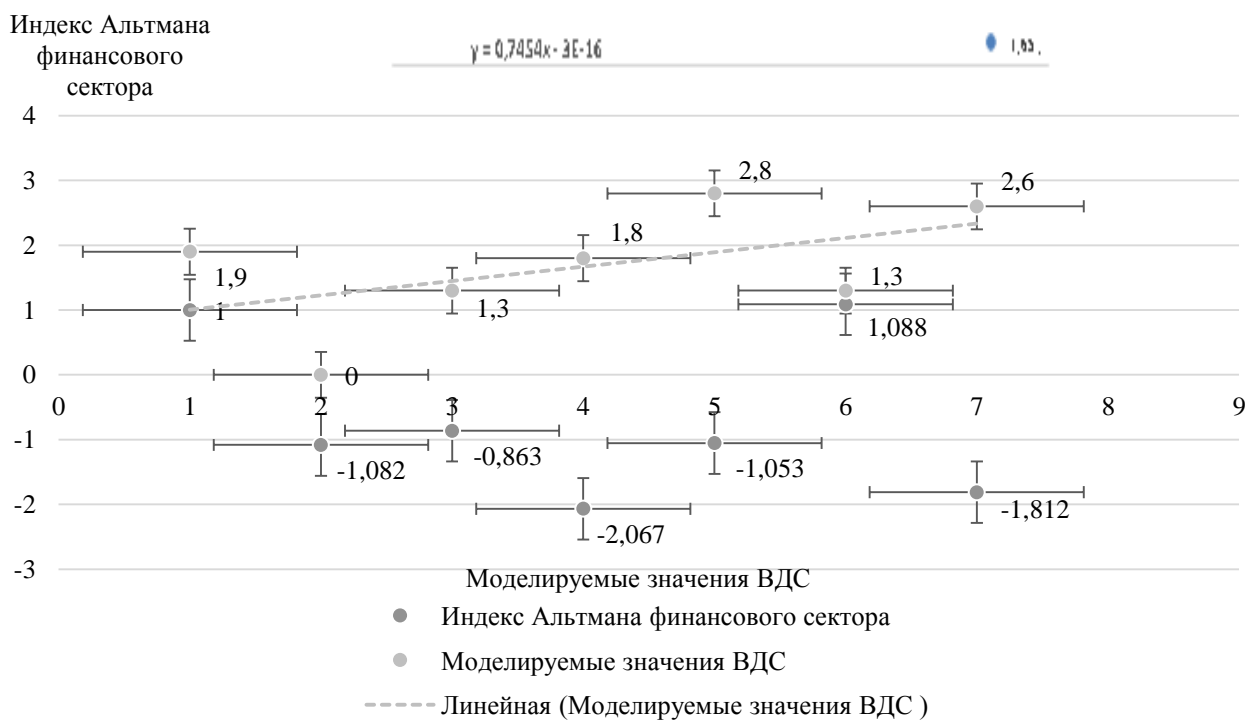


Рисунок 2 – Моделируемые значения динамики ВДС крымского региона с изменением показателей финансовой устойчивости структурообразующих компаний смежных секторов и при дальнейшем изменении развития сектора химической продукции

Из рисунка 2 следует видимость эффекта импульсной инноватизации: оптимизация значений интегрального индекса Альтмана и динамичного изменения ВДС в регионе, в разрезе изменения показателей вида «финансовая и страховая экономическая деятельность» для компаний локального рынка химической продукции Республики Крым: согласно среднему 1-но-процентному изменению интегрального индекса Альтмана, динамика ВДС исследуемого сектора меняется в среднем на 1,67 %.

Отразим результаты влияния 1,67-ного прироста по интегральному индексу Альтмана для сектора финансов на ВДС взаимосвязанных секторов совокупности отраслей локального рынка химической продукции Республики Крым, в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты оценки влияния изменения интегрального индекса Альтмана сектора финансов на региональный ВВП (ВДС секторов экономики портфеля анализируемых отраслей локального рынка химической продукции Республики Крым)

Изменения ВДС по результатам моделирования							
Показатели	Обрабатывающее производство	Деятельность финансовая и страховая	Транспорт	Торговля	Энергетика	Сельское хозяйство	Строительство
Доля в формировании ВВП, в %	8,9	0,3	4,1	11,9	5,1	5,9	14,6
Дельта влияния, в %	1,9	1,67	1,3	1,8	2,8	1,3	2,6
Результаты влияния, в %	10,8	2,0	5,4	13,7	7,9	7,2	17,2

Данные таблицы 5 позволяют определить, что финансовые результаты рассматриваемых секторов экономики локального рынка химической продукции Республики Крым дифференцированно реагируют на трансформирование межотраслевых параметров модели Альтмана в секторе финансов. Как показали результаты оценивания, при росте в 1,67 % ВДС в секторе финансов, наибольший рост демонстрирует сфера энергетики на 2,8 %. Это является очевидным для химического производства, поскольку оно чрезвычайно энергозатратно.

Выводы. Разработанная пофазная методика импульсной инноватизации секторов локальных рынков позволяет оценить и оптимизировать финансовую устойчивость и кредитоспособность различных секторов экономики этих рынков и определить их влияние на региональный ВВП. Мы обнаружили, что даже небольшой рост финансовой устойчивости в секторе финансов может привести к значительному увеличению ВВП в нашем регионе. Методика позволяет определять величины изменений импульсов в секторах локального рынка с изменениями финансовой устойчивости в отдельных видах экономической деятельности, а также моделировать динамические прогнозы ВВП региона как итоги заданных трансформаций ВДС локальных рынков. Это доказали проведенные расчеты: при 1-но-процентном приросте интегрального индекса Альтмана в секторе финансов, прирост регионального ВВП Республики Крым составил 1,67 %, при допущении исследования, ограниченного воспроизводством межсекторального взаимодействия в одной, химической отрасли. Аналогичные оценки могут быть проведены и для других отраслей экономики, чтобы прогнозировать и оценивать эффективность их вклада в развитие региона, повышение его конкурентоспособности.

Методология, изложенная в работе, отвечает временным статистическим наблюдениям. Она основана на линейных зависимостях, позволяющих интерпретировать результаты и вносить при необходимости дополнительные ограничения на компоненты модели. Из результатов работы следует, что изложенная методика моделирования импульсной инноватизации секторов локальных рынков посредством воздействия на финансовую устойчивость и кредитоспособность секторов экономики отрасли с последующей

оптимизацией изменений ВДС региона, является относительно простым и полезным прикладным инструментом для исследований экономики региона. Этот метод также учитывает межотраслевые взаимодействия и финансовые потоки между структурообразующими компаниями на локальном рынке. Достоинствами данного методического подхода являются его способность выявить потенциал роста региональной экономики и ее секторов с применением финансово-технических инноваций, включая внедрение в хозяйственные системы новые технологические платежные платформы (основанные, например, на блокчейн, усовершенствованные бизнес-модели), что обеспечат финансовую устойчивость компаний и отраслей в региональной экономике, приведут к росту конкурентоспособности отраслей, экономик локальных рынков и экономики региона.

В итоге можно сказать, что предложенная методология имеет значимый потенциал для дальнейшего развития и применения в региональных исследованиях.

Список использованной литературы:

1. *Арамянц Т. Г., Маслов Е.П., Яхно В.П.* Уклонение групповой цели в трехмерном пространстве // Автоматика и телемеханика. 2008. № 5. С. 3–14.
2. *Ельшин Л.А., Хайруллин Д.А., Абдукаева А.А.* Моделирование национальной экономики на основе исследования межотраслевых связей движения капитала // Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 8. С. 1893–1914. DOI: 10.18334/epp.11.8.112707.
3. *Barber Herbert Marion Jr.* Economic assessment of the construction industry: A construction-economics nexus. Mississippi State University. URL: <http://search.proquest.com/results/A4288E8415C74B95PQ/1/> (дата обращения: 05.01.2024).
4. *Сафиуллин М.Р., Ельшин Л.А., Прыгунова М.И.* Влияние шоковых импульсов на развитие промышленного сектора экономики региона (на примере Республики Татарстан) // Экономический вестник Республики Татарстан. 2014. № 4. С. 5–11.
5. *Леонтьев В. В.* Исследование структуры американской экономики. М.: Госстатиздат, 1958. 480 с.
6. *Chase-Dunn C., Willard A.* Systems of Cities and World-Systems: Settlement Size Hierarchies and Cycles of Political Centralization, 2000 BC – 1988 AD // International Studies Association Meeting. Acapulco, 1993. URL: <http://www.irows.ucr.edu/papers/irows5/irows5.htm> (дата обращения: 05.01.2024).
7. Broad-based index for measurement of development. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40847-020-00093-2> (дата обращения: 10.01.2024).
8. Sarwar Hobohm Small and medium-sized enterprises in economic development: The UNIDO experience. URL: <https://sesric.org/files/article/157.pdf> (дата обращения: 12.01.2024).
9. *Кирильчук С. П., Наливайченко Е.В., Артюхова И.В.* Формирование инновационной модели сбалансированного роста экономики Республики Крым. Симферополь: ИТ Ариал, 2023. 397 с.
10. *Кульков В. М.* Российская экономическая модель. М., 2009. 196 с.
11. *Altman E.I.* Capitalization of Leases and the Predictability of Financial Ratios // Accounting Review. 1976. № 2. P. 408–412.
12. *Watson M.W.* Vector Autoregression and Cointegration. 1994. P. 2844–2915.
13. *Engle R.F., Granger C. W. J.* Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing // Econometrica. 1987. № 55 (2). P. 251–276.
14. *Dickey D. A., Fuller W. A.* Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root // Journal of the American Statistical Association. 1979. № 74. P. 427–431.
15. *Safiullin M.R., Elshin L.A., Prygunova M.I.* Assessment of the balance of the socio-economic development in the regions (on the example of the Volga federal district of the Russian Federation): methodology and practice analysis // Journal of Advanced Research in Law and Economics. 2015. № 3. P. 640–649.
16. *Kirilchuk S. P., Tsopa N. V., Nalivaichenko E.V. et al.* Scientific and methodological approach

to the assessment of the region financial and production structure // Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering (ERSME-2023): International Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don, EDP Sciences. 2023. P. 05039. DOI: 10.1051/e3sconf/202337605039.

17. Сайт «Отчетность по МСФО + трансформация». URL: <https://www.audit-it.ru/ifrs/> (дата обращения: 12.01.2024).
18. Республика Крым в цифрах – 2022. Краткий статистический сборник. Симферополь: Крымстат, 2023. 213 с.

References:

1. Aramyancz T. G., Maslov E.P., Yakhno V.P. Uklonenie gruppovoj celi v trexmernom prostranstve [Evasion of a group target in three-dimensional space]. *Avtomatika i telemexanika* [Automation and Telemechanics], 2008, no. 5, pp. 3–14. (In Russian).
2. El'shin L.A., Xajrullin D.A., Abdukaeva A.A. Modelirovaniye natsional'noy ekonomiki na osnove issledovaniya mezhotraslevykh svyazey dvizheniya kapitala [Modelirovanie nacional'noj e'konomiki na osnove issledovaniya mezhotraslevy`x svyazej dvizheniya kapitala]. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2021, vol. 11, no. 8, pp. 1893–1914. (In Russian). DOI: 10.18334/epp.11.8.112707.
3. Barber Herbert Marion Jr. Economic assessment of the construction industry: A construction-economics nexus. Mississippi State University. (In English). Available at: <http://search.proquest.com/results/A4288E8415C74B95PQ/1/> (accessed 05.01.2024).
4. Safiullin M.R., El'shin L.A., Pry`gunova M.I. Vliyanie shokovy`x impul`sov na razvitie promy`shlennogo sektora e`konomiki regiona (na primere Respubliki Tatarstan) [The influence of shock impulses on the development of the industrial sector of the regional economy (on the example of the Republic of Tatarstan)]. *Ekonomicheskij vestnik Respubliki Tatarstan* [Economic Bulletin of the Republic of Tatarstan], 2014, no. 4, pp. 5–11. (In Russian).
5. Leontyev V.V. *Issledovaniye struktury amerikanskoy ekonomiki* [Study of the structure of the American economy]. Moscow, Gosstatizdat Publ., 1958, 480 p. (In Russian).
6. Chase-Dunn C., Willard A. Systems of Cities and World-Systems: Settlement Size Hierarchies and Cycles of Political Centralization, 2000 BC – 1988 AD. *International Studies Association Meeting*, Acapulco, 1993. (In English). Available at: <http://www.irows.ucr.edu/papers/irows5/irows5.htm> (accessed 05.01.2024).
7. Broad-based index for measurement of development. (In English). Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40847-020-00093-2> (accessed 10.01.2024).
8. Sarwar Hobohm Small and medium-sized enterprises in economic development: The UNIDO experience. (In English). Available at: <https://sesric.org/files/article/157.pdf> (accessed 12.01.2024).
9. Kiril'chuk S. P., Nalivaychenko Ye.V., Artyukhova I.V. *Formirovaniye innovatsionnoy modeli sbalansirovannogo rosta ekonomiki Respubliki Krym* [Formation of an innovative model of balanced growth of the economy of the Republic of Crimea]. Simferopol', IT Arial Publ., 2023, 397 p. (In Russian).
10. Kul'kov V. M. *Rossiyskaya ekonomicheskaya model'* [Russian economic model]. Moscow, 2009, 196 p. (In Russian).
11. Altman E.I. Capitalization of Leases and the Predictability of Financial Ratios. *Accounting Review*, 1976, no. 2, pp. 408–412. (In English).
12. Watson M.W. Vector Avtoregression and Cointegration, 1994, pp. 2844–2915. (In English).
13. Engle R.F., Granger C. W. J. Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica*, 1987, no. 55 (2), pp. 251-276. (In English).
14. Dickey D. A., Fuller W. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 1979, no. 74, p p. 427-431. (In English).
15. Safiullin M.R., Elshin L.A., Prygunova M.I. Assessment of the balance of the socio-economic

- development in the regions (on the example of the Volga federal district of the Russian Federation): methodology and practice analysis. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 2015, no. 3, pp. 640–649. (In English).
16. Kirilchuk S. P., Tsopa N. V., Nalivaichenko E.V. et al. Scientific and methodological approach to the assessment of the region financial and production structure. *International Scientific and Practical Conference «Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering» (ERSME-2023)*, Rostov-on-Don, EDP Sciences Publ., 2023, p. 05039. (In English). DOI: 10.1051/e3sconf/202337605039.
17. *Sayt «Otchetnost` po MSFO + transformaciya»* [Site “Reporting under IFRS + transformation”]. (In Russian). Available at: <https://www.audit-it.ru/ifrs/> (accessed 12.01.2024).
18. *Respublika Krym v tsifrakh - 2022. Kratkiy statisticheskiy sbornik.* [Republic of Crimea in numbers – 2022. Brief statistical collection.] Simferopol', Krymstat Publ., 2023, 213 p. (In Russian).

Сведения об авторе / Information about author

Кирсенко Владислав Владимирович	аспирант кафедры экономики предприятия Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского 295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4, v.kirsenko@gmail.com
Kirsenko Vladislav Vladimirovich	postgraduate student of the Department of Enterprise Economics V.I. Vernadsky Crimean Federal University 295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4, v.kirsenko@gmail.com

УДК 351.741:005.95-049.5

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.012

Котенев А.Д., Оразалиев А.А., Крыжевская Н.Н.

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИИ

Аннотация. В условиях социальной напряженности в обществе, вызванной различного рода причинами, имеющими как прямое, так и косвенное влияние, очень важным является слаженная работа всех систем и механизмов, входящих в структуру органов внутренних дел. Существующие подходы кадровой политики, не в полной мере позволяют создать условия, способствующие реализации всего кадрового потенциала, что не позволяет в полной мере говорить об эффективности деятельности системы внутренних дел государства. В этой связи требуются принципиально новые меры и инструменты кадровой политики, применение которых будет способствовать не только реализации принципа законности, но и обеспечивать саморазвитие сотрудников. Важной особенностью является комплексность применяемых подходов, позволяющая на основе мотивационного механизма создать условия не только социально-экономической, но и психолого-педагогической удовлетворенности службы. Авторами предложены две группы инструментов кадровой политики, направленные на преодоление существующей ситуации оттока кадров, создания конкурентной среды в коллективах, а также снижения рисков возможных увольнений.

Ключевые слова: кадровый потенциал, кадровая безопасность, мотивация труда, текучесть кадров, безработица, сотрудник органов внутренних дел, кадровая политика, стимулирование труда.

Kotenev A.D., Orazaliev A.A., Kryjevskaya N.N.

TOOLKIT FOR ENSURING PERSONNEL SECURITY OF THE INTERNAL AFFAIRS AGENCIES OF RUSSIA

Abstract. In conditions of social tension in society caused by various kinds of reasons that have both direct and indirect influence, the coordinated work of all systems and mechanisms included in the structure of internal affairs bodies is very important. Existing approaches to personnel policy do not fully allow creating conditions conducive to the realization of the entire personnel potential, which does not allow us to fully speak about the effectiveness of the state internal affairs system. In this regard, fundamentally new measures and instruments of personnel policy are required, the use of which will contribute not only to the implementation of the principle of legality, but also to ensure the self-development of employees. An important feature is the complexity of the approaches used, which allows, on the basis of a motivational mechanism, to create conditions not only for socio-economic, but also for psychological and pedagogical satisfaction with the service. The authors proposed two groups of personnel policy tools aimed at overcoming the existing situation of personnel outflow, creating a competitive environment in teams, and also reducing the risks of possible layoffs.

Keywords: personnel potential, personnel security, labor motivation, staff turnover, unemployment, internal affairs officer, personnel policy, labor incentives.

Введение. Эффективная деятельность системы органов внутренних дел (далее – ОВД) невозможна без постоянного совершенствования механизма кадровой работы, что в свою очередь определяет необходимость повышения уровня кадровой безопасности. Современные реалии, продиктованные демократическими изменениями общественного сознания, заметным образом снизили престиж службы в ОВД, что в свою очередь, требует внесения существенных корректировок в систему кадровой работы, изменяя меры стимулирования сотрудников. Наследованные Россией от советского государства инструменты кадровой работы морально устарели, не соответствуют современным запросам, учитывающим

социально-экономические и культурно-политические аспекты жизнедеятельности. Таким образом, существующие подходы кадровой работы в ОВД требуют не только теоретической, но и практической доработки, что в свою очередь свидетельствует об актуальности заявленной проблематики.

Цель исследования состоит в анализе существующего механизма кадровой работы в ОВД, выявления его проблемных элементов, влияющих на эффективность деятельности, а также разработку мер и инструментов, имеющих научно-обоснованный подход, отвечающих современным вызовам и направленных на снижение текучести кадров и повышения уровня кадровой безопасности.

Материалы и методы исследования. При подготовке материала использованы открытые источники информационной сети Интернет, нормативно-правовые документы, работы отечественных ученых по исследуемой проблематике, публикации периодических изданий. Изучение заявленной тематики проводилось с использованием таких методов как сравнение, сопоставление, анализ нормативно-правовых актов, исторический, прогнозный.

Результаты исследования и их обсуждение. Проблематика обеспечения кадровой безопасности находит свое отражение в работах следующих авторов: Бондаренко Е.С., Брунера Р.А., Глущенко А.В., Голубева А.В., Лидер Ф.В., Колесовой Ю.А., Комлева Ю.Ю., Крохичевой Г.Е., Малаховой Л.Б., Маслова С.Н., Нурисламова А.С., Пшихожев А.Х. и других.

Проводя исследование инструментария, применяемого с целью недопущения текучести кадров, в рамках механизма обеспечения требуемого уровня кадровой безопасности актуализируем причины, подталкивающие сотрудников к переходу на иную службу, либо увольнение, а также на основе существующей практики кадровой работы предложим соответствующие инструменты.

Анализируя причины кадрового голода в органах внутренних дел, Малахова Л.Б. указывает на недостаточный уровень материального обеспечения; наличия физических и психологических перегрузок в службе; значительно возросшая нагрузка на сотрудников. В данной связи, по мнению автора, следует предусмотреть комплекс мер, направленных как на увеличение размера оплаты труда, так и решения проблемы низкой популярности службы среди молодежи. Осознавая критический уровень дефицита кадров системы ОВД, следует указать на невозможность оперативного решения накопившихся кадровых проблем, однако предложенные инструменты воздействия должны способствовать развитию активности процессов [1].

Дополняя указанные выше причины сформировавшегося кадрового голода в ОВД, Костина Е.В. указывает на то, что помимо экономических, следует выделить причины социально-психологического характера, среди которых: низкий престиж службы, несовершенство применяемого психолого-педагогического сопровождения сотрудника в процессе профессиональной деятельности; наличие и пропаганда негативного образа современного сотрудника правоохранительных органов в СМИ (фильмах, литературных произведениях и пр.) [2].

Выступая в рамках заседания комитета по бюджету и налогам Государственной Думы Федерального Собрания РФ начальник финансово-экономического департамента МВД России Ирина Кальбфляйш заявила, что «Уровень денежного довольствия, заработной платы в нашем ведомстве, мягко говоря, уже не то, что неконкурентоспособный, об этом уже даже сложно говорить. И некомплект у нас на сегодняшний день сотрудников из 700 тысяч – это 100 тысяч некомплект. И это в основном строевые подразделения» [3].

Характеризуя причины повышенной текучести кадров в ОВД, приводящей к снижению уровня кадровой безопасности, Пшихожев А.Х. выделяет несовершенство существующего механизма мотивации кандидатов на соответствующие должности. Важнейшим мотивационным признаком, позитивно отражающемся на приток молодых кадров выступает гарантия реализации жилищных прав, предполагающая предоставление комфортного жилья. При этом следует отметить, что указанный признак носит приоритетный характер, как для

молодых курсантов, так и лиц, имеющих право на получение пенсионного обеспечения, но продолжающих свою служебную деятельность [4].

Как справедливо отмечают Маслов С.Н., Нурисламов А.С., Бондаренко Е.С., нынешняя ситуация с дефицитом кадров в ОВД вызвана в том числе использованием устаревших способов работы с личным составом, не учитывающих современное состояние развития общественных отношений. Также автор отмечает о недостаточной степени социальной защищенности, приводящей не только к снижению эффективности труда, но и уходу в «народное хозяйство». Нарушения субординации в общении руководителя с подчиненными снижает престиж службы и выступает барьером в необходимости саморазвития личности сотрудников [5].

Недостаточное количество профессионалов в системе ОВД, в конечном счете, не позволит эффективно решать задачи в области противодействия преступности, с учетом современных реалий. По мнению Комлева Ю.Ю., наличие современной техники и технологий без корректировки существующего механизма кадровой работы не позволит в полной мере решать поставленные перед ОВД обществом проблемы. Так, по мнению автора, следует сосредоточить усилия на решении следующих задач: во-первых, необходимо сформировать кадровое ядро по всем существенным направлениям служебно-боевой деятельности; во-вторых, скорректировать существующие подходы по подбору, расстановке и перемещению кадров; в третьих, выработать алгоритм создания «профессиональных лифтов», выступающих стимулирующим началом служебного роста; в четвертых, внести коррективы в существующие нормативы кадрового обеспечения ОВД с учетом фактической нагрузки на сотрудника; в пятых, в рамках совместной работы с образовательными организациями МВД России, а также центрами профессиональной подготовки скорректировать учебные планы с целью их увязки с реалиями служебной деятельности; в шестых, при организации воспитательной работы применять действенный инструментальный, способствующий развитию гражданской ответственности, патриотизма, нормам морали и самодисциплины [6].

Характеризуя современную кадровую политику, Брунер Р.А. указывает на ее основные принципы: во-первых, научная обоснованность принимаемых решений, основанная на системности и корректности в решении возникающих вопросов; во-вторых, наличие соответствующего профессионального отбора кандидатов, при наличии равных возможностей на прохождение службы; в третьих, учет имеющихся компетенций, заслуг в служебной деятельности, а также иных качеств при назначении на должность; в четвертых, непрерывное совершенствование знаний, умений и навыков сотрудников. Эффективность управления кадровым потенциалом, по мнению автора возможно только на основе систематически реализуемых мер, имеющих как индивидуальный, так и коллективный подход [7].

Проанализировав теоретические подходы к причинам текучести кадров в ОВД, предложены авторские причины:

1. недостаточная мотивация сотрудников, выражающаяся в безразличии к дальнейшей службе. При изучении поведенческих мотивов действующих сотрудников, преимущественно имеющих выслугу не более 10 лет, формируется представление о желании «дотянуть» до пенсионного обеспечения. Наблюдается отсутствие желания карьерного роста, связанного с возникновением дополнительной ответственности;

2. материальное обеспечение сотрудников осуществляется без учета реального уровня цен, а также возможных инфляционных ожиданий. Стабильность выплаты денежного довольствия теряет свою актуальность на фоне низкой индексации оплаты труда;

3. слабая социальная защищенность сотрудников, выражающаяся в фактической недоступности ряда социальных гарантий, указанных в нормативно-правовых актах, регламентирующих процесс прохождения службы;

4. наличие физических и психологических нагрузок, связанных зачастую с выполнением несвойственных данному лицу задач, а также переработками, вызванными

дефицитом кадров.

Применяемая в ОВД России система социально-экономического стимулирования обладает так называемыми неформализованными мерами поощрения, которые, по мнению Кофтиной Ю.М. играют важнейшую роль воспитательно-мотивирующего характера. При этом автор указывает на преимущественное применение альтернативных форм поощрения взамен традиционным [8].

Анализируя возможный инструментарий, применяемый для снижения текучести кадров в рамках обеспечения кадровой безопасности в структуре ОВД, Костина Е.В. выделяет:

1. во-первых, активное внедрение инновационных разработок экономического, научно-образовательного и управленческого характера, применяемых в процессе управления кадровым потенциалом;

2. во-вторых, повышение уровня социально-правовой защищенности сотрудников, с учетом роста объемов материального стимулирования;

3. в третьих, совершенствование применяемого механизма управления кадрами;

4. в четвертых, формирование действенного механизма отбора кадров;

5. в пятых, разработка современного мотивационного механизма [2].

Движущей силой, выступающей стимулом развития кадрового потенциала по мнению Голубева А.В. выступают человеческие потребности, а также его окружение. Именно потребности способствуют выработке мотива, управление которым осуществляется на основе стимулов. Автор указывает на несовершенство применяемого материального стимулирования практически на всем отрезке развития системы органов внутренних дел государства. Так, система оценок деятельности ОВД, имеющая искажающие характеристики оказывает влияние на поведение сотрудников, осознающих неспособность достижения поставленных задач упорным трудом. Несмотря на наличие противоречий в применении мер материального стимулирования, данный инструмент остается наиболее действенным, способным оказать положительный эффект [9].

Проведя анализ теоретических подходов к определению инструментария, направленного на снижение существующего уровня текучести кадров, предложен авторский вариант, учитывающий как современные реалии службы сотрудников, так и возможные перспективы, с учетом развития социально-экономических процессов общества. Так, следует предлагаемые меры разделить на две группы – социально-экономического и организационно-распорядительного характера. К первой группе авторы относят:

1. во-первых, совершенствование системы материального стимулирования сотрудников, учитывающей как реальный уровень инфляции, так и эффективность выполняемой работы, определяемой на основе научно-обоснованных подходов и методов;

2. во-вторых, корректировка существующего подхода к реализации мер социального обеспечения сотрудников ОВД:

– получение медицинской помощи, включающей изготовление и ремонт протезов, в том числе с использованием дорогостоящих материалов, а также обеспечение требуемыми лекарственными препаратами, в том числе иностранного производства должно носить гарантированный характер;

– предоставление возможности санаторно-курортного лечения должно проходить в период, отличный от ежегодного оплачиваемого отпуска и также носить обязательный характер, что будет способствовать как физическому, так и психологическому восстановлению;

– предоставление отпуска сотруднику, проходившему службу в условиях военного или чрезвычайного положения должно гарантироваться продолжительностью не менее чем в 30 суток.

3. в третьих, значительное увеличение расходов на материально-техническое обеспечение деятельности сотрудников органов внутренних дел, предполагающее совершенствование существующей материальной базы, с учетом специфики службы.

К инструментам группы организационно-распорядительного характера авторы относят:

1. во-первых, путем внесения изменений в приказ МВД России от 10.01.2012 г. №1 [10] отказаться от установленных сроков, позволяющих сотруднику претендовать на присвоение очередного квалификационного звания (классности). Следует разрешить ежегодную сдачу соответствующего испытания на возможность присвоения очередного квалификационного звания;

2. во-вторых, выработать действенный алгоритм, демонстрирующий порядок, а также имеющуюся возможность повышения по службе. Существующая практика является не прозрачной, что негативным образом отражается на мотивации сотрудников ОВД.

Предложенные инструменты кадровой политики, направленные на снижение текучести в рядах сотрудников ОВД должны применяться в комплексе, что позволит создать здоровую конкуренцию и снизить риски увольнений. Данный перечень не является исчерпывающим и носит универсальный характер. Однако, следует отметить, что специфика службы разных подразделений ОВД требует индивидуального подхода к выбору соответствующих мер и инструментов кадровой политики, направленной на сохранение кадрового потенциала, в рамках обеспечения кадровой безопасности.

Выводы. Таким образом, проведя анализ применяемых мер стимулирования сотрудников в рамках реализации кадровой политики, следует сделать ряд выводов: во-первых, ситуация с кадровым обеспечением в органах внутренних дел складывалась под воздействием факторов, имеющих как внутреннюю, так и внешнюю природу происхождения; во-вторых, рассматриваемая проблематика, характеризующая текучесть кадров в системе ОВД носит институциональный характер; в третьих, как в теоретическом, так и в практическом подходах отсутствует единая траектория решения обозначенных задач; в четвертых, на основе анализа причин, предложены две группы инструментов, применение которых позволит стабилизировать ситуацию и снизить уровень оттока кадров; в пятых, указанные социально-экономические и организационно-распорядительные меры целесообразно применять в комплексе с психолого-педагогическими, что позволит комплексно подходить к решению проблем кадровой безопасности.

Список использованной литературы:

1. Малахова Л.Б. Особенности прохождения службы в органах внутренних дел. Кадровая проблема в органах внутренних дел // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. № 11–1 (86). С. 129–133.
2. Костина Е.В. Феномен престижа службы в органах внутренних дел как показатель оценки текучести кадров // Психология и педагогика служебной деятельности. 2022. №3. С. 47–53.
3. Сайт «Интерфакс – информационная группа». URL: <https://www.interfax.ru/russia/925230> (дата обращения: 15.02.2024).
4. Пшихожев А.Х. Проблемные аспекты реализации жилищных прав сотрудников российской полиции // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2022. № 5. С. 191–194.
5. Маслов С.Н., Нурисламов А.С., Бондаренко Е.С. О некоторых актуальных проблемах работы с личным составом органов внутренних дел Российской Федерации на современном этапе // Закон и право. 2024. № 1. С. 222–226.
6. Комлев Ю.Ю. Адаптация и закрепление молодых специалистов в ОВД в контексте полицейской реформы: результаты социологических исследований // Вестник Казанского юридического института МВД России. 2015. № 1 (19). С. 6–18.
7. Брунер Р.А. Кадровая политика Министерства внутренних дел как инструмент управления сотрудниками полиции // Государственная служба и кадры. 2021. № 5. С. 27–30.
8. Кофтина Ю.Н. Профессиональная мотивация сотрудников органов внутренних дел как условие эффективного обеспечения кадровой политики МВД России: вопросы правового регулирования // Право и государство: теория и практика. 2023. № 8 (224). С. 210–213.

9. Голубев А.В. Зарубежный и отечественный опыт стимулирования правоохранительной деятельности // Закон и право. 2018. № 7. С. 162–167.
10. Об утверждении Инструкции о порядке присвоения квалификационных званий сотрудникам органов внутренних дел Российской Федерации: приказ Министерства внутренних дел Российской Федерации №1 от 10.01.2012 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70045418/> (дата обращения: 15.02.2024).

References:

1. Malakhova L.B. Osobennosti prokhozheniya sluzhby v organakh vnutrennikh del. Kadrovaya problema v organakh vnutrennikh del [Peculiarities of service in the internal affairs bodies. personnel problem in internal affairs bodies]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences], 2023, no. 11–1 (86), pp. 129–133. (In Russian).
2. Kostina Ye.V. Fenomen prestizha sluzhby v organakh vnutrennikh del kak pokazatel' otsenki tekuchesti kadrov [The phenomenon of service prestige in internal affairs bodies as an indicator for assessing staff turnover]. *Psikhologiya i pedagogika sluzhebnoy deyatel'nosti* [Psychology and Pedagogy of Service Activities], 2022, no. 3, pp. 47–53. (In Russian).
3. *Sayt «Interfaks – informatsionnaya gruppya»* [Site “Interfax – Information Group”]. (In Russian). Available at: <https://www.interfax.ru/russia/925230> (accessed 15.02.2024).
4. Pshikhozhev A.Kh. Problemnyye aspekty realizatsii zhilishchnykh prav sotrudnikov rossiyskoy politsii [Problematic aspects of the implementation of housing rights of Russian police officers]. *Gumanitarnyye, sotsial'no-ekonomicheskiye i obshchestvennyye nauki* [Humanitarian, Socio-Economic and Social Sciences], 2022, no. 5, pp. 191–194. (In Russian).
5. Maslov S.N., Nurislamov A.S., Bondarenko Ye.S. O nekotorykh aktual'nykh problemakh raboty s lichnym sostavom organov vnutrennikh del Rossiyskoy Federatsii na sovremennom etape [On some current problems of working with personnel of internal affairs bodies of the Russian Federation at the present stage]. *Zakon i pravo* [Law and Law], 2024, no. 1, pp. 222–226. (In Russian).
6. Komlev Yu.Yu. Adaptatsiya i zakrepleniye molodykh spetsialistov v OVD v kontekste politseyskoy reformy: rezul'taty sotsiologicheskikh issledovaniy [Adaptation and retention of young specialists in the police department in the context of police reform: results of sociological research]. *Vestnik Kazanskogo yuridicheskogo instituta MVD Rossii* [Bulletin of the Kazan Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia], 2015, no. 1 (19), pp. 6–18. (In Russian).
7. Bruner R.A. Kadrovaya politika Ministerstva vnutrennikh del kak instrument upravleniya sotrudnikami politsii [Personnel policy of the Ministry of Internal Affairs as a tool for managing police officers]. *Gosudarstvennaya sluzhba i kadry* [Public Service and Personnel], 2021, no. 5, pp. 27–30. (In Russian).
8. Koftina Yu.N. Professional'naya motivatsiya sotrudnikov organov vnutrennikh del kak usloviye effektivnogo obespecheniya kadrovoy politiki MVD Rossii: voprosy pravovogo regulirovaniya [Professional motivation of employees of internal affairs bodies as a condition for effective provision of personnel policy of the Ministry of Internal Affairs of Russia: issues of legal regulation]. *Pravo i gosudarstvo: teoriya i praktika* [Law and State: Theory and Practice], 2023, no. 8 (224), pp. 210–213. (In Russian).
9. Golubev A.V. Zarubezhnyy i otechestvennyy opyt stimulirovaniya pravookhranitel'noy deyatel'nosti [Foreign and domestic experience in stimulating law enforcement activities]. *Zakon i pravo* [Law and Law], 2018, no. 7, pp. 162–167. (In Russian).
10. Russian Federation. Order of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation № 1 of January 10, 2012, *Ob utverzhdenii Instruksii o poryadke prisvoyeniya kvalifikatsionnykh zvanii sotrudnikam organov vnutrennikh del Rossiyskoy Federatsii* [On approval of the Instructions on the procedure for assigning qualification titles to employees of the internal affairs bodies of the Russian Federation]. (In Russian). Available at:

<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70045418/> (accessed 15.02.2024).

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
- Оразалиев Артур Абдулхамидович** канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и внешнеэкономической деятельности Институт экономики и управления, Северо-Кавказский федеральный университет
355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
aorazaliev@ncfu.ru
- Orazaliev Artur Abdulkhamidovich Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of economics and foreign economic activity Institute of economics and management, North-Caucasus Federal University
355017, Stavropol, Pushkina str., 1
aorazaliev@ncfu.ru
- Крыжевская Наталья Николаевна** канд. психол. наук, доцент кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России
355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43
kryzhevskiy_707@mail.ru
- Kryjevskaya Natalya Nikolaevna Ph.D. (Psych.), Associate Professor at 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
kryzhevskiy_707@mail.ru

УДК 330.59:331.108

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.013

Котенев А.Д., Терещенко О.В., Соловьева Л.В.

УРОВЕНЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ КАК ИНДИКАТОР КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Аннотация. Вопросы уровня жизни населения, причины его снижения, а также способы выхода из сложившейся ситуации в настоящее время приобретают особую значимость, требующую принятия комплекса мер социально-экономического характера. По своему содержанию, как в культурно-исторических, так и социально-экономических проекциях, регионы Северо-Кавказского федерального округа представляют собой особый симбиоз отношений, требующий принципиально иных подходов в решении заявленных проблем. Авторами проведен анализ размеров и уровня заработной платы указанных субъектов, выявлены причины их неудовлетворительного уровня, указаны возможные пути решения. Установлена парадоксальная ситуация, отражающая высокую плотность проживающих на территории округа граждан, при низком социально-экономическом уровне их жизни. Отмечена негативная тенденция к нежеланию возврата местных жителей после получения образования на территории иного субъекта государства, что свидетельствует о снижении уровня образованности населения округа и ухудшении уровня кадровой безопасности.

Ключевые слова: занятость, кадровая безопасность, безработица, заработная плата, уровень жизни, бедность, трудовая деятельность.

Kotenev A.D., Tereshenko O.V., Solovieva L.V.

LIVING STANDARD OF THE POPULATION AS AN INDICATOR OF PERSONNEL SECURITY IN THE TERRITORY

Abstract. Issues of the standard of living of the population, the reasons for its decline, as well as ways to overcome the current situation are currently acquiring special significance, requiring the adoption of a set of measures of a socio-economic nature. In terms of their content, both in cultural-historical and socio-economic projections, the regions of the North Caucasus Federal District represent a special symbiosis of relations that requires fundamentally different approaches to solving the stated problems. The authors analyzed the size and level of wages of these subjects, identified the reasons for their unsatisfactory level, and indicated possible solutions. A paradoxical situation has been established, reflecting the high density of citizens living in the district, with a low socio-economic level of their life. A negative trend has been noted towards the reluctance of local residents to return after receiving education on the territory of another subject of the state, which indicates a decrease in the level of education of the population of the district and a deterioration in the level of personnel security.

Keywords: employment, personnel security, unemployment, wages, standard of living, poverty, labor activity.

Введение. Проблематика обеспечения требуемого уровня жизни населения в контексте кадровой обеспеченности отдельных территорий России остается одной из наиболее актуальных в настоящее время. Это связано с продолжающимся расслоением населения по уровню доходов, вызванным особенностями развития субъектов государства. Необходимость сглаживания существующего разрыва выступает не только важной задачей органов государственной власти при решении социальных проблем, но и имеет экономическую основу, заключающуюся в улучшении условий жизнедеятельности населения. Современные реалии, вызванные действием ряда негативных факторов, имеющих как экзогенную, так и эндогенную природу требуют комплекса оперативных мер в решении вопросов улучшения уровня жизни населения и обеспечения кадровой безопасности территории. Многоуровневость изучаемых явлений предполагает задействование

инструментов не только финансово-экономического, но социально-культурного характера. Несмотря на изученность рассматриваемых вопросов, остаются множество ситуаций, требующих пристального внимания как со стороны органов власти, так научной и общественной аудитории, что, несомненно, указывает на актуальность заявленной тематики.

Цель исследования состоит в изучении процессов занятости и безработицы, причинах их появления и развития, а также социально-экономических последствий и их влияния на развитие отдельных территорий, в рамках обеспечения требуемого уровня кадровой безопасности государства.

Материалы и методы исследования. Проведенное исследование опиралось на материалы открытой печати отечественных ученых по проблемам занятости, безработицы, уровня жизни, данных Росстата, публикаций в информационной сети Интернет. При подготовке были использованы следующие методы: сравнение, анализ, графический, исторический. Анализ рассматриваемых проблем осуществлялся на примере регионов, входящих в состав Северо-Кавказского федерального округа.

Заявленная тематика находит свое отражение в публикациях, как теоретиков, так и ученых-практиков, раскрывающих происходящие социально-экономические процессы кадровой безопасности в разрезе проблем трудовой занятости, а также уровня жизни. Следует выделить ряд авторов, чьи публикации раскрывают рассматриваемую проблематику: Агарычева А.В., Власова О.В., Гимбатов Ш.М., Гираев В.К., Джигоев А.В., Зотиков Н.З., Кутаев Ш.К., Попова К.А., Прошин И.А., Разумов А.А., Старокожева В.П.

Результаты исследования и их обсуждение. Процессы регионализации экономики РФ, требуют от органов государственной власти особого внимания к проблемам занятости населения, выступающим основой обеспечения поступательного развития региона. Достижение требуемого уровня занятости невозможно без государственного вмешательства, путем создания приемлемых условий, как для работников, так и работодателей. Проведем анализ уровня занятости населения, а также охарактеризуем причины ее изменения и определим влияние на экономику Северо-Кавказского федерального округа (далее – СКФО).

Экономический потенциал регионов, входящих в состав СКФО обусловлен, прежде всего, одновременно выгодным и обязывающим географическим положением, а также природно-климатическими условиями, позволяющими развивать различные виды производства. Выделим основные экономические преимущества округа:

1. через СКФО проходят важные транспортные артерии юга России, связывающие государство с крупнейшими торгово-экономическими партнерами;
2. регионы, входящие в состав федерального округа обладают значительным потенциалом в развитии внутреннего туризма;
3. природно-климатические условия способствуют развитию сельскохозяйственного производства, как земледелия, так и животноводства;
4. рассматриваемые территории обладают инновационным климатом, связанным, прежде всего, с развитием инфраструктурных проектов, строительством дорожной сети, улучшением авиа и железнодорожного сообщения с другими регионами.

Вместе с тем, следует отметить, что отдельные регионы СКФО, и прежде всего Ставропольский край, выступают в качестве привлекательной территории для притока мигрантов, что создает определенные затруднения с рабочими местами местного населения.

По мнению Гимбатова Ш.М., на Северном Кавказе наблюдается дисбаланс спроса и предложения рабочей силы, что является базовой проблемой обеспечения требуемого уровня занятости населения. Следует отметить, что уровень образованности местного населения значительно ниже, чем в среднем по стране. Так, доля лиц с высшим образованием составляет 12 %, при среднероссийском показателе в 35 %, показатель наличия среднего профессионального образования – 34 %, при российском уровне в 45 %. Особенностью рассматриваемых регионов является превышение числа выбывших над количеством въехавших граждан, что создает опасный прецедент в потере трудового потенциала. Наибольшее количество граждан покинуло такие регионы как Республика Дагестан и

Северная Осетия-Алания. Основной причиной выступает поиск работы, а также получение образования, преимущественного высшего [1].

В настоящее время, по мнению Джиоева А.В., наблюдается парадоксальная ситуация, характеризующая снижение уровня безработицы в регионах СКФО на фоне прогрессирующего экономического кризиса, связанного с действием экономических санкций, а также резким снижением объема импортных товаров, ввозимых в Россию. Наличие неэластичного роста уровня занятости населения в регионах СКФО, вызванного изменением социально-демографических показателей доказывает постулат об отсутствии оснований для резкого притока трудовых кадров. По мнению автора, для удержания низкого уровня безработицы в долгосрочной перспективе следует активизировать усилия по реализации программ социально-экономического развития территорий округа, а также разработке мер дополнительной поддержки населения, направленных на рост его численности. Кроме того, целесообразным является необходимость повышения уровня деловой активности экономики округа и снижение оттока образованной молодежи, усилившегося в последние 10 лет [2].

Анализируя проблемы занятости и безработицы, Кутаев Ш.К. отмечает, что среди всех федеральных округов в субъектах СКФО преобладает занятость в неформальном секторе экономики. Так, в 2021 году более половины всех занятых осуществляли свою трудовую деятельность в неформальном секторе, лидерами среди которых выступают Республики Дагестан, Чеченская, Ингушетия. При этом автор отмечает наличие трудоизбыточности, вызванной высокими темпами рождаемости, а также крайне низким уровнем экономического развития округа. Авторы согласны с утверждением о том, что наблюдается трудовая миграция в другие регионы страны, вызванная сокращением количества легальных рабочих мест. Вместе с тем, следует отметить, что сокращение безработицы в регионах СКФО не является свидетельством улучшения социально-экономической ситуации, а демонстрирует рост сектора теневой экономики [3].

На рисунке 1 приведена численность безработных граждан в возрасте 15-72 года в разрезе субъектов СКФО за 2018-2022 гг.

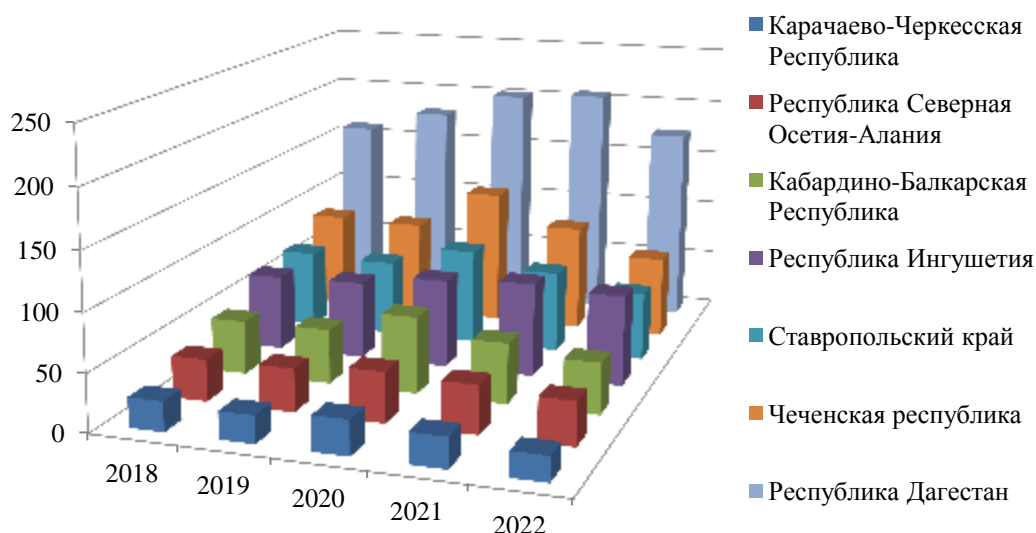


Рисунок 1 – Численность безработных в возрасте 15-72 лет по субъектам СКФО*

* рисунок составлен авторами на основе данных сайта сети Интернет ФСГС https://rosstat.gov.ru/labour_force (дата обращения 07.01.2024 г.)

Данные, приведенные на рисунке 1, свидетельствуют о прохождении пика численности безработных в регионах СКФО, который приходился на 2020-2021гг. Это обусловлено рядом причин:

1. во-первых, начиная с 2022 года, резко вырос спрос на рабочую силу в целом по стране, включая регионы с повышенным уровнем оплаты труда (регионы Сибири и Дальнего

Востока страны), что позволило безработным из СКФО отправиться на поиск работы в другой регион;

2. во-вторых, в связи с изменением подхода в формировании уровня оплаты труда в Министерстве обороны России, а также в Федеральной службе войск национальной гвардии России безработные, преимущественно лица мужского пола, получили возможность трудоустройства на места с высоким уровнем оплаты труда;

3. в-третьих, реализация ряда инвестиционных проектов на юге страны потребовала дополнительного числа рабочей силы, что способствовало снижению количества безработных.

Проведем анализ уровня безработицы населения в возрасте 15-72 года в разрезе субъектов СКФО за 2018-2022 гг., представленного на рисунке 2.

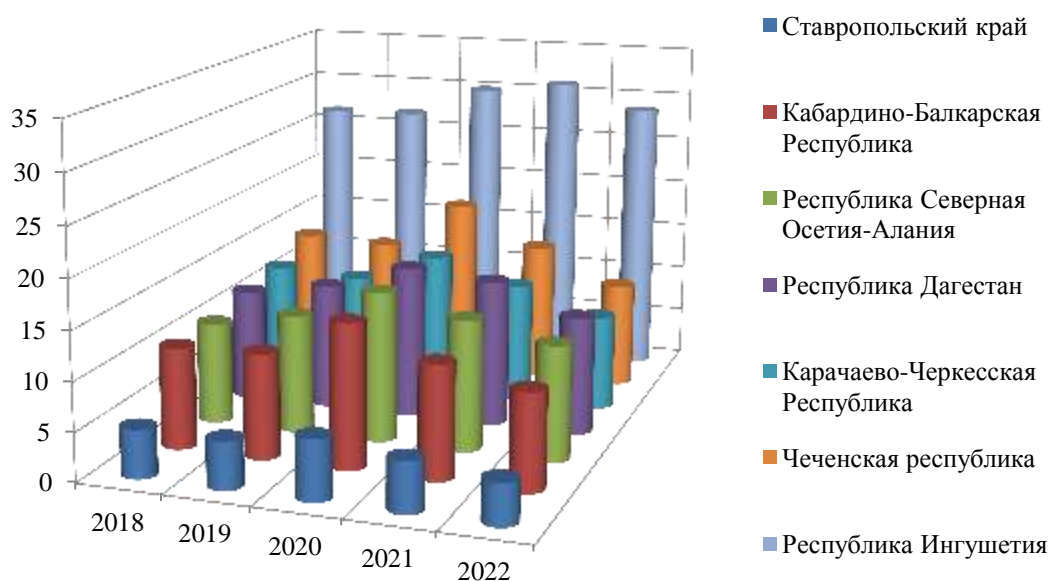


Рисунок 2 – Уровень безработицы населения в возрасте 15-72 лет по субъектам СКФО*

* рисунок составлен авторами на основе данных сайта сети Интернет ФГС https://rosstat.gov.ru/labour_force (дата обращения: 09.01.2024 г.)

Анализ показателей уровня безработицы в возрасте 15-72 года в разрезе субъектов СКФО за 2018-2022 гг. демонстрирует относительное снижение данного показателя по всем регионам. Лидерами условно можно считать Ставропольский край и Карачаево-Черкесскую Республику, где он демонстрирует значение ниже результата 2018 года: 4,3 и 9,9 соответственно. Помимо указанных выше причин следует выделить, также, политику государства, направленную на снижение уровня безработных за счет стимулирования мер, направленных на развитие предпринимательских инициатив населением. Вместе с тем, следует отметить, что по-прежнему сохраняется нестабильная обстановка, связанная с наличием высокого уровня безработицы в рассматриваемых регионах. Авторы согласны с мнениями ученых, приведенных выше, в отношении высокого уровня неофициальной занятости, наблюдающейся в СКФО. Данное обстоятельство негативным образом находит свое отражение при реализации мер социальной поддержки безработных, так как она направлена фактически на лицо, имеющее место работы.

Проанализированные тенденции сокращения уровня безработицы идут в разрез с ростом бедности в регионах СКФО, которая носит практически системный характер. Как справедливо отмечает Цинпаева Ф.С. большинство населения округа занято в теневом секторе экономики, или так называемые прекариаты. Проанализировав уровень бедности на примере Республики Дагестан, автор приходит к выводам, что по уровню заработной платы регион находится на 85 месте, занятости населения – 82 место, по уровню безработицы занимает 81 место среди субъектов России. Нелегальное трудоустройство усугубляет

проблему социальной помощи со стороны как региональных, так и федеральных органов власти, а также делает невозможным получение кредитных средств. Автор полагает, что республика попала в так называемую институциональную ловушку бедности, выход из которой возможен путем кратного увеличения объема инвестиций, а также развития предпринимательских инициатив [4].

На рисунке 3 представлен уровень бедности населения по субъектам СКФО.

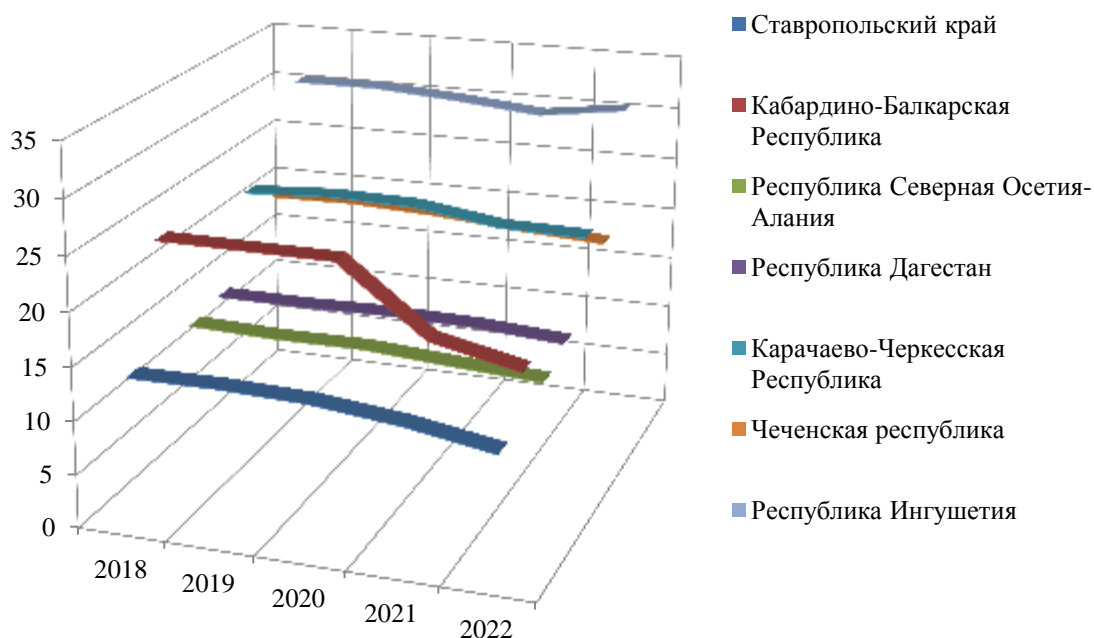


Рисунок 3 – Уровень бедности населения по субъектам СКФО*

* рисунок составлен авторами на основе данных сайта сети Интернет ФСГС https://rosstat.gov.ru/labour_force (дата обращения: 11.01.2024 г.)

Представленные на рисунке 3 сведения об уровне бедности населения по субъектам СКФО за 2018-2022 гг. раскрывают тревожные реалии, свидетельствующие о том, что только Ставропольский край и Кабардино-Балкарская Республика демонстрируют определенную стабилизацию в части ее преодоления за анализируемый период. В остальных регионах ситуация либо практически не изменилась (Республика Дагестан и Карачаево-Черкесская Республика), либо даже ухудшилась по сравнению с прошлым периодом – Республика Ингушетия.

По данным портала VisaSam самым бедным регионом России по итогам 2023 года является Республика Ингушетия, на территории которой практически каждый третий ее житель находится за чертой бедности (158 тыс. человек.). В десятку данного антирейтинга включены Карачаево-Черкесская Республика (22,1 %), Чеченская Республика (19,9 %), где каждый пятый житель испытывает серьезные финансовые затруднения. Несмотря на отмеченные положительные тенденции Ставропольского края в решении вопросов повышения уровня жизни населения, данный регион на фоне остальных территорий государства занимает одно из самых низких мест, где 13% населения живут, испытывая финансово-экономические сложности.

Анализируя уровень бедности регионов СКФО, авторы согласны с Гираевым В.К., который отмечает наличие возникающих в оплате труда диспропорций, выступающих закономерным итогом происходящей деформации системы оценки труда. В результате этого наблюдается снижение мотивации трудовой профессиональной деятельности в реальном секторе экономики региона. Указанное обстоятельство является свидетельством низкой эффективности применяемой органами государственной власти системы оплаты труда [5]. По-прежнему сохраняется существенный разрыв между уровнем оплаты труда работников,

занятых в городе, и сельскими гражданами. Это обстоятельство выступает в качестве одной из причин миграции сельского населения в город, что в свою очередь оголяет слабые стороны хозяйствующих субъектов, работающих на селе.

Современные реалии свидетельствуют о том, что наличие проблем территориальной дифференциации уровня жизни регионов России не только не теряет своей актуальности, но и приобретает новые характеристики. Несмотря на наличие тренда к увеличению размера, как среднедушевых доходов, так и заработной платы, сохраняется существенное различие по уровню жизни населения в разрезе федеральных округов [6-10].

Проведем анализ среднемесячного размера заработной платы наемных работников в организациях, индивидуальных предпринимателей, и физических лиц по субъектам СКФО (рисунок 4).

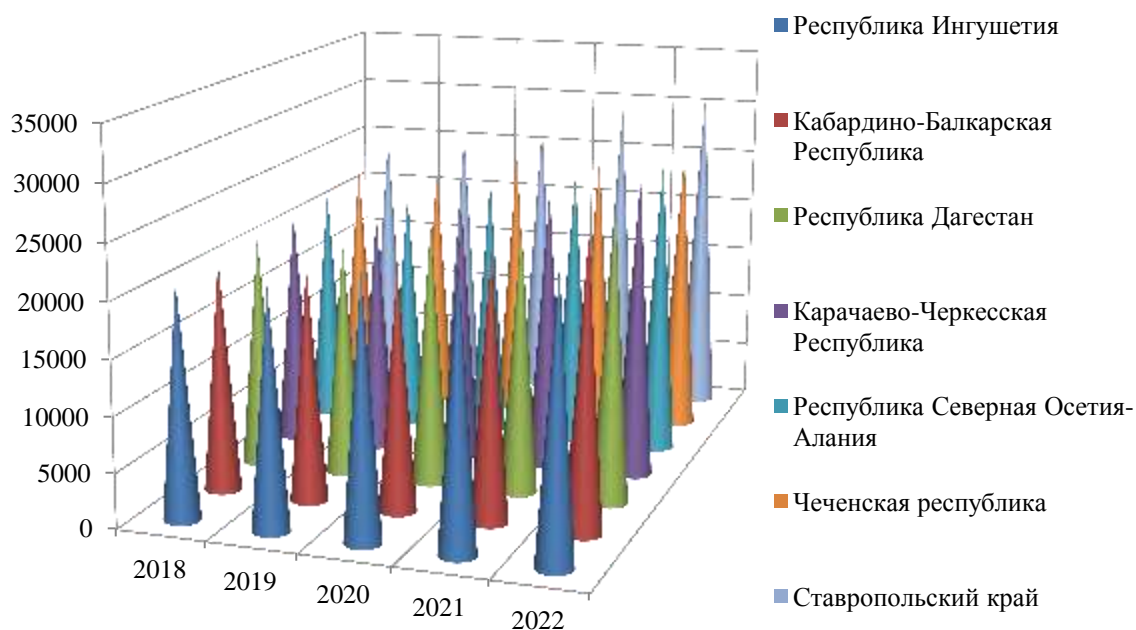


Рисунок 4 – Среднемесячная начисленная заработная плата наемных работников в организациях, индивидуальных предпринимателей, и физических лиц по субъектам СКФО*
* рисунок составлен авторами на основе данных сайта сети Интернет ФСГС https://rosstat.gov.ru/labour_force (дата обращения: 18.01.2024 г.)

Преодоление бедности в государстве выступает важнейшей социально-экономической задачей органов государственной власти всех уровней. Основным источником решения указанной проблемы является действенная индексация уровня оплаты труда, выступающая для многих единственным источником существования. Анализ представленных на рисунке 4 данных о размере среднемесячной заработной платы в регионах СКФО позволяет сделать вывод о ее росте, без учета происходящих социально-экономических процессов общества. Так, средний размер роста оплаты труда за анализируемый период составляет 5 %, что является ничтожно малым результатом. По уровню роста размера заработной платы субъекты, входящие в СКФО значительно уступают лидерам рейтинга (г. Москва и Московская область, г. Санкт-Петербург, Ямало-Ненецкий автономный округ). Данная ситуация характеризует причины миграции трудового населения из СКФО в другие субъекты государства, прежде всего с целью поиска более приемлемых условий оплаты труда. Таким образом, следует отметить, что основной причиной низкого размера оплаты труда выступает ни наличие (отсутствие) образования или иные личностные характеристики работника, а финансово-экономическое обеспечение региона (федерального округа). Кроме того, в качестве причины крайне низких заработков регионов СКФО следует отметить недостаточную экспортную их ориентацию. Тем не менее, недостаточный уровень оплаты

труда не свидетельствует о низком уровне жизни населения. Данное обстоятельство продиктовано ценами на потребительские товары, а также иные услуги (ЖКХ, транспортные), отличающиеся своим размером с регионами лидерами по уровню оплаты труда (г. Москва и Московская область, г. Санкт-Петербург, Ямало-Ненецкий автономный округ). Вместе с тем, следует выделить, что, несмотря на низкий уровень оплаты труда, регионы, входящие в состав СКФО имеют достаточно высокую плотность населения. Так, три из семи субъектов – Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская республика входят в первый десяток территорий России с наивысшей плотностью населения на одни квадратный километр. Данное обстоятельство свидетельствует о приоритетности данных территорий при выборе места жительства.

Выводы. Таким образом, проанализировав данные уровня жизни населения регионов СКФО, авторы, пришли к следующим выводам:

1. во-первых, актуальность рассматриваемых проблем не только не снижается, но и приобретает особый смысл в условиях протекающего социально-экономического кризиса в государстве;

2. во-вторых, наметившиеся процессы миграции населения из регионов рассматриваемого федерального округа вызваны финансово-экономическими причинами;

3. в третьих, низкий уровень оплаты труда не всегда свидетельствует о низком уровне жизни населения, что выступает следствием развития теневого сектора;

4. в-четвертых, решение рассмотренных проблем должно носить комплексный характер, включающий применение как мер экономического развития, так и социально-ориентированных подходов;

5. в-пятых, отличия, характерные для менталитета населения, проживающего в регионах СКФО, а также его культурно-демографические характеристики должны выступать своеобразными ориентирами в принятии решений органами власти как федерального, так и регионального уровня.

Список использованной литературы:

1. Гимбатов Ш.М., Кутаев Ш.К., Хаджалова Х.М. и др. Социальные и демографические проблемы формирования трудового потенциала Северного Кавказа // Народонаселение. 2023. Т. 26. № 1. С. 135–146.
2. Джисоев А.В. О феномене роста занятости населения регионов Северного Кавказа // Теория и практика общественного развития. 2022. № 12 (178). С. 127–132.
3. Кутаев Ш.К. Неформальные отношения на рынке труда: причины возникновения и направления легализации // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2023. № 2. С. 72–79.
4. Цинпаева Ф.С., Омаров Х.М. Институциональная ловушка бедности: региональный аспект // Региональные проблемы преобразования экономики. 2022. № 12 (146). С. 217–223.
5. Гираев В.К. Тенденции в динамике доходов населения Республики Дагестан // Региональные проблемы преобразования экономики. 2023. № 1 (147). С. 26–36.
6. Власова О.В., Севрюкова О.И. Усиление неравенства уровня жизни в федеральных округах России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 148–154.
7. Котенев А.Д., Жикривецкая Ю.В., Крыжевская Н.Н. Уровень жизни населения как фактор обеспечения экономической безопасности государства // Вестник КГМТУ. 2023. № 1. С. 165–172.
8. Сушко Н.А. Методика диагностики кадровой составляющей экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия // Вестник КГМТУ. 2022. № 4. С. 522–533.
9. Кузнецова Н.В., Тимофеева А.Ю. Проблемы и инструментарий выявления угроз кадровой безопасности региона // Экономика региона. 2016. Т. 12. №. 4. С. 1123–1134. DOI: 10.17059/2016-4-14.

10. Котанджян А.В. Инструменты диагностики и обеспечения кадровой безопасности региона на фоне цифровой трансформации экономики // Russian Journal of Management. 2023. Т. 11. № 1. DOI: 10.29039/2409-6024-2023-11-1-269-273.

References:

1. Gimbatov Sh.M., Kutayev Sh.K., Khadzhalova Kh.M. et al. Sotsial'nyye i demograficheskiye problemy formirovaniya trudovogo potentsiala Severnogo Kavkaza [Social and demographic problems of forming the labor potential of the North Caucasus]. *Narodonaseleniye* [Population], 2023, vol. 26, no. 1, pp. 135–146. (In Russian).
2. Dzhioyev A.V. O fenomene rosta zanyatosti naseleniya regionov Severnogo Kavkaza [On the phenomenon of employment growth in the regions of the North Caucasus]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and Practice of Social Development], 2022, no. 12 (178), pp. 127–132. (In Russian).
3. Kutayev Sh.K. Neformal'nyye otnosheniya na rynke truda: prichiny vzniknoveniya i napravleniya legalizatsii [Informal relations in the labor market: reasons for their occurrence and directions of legalization]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Economics], 2023, no. 2, pp. 72–79. (In Russian).
4. Tsinpayeva F.S., Omarov Kh.M. Institutsional'naya lovushka bednosti: regional'nyy aspekt [Institutional poverty trap: regional aspect]. *Regional'nyye problemy preobrazovaniya ekonomiki* [Regional Problems of Economic Transformation], 2022, no. 12 (146), pp. 217–223. (In Russian).
5. Girayev V.K. Tendentsii v dinamike dokhodov naseleniya Respubliki Dagestan [Trends in the dynamics of income of the population of the Republic of Dagestan]. *Regional'nyye problemy preobrazovaniya ekonomiki* [Regional Problems of Economic Transformation], 2023, no. 1 (147), pp. 26–36. (In Russian).
6. Vlasova O.V., Sevryukova O.I. Usileniye neravenstva urovnya zhizni v federal'nykh okrugakh Rossii [Increasing inequality in living standards in the federal districts of Russia]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2022, no. 3, pp. 148–154. (In Russian).
7. Kotenev A.D., Zhikrivetskaya Yu.V., Kryzhevskaya N.N. Uroven' zhizni naseleniya kak faktor obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti gosudarstva [The standard of living of the population as a factor in ensuring the economic security of the state]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2023, no. 1, pp. 165–172. (In Russian).
8. Sushko N.A. Metodika diagnostiki kadrovoy sostavlyayushchey ekonomicheskoy bezopasnosti rybokhozyaystvennogo predpriyatiya [Methodology for diagnosing the personnel component of the economic security of a fishing enterprise]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2022, no. 4, pp. 522–533. (In Russian).
9. Kuznetsova N.V., Timofeyeva A.Yu. Problemy i instrumentariy vyyavleniya ugroz kadrovoy bezopasnosti regiona [Problems and tools for identifying threats to personnel security in the region]. *Ekonomika regiona* [Economics of the Region], 2016, vol. 12, no. 4, pp. 1123–1134. (In Russian). DOI: 10.17059/2016-4-14.
10. Kotandzhyan A.V. Instrumenty diagnostiki i obespecheniya kadrovoy bezopasnosti regiona na fone tsifrovoy transformatsii ekonomiki [Tools for diagnosing and ensuring personnel security in the region against the backdrop of digital transformation of the economy]. *Russian Journal of Management* [Russian Journal of Management], 2023, vol. 11, no. 1. (In Russian). Available at: DOI: 10.29039/2409-6024-2023-11-1-269-273.

Сведения 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
- Терещенко**
Ольга Владимировна канд. истор. наук, доцент кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин
Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России
355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43
sfkru_kseigd@mvd.ru
- Tereshenko
Olga Vladimirovna Ph.D. (Histor.), Associate professor of the 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
sfkru_kseigd@mvd.ru
- Соловьева**
Лариса Викторовна канд. псих. наук, преподаватель кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин
Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России
355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43
sfkru_kseigd@mvd.ru
- Solovieva
Larisa Viktorovna Ph.D. (Psych.), Lecturer at 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
sfkru_kseigd@mvd.ru

Рысина В.А., Шкуро Д.В.
**ЦИФРОВОЙ РУБЛЬ: ПОНЯТИЕ И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА**

Аннотация. В статье проанализирована сущность понятия «цифровой рубль», отражены отличительные черты цифрового рубля по сравнению с фиатными деньгами. Раскрыты преимущества использования цифровой национальной валюты и риски, связанные с ее использованием. Рассмотрены основные этапы введения в действия проекта «Цифровой рубль». Изучена нормативно-правовая база, разработанная для регулирования процесса обращения цифрового рубля в РФ. Представлена схема модели осуществления расчетов цифровыми рублями. Освещены основные аспекты отражения в бухгалтерском учете цифровых рублей согласно требованиям действующей российской законодательной базы. Рекомендованы три варианта отражения счета цифрового рубля в рабочем плане счетов предприятия. Составлена авторская схема основных проводок по рекомендованному счету 53 «Счет цифрового рубля». Рассмотрен порядок отражения в бухгалтерском учете операций с цифровым рублем в программе «1С: Бухгалтерия 8.3».

Ключевые слова: цифровой рубль, концепция, модель, счет бухгалтерского учета, проводка.

Rysina V.A., Shckuro D.V.

DIGITAL RUBLE: THE CONCEPT AND MAIN FEATURES OF ACCOUNTING

Abstract. The article analyzes the essence of the concept of “digital ruble”, reflects the distinctive features of the digital ruble in comparison with fiat money. The advantages of using a digital national currency and the risks associated with its use are disclosed. The main stages of the introduction of the Digital Ruble project are considered. The regulatory framework developed to regulate the process of circulation of the digital ruble in the Russian Federation has been studied. The scheme of the model for making payments in digital rubles is presented. The main aspects of accounting for digital rubles in accordance with the requirements of the current Russian legislative framework are highlighted. Three options are recommended for reflecting the digital ruble account in the company's work plan of accounts. The author's scheme of the main transactions for the recommended account 53 “Digital ruble account” has been compiled. The order of accounting of transactions with the digital ruble in the program “1С: Accounting 8.3” is considered.

Keywords: digital ruble, concept, model, accounting account, posting.

Введение. В настоящий момент наблюдается применение совершенно новых цифровых технологий в экономическом секторе России, что является крайне важным с точки зрения определения степени цифровизации национальной экономики. Использование на практике блокчейна и криптовалют значительно повысило интерес со стороны физических и юридических лиц к цифровым валютам. Для последующего удовлетворения граждан относительно безопасности и скорости переводов и платежей, а также сокращения издержек в финансовой сфере была введена новая форма денег – цифровая валюта. Цифровая национальная валюта (Central Bank Digital Currency) – это аналогичные криптовалюте цифровые токены, эмитированные Центральным Банком.

Цифровая валюта выступает важнейшим компонентом отличительно новой индустрии финансовых технологий (FinTech). Несомненно, данные технологии находятся на стадии доработок и развития, и пройдет определенное время, прежде чем они достигнут некой стадии зрелости и широко распространятся по всему миру. Национальные криптовалюты, в отличие от эфира или биткоина, поддерживаются правительством и эмитируются Центральным Банком, наравне с фиатными деньгами.

В РФ также можно заметить активное внедрение цифрового рубля как формы национальной валюты. Для этого разработана нормативно-законодательная база, которая определяет понятие цифрового рубля и регулирует порядок его обращения [1-3]. Начиная с 1 августа 2023 г. цифровой рубль стал равноправным средством платежа. На территории РФ новый вид национальной валюты может использоваться в добровольном порядке между физическими, юридическими лицами и государством.

Целью исследования является изучение понятия «цифровой рубль» и раскрытие особенностей бухгалтерского учета данного цифрового актива.

Материалы и методы исследования. На сегодняшний день тема исследования является достаточно популярной в экономической научной среде. Вопросы применения цифровых технологий в организации безналичных расчетов освещены в экономических публикациях [4-11]. Вместе с тем разработка методики ведения бухгалтерского и налогового учета цифрового рубля находится на стадии разработки, поэтому достаточно актуальны дальнейшие исследования обозначенной проблемы.

К методическому инструментарию проведенного исследования относят методы сравнения, аналогии, наблюдения, обобщения, системный анализ, системный и комплексный подходы к определению проблем бухгалтерского учета цифрового рубля.

Результаты исследования и их обсуждение. С 1 августа 2023 г. в российский денежный оборот была введена новая валюта – цифровой рубль, представляющий собой «уникальный электронный код (совокупный набор цифр, символов и знаков), который дает возможность его владельцу осуществлять переводы и покупки в пользу третьих лиц» [1]. Как и в отношении фиатных денег, прерогатива эмиссии и учета цифровых рублей принадлежит ЦБ РФ, т.е. цифровой рубль стал третьей формой национальной валюты РФ. Стоимость 1 цифрового рубля приравнена к 1 наличному либо 1 безналичному рублю.

Отличительный признак новой формы валюты состоит в выполнении, прежде всего, функции обеспечения прозрачности операций, т.е. абсолютно любые транзакции, выполненные с рублем, могут быть отслежены с помощью специального регулятора. Кроме того, в отличие от фиатных денег, для хранения цифровых рублей будут использоваться не банковские счета, а цифровая платформа ЦБ РФ.

С точки зрения гражданско-правовой терминологии цифровой рубль как таковой не является средством сбережения, а выступает как средство расчетов. Исходя из этого на остатки цифровых рублей на цифровых счетах в банке, в отличие от аналогичных безналичных денежных средств, не будут начисляться проценты и кэшбек по осуществленным операциям. Кроме того в цифровых рублях нельзя будет получить кредит и открыть депозит.

Все расчеты цифровыми рублями будут осуществляться только через цифровую платформу ЦБ РФ, который выступает ее единственным оператором. Для осуществления операций с цифровым рублем необходимо подключиться к данной платформе путем создания специального электронного кошелька (регистрация аккаунта), подтверждение идентификации которого происходит на портале Госуслуг.

Основной документ, регулирующий осуществление операций с цифровым рублем, – это договор счета цифрового рубля, который заключается между владельцем счета и ЦБ РФ, и составленный согласно новым требованиям ГК РФ [1]. При этом Банк России не сможет распоряжаться цифровыми рублями владельца счета, а также осуществлять контроль за их использованием. Однако законодательно ЦБ РФ установил ряд ограничений: нельзя открыть совместный счет цифрового рубля для нескольких пользователей; цифровой счет не открывается в драгоценных металлах; невозможно анонимно осуществлять операции с цифровыми рублями; запрещено обналичивание цифровой национальной валюты.

Цифровой рубль получил традиционные свойства фиатных денег. Вместе с тем он обладает существенными преимуществами, которые делают его достаточно привлекательным в качестве средства платежа (рис. 1). Однако при этом могут возникать определенные риски, связанные с использованием цифрового рубля (рис. 1).



Рисунок 1 – Преимущества и недостатки цифрового национального рубля

Стоит учесть, что внедрение в финансовую парадигму нашей страны цифрового рубля – это довольно трудоемкий, дорогостоящий, а главное, длительный процесс для ускоренной цифровизации экономики, который в свою очередь, направлен на адаптацию инновационной банковской среды к цифровым реалиям функционирования государства и предпринимательства.

В 2020 г. ЦБ РФ публикует доклад «Концепция цифрового рубля» с целью рассмотрения основных подходов, связанных с внедрением в денежный оборот РФ цифровой национальной валюты. В Концепции были представлены: анализ влияния введения цифрового рубля на денежно-кредитную политику государства и финансовую ликвидность банков, характеристика основных моделей использования цифрового рубля, этапы реализации проекта и его введения в действие (рис. 2).

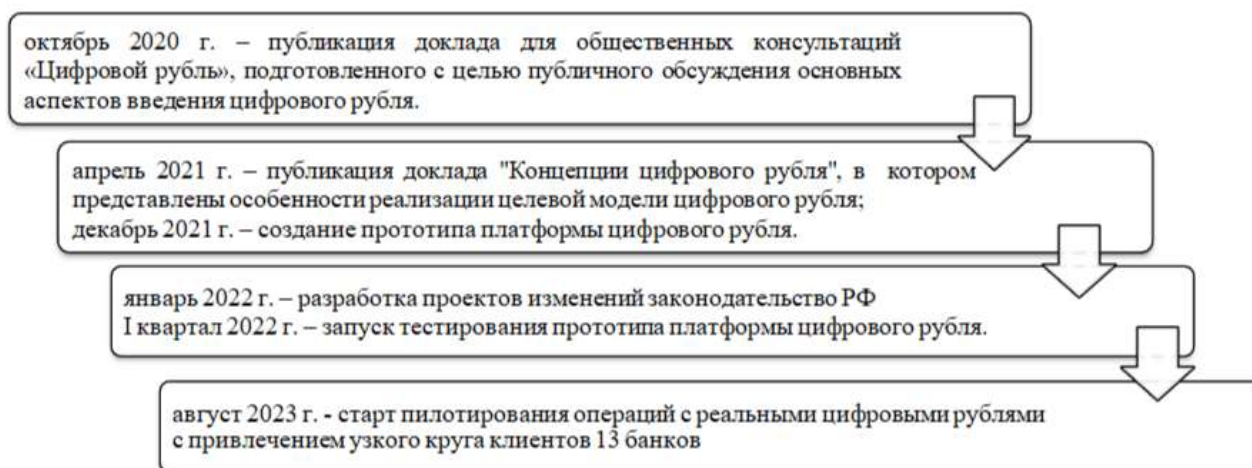


Рисунок 2 – Основные этапы введения в действие цифрового рубля в РФ

Данный доклад был взят за основу при разработке Федеральных законов от 24.07.2023 г. №339 -ФЗ и №340-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1-3], принятие которых изменило отдельные положения ГК РФ, Федерального закона «Об электронной подписи», Федерального закона «О персональных данных», Федерального закона «О банках и банковской деятельности», Федерального закона «О ЦБ РФ», Федерального закона «О несостоятельности».

Также в докладе ЦБ РФ давалась характеристика основных моделей функционирования цифрового рубля. ЦБ предлагал для рассмотрения 4 модели: одноуровневые (модели А и В) и двухуровневые (модели С и D). В ходе подготовки данного доклада был осуществлен опрос респондентов по выбору указанных моделей, по его результатам оптимальным вариантом признана модель D. Наглядно механизм расчетов в цифровых рублях при внедрении данной модели представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Расчеты цифровыми рублями в модели D

ЦБ РФ планирует протестировать проект цифрового рубля до конца 2024 г. В данном процессе помимо ЦБ и банков, будут участвовать физические лица (500 чел.) и торговые организации из 11 регионов РФ.

В настоящий момент отдельного нормативного документа, регламентирующего учет цифровых рублей, в РФ еще не разработано. В Плане счетов также отсутствуют счета, предусмотренные для бухгалтерского учета данного вида активов. Однако Минфин РФ выпустил разъяснения, указанные в информационном сообщении от 18.09.2023 г. №ИС-учет-47, согласно которым счет цифрового рубля необходимо считать отдельным видом банковского счета, соответственно, и операции должны быть применительно общему порядку учета денежных цифровых средств и расчетов [12].

Для отражения в бухгалтерском учете цифровой национальной валюты можно применять один из трех вариантов – использование бухгалтерских счетов 51, 53 или 55.

Субъекты малого бизнеса имеют право учитывать операции, связанные с цифровым рублем на счете 51 «Расчетные счета», открыв в рабочем Плане счетов отдельный субсчет «Счет цифрового рубля».

Сущность второго варианта состоит в том, что для обобщения информации о наличии и движении цифровых рублей предприятие вправе ввести в рабочий План счетов новый синтетический счет – счет 53 «Счет цифрового рубля», где по дебету будет отражаться поступление цифровых рублей на цифровой счет предприятия, по кредиту – списание или перевод цифровых рублей с соответствующего цифрового счета предприятия.

В отличие от расчетных счетов счет для учета цифровых рублей открывается только один, т.к. он не привязывается к конкретному банку, а размещается на цифровой платформе ЦБ РФ. Вместе с тем создавать цифровые счета можно через приложения обслуживающих организацию банков. Лимит пополнения составляет в размере 300 тыс. руб. в месяц. На основании требования полной и достоверной информации, предоставляемой пользователям, контролем и отчетностью, по данному счету может организовываться аналитический учет в разрезе счетов цифровых рублей.

Для отражения операций в учете используются данные, которые предоставляются ЦБ РФ в день осуществления операции. При этом проведение операции происходит в реальном

режиме времени. Остаток цифровых рублей подтверждается инвентаризацией, проводимой аналогично инвентаризации денежных средств и расчетов [12]. Схематично основные проводки по счету 53 «Счет цифрового рубля» отражены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схема основных проводок по счету 53 «Счет цифрового рубля»

Еще одним альтернативным вариантом может послужить открытие отдельного субсчета к счету 55 «Специальные счета в банках». Данный вариант имеет место быть в случае, если остатки цифровых рублей незначительны. Стоит отметить, что фиксации порога существенности остатки закрепляется за предприятием. Выбранный способ отражения учета цифрового рубля предприятие закрепляет в своей учетной политике.

Поскольку многие субъекты хозяйствования в качестве программного обеспечения для автоматизированного ведения бухгалтерского учета используют программу «1С: Бухгалтерия 8.3», основные особенности учета цифрового рубля будут раскрыты на ее примере. Для того чтобы в рабочий План счетов, используемый в данной программе, внести новый счет 53 «Счет цифрового рубля», следует в пункте меню «Главное» выбрать подпункт «План счетов» и нажать кнопку «Создать». В результате на экране пользователя откроется окно «Карточка нового счета» (рис. 5).

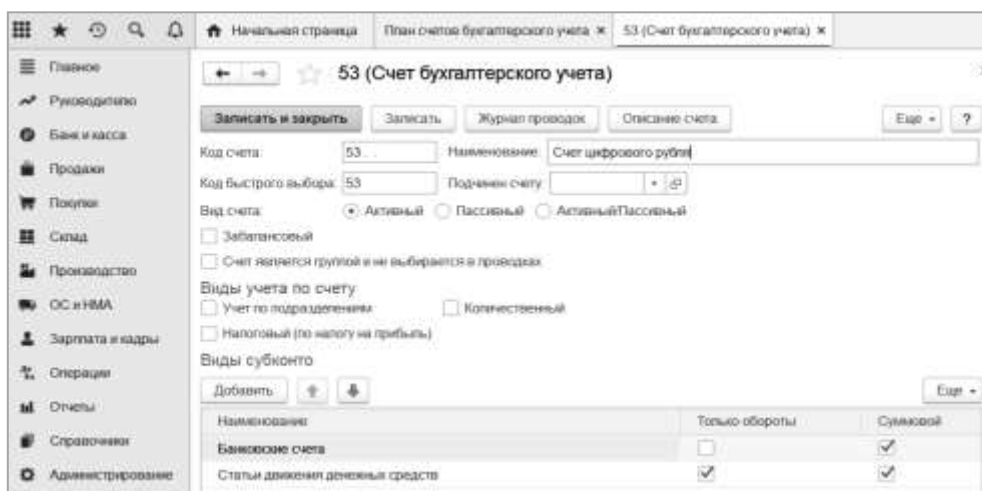


Рисунок 5 – Карточка счета 53 «Счет цифрового рубля» в программе «1С: Бухгалтерия 8.3»

Аналитический учет по счету 53 будет осуществляться в разрезе: субконто «Банковские счета» (первый уровень), субконто «Статьи движения денежных средств» (второй уровень).

При поступлении либо списании цифровых рублей при расчетах с контрагентами соответствующие документы необходимо вводить вручную (рис. 6). В данных документах недоступны операции, которые относятся к расчетам по займам, кредитам, депозитам,

приобретением и снятием иностранной валюты, по причине ограничений, установленных правилами платформы цифрового рубля. Вся информация относительно движения цифрового рубля предоставляется Банком России через участника платформы цифрового рубля.

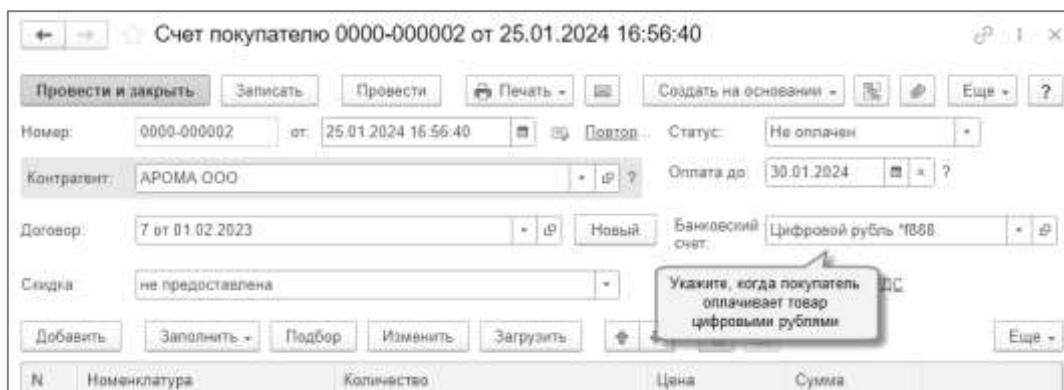


Рисунок 6 – Пример документа «Счет покупателю» при использовании цифровых рублей

Помимо расчетов с контрагентами цифровой рубль может быть использован для оплаты обязательств перед бюджетом по налогам и сборам, а также при начислении заработной платы сотрудникам предприятия. При этом пока изменений в ТК РФ не вносилось.

С 1 января 2025 г. вступят в силу поправки к НК РФ, которые включают понятие «счет цифровых рублей» в налоговое законодательство. Данные поправки позволят ФНС взыскивать в пользу государства налоговую задолженность со счета цифровых рублей при отсутствии средств на расчетном счете или их недостатке на нем. Все операции, связанные с обслуживанием цифровых рублей в банках, а также переводы в них, освободят от НДС.

Отражение остатков по счету цифрового рубля и операций по нему в бухгалтерской финансовой отчетности осуществляется в порядке, аналогичном для бухгалтерского учета наличных и безналичных денежных средств.

Выводы. С внедрением цифрового рубля ведение бухгалтерского учета для организаций значительно упростится благодаря отсутствию посредников между контрагентами и их прямому финансовому взаимодействию. Переводы денежных средств будут осуществляться в реальном режиме времени без комиссий и временных задержек, что особенно важно при оплате налоговых обязательств. Поскольку цифровые рубли будут храниться на цифровой платформе ЦБ РФ в специальном электронном кошельке и обеспечиваться его резервами, то предприятие при банкротстве обслуживающего банка или хакерской атаке на него не потеряет свои денежные средства. В бухгалтерском учете для отражения операций с цифровыми рублями субъектам хозяйствования следует изменить приказ об учетной политике путем создания в рабочем Плане счетов либо отдельного счета, либо субсчетов на уже используемых счетах учета денежных средств.

Список использованной литературы:

1. О внесении изменений в статьи 128 и 140 части первой, часть вторую и статьи 1128 и 1174 части третьей гражданского кодекса Российской Федерации: федеральный закон Российской Федерации №339-ФЗ от 24 июля 2023 г. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=452688&utm_source=yandex&utm_medium=organic&utm_startpage=kontur.ru%2Farticles%2F1774&utm_orderpage=kontur.ru%2Farticles%2F1774 (дата обращения: 02.02.2024).
2. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон Российской Федерации №340-ФЗ от 24 июля 2023 г. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=452689&utm_source=yandex&utm_medium=organic&utm_startpage=kontur.ru%2Farticles%2F1774&utm_orderpage=kontur.ru%2Farticles%2F1774 (дата обращения: 02.02.2024).

3. О платформе цифрового рубля: положение №820-П Центрального банка Российской Федерации от 3 августа 2023 г. URL. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_454540/ (дата обращения: 02.02.2024).
4. Девиза Н.А., Уманец В.А., Логунов Н.С. Внедрение цифровых технологий в социально-экономическую жизнь общества // Вестник КГМТУ. 2023. №2. С. 200–207.
5. 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.
6. Узденова Ф.М., Алиева А.Б., Малсюгенова З.В. Современные информационные технологии в бухгалтерском учете и управлении // Вестник Академии знаний. 2022. № 49. С. 298–303.
7. Карпова Т.П. Направления развития бухгалтерского учета в цифровой экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 3 (111). С. 52–57.
8. Бухгалтерский учет в XXI веке: монография / Под ред. Ю.Н. Гузова, В.В. Ковалева, О.Л. Маргания. СПб.: Скифия-принт, 2021. 250 с.
9. Рысина В.А. Применение цифровых технологий в бухгалтерском учете // Вестник КГМТУ. 2023. № 1. С. 207–216.
10. Рысина В.А., Скоробогатова В.В. Цифровой бухгалтерский учет: понятие и его эволюция // Вестник КГМТУ. 2023. № 4. С. 312–319.
11. Скоробогатова В.В., Логунова Н.А. Информационное обеспечение рыбохозяйственного комплекса на основе внедрения современных технологии распределенного реестра // Вестник КГМТУ. 2021. № 4. С. 351–365.
12. Бухгалтерский учет операций с цифровым рублем: информационное сообщение № ИС-учет-47 Министерства финансов Российской Федерации от 18 сентября 2023 г. URL. https://minfin.gov.ru/ru/performance/accounting/accounting/info/basics?id_65=303853-novoe_v_bukhgalterskom_zakonodatelstve_fakty_i_kommentarii (дата обращения: 02.02.2024).

References:

1. Russian Federation. The Federal Law № 339-FZ of July 27, 2023, *O vnesenii izmenenij v stat`i 128 i 140 chast`i pervoj, chast` vtoruyu i stat`i 1128 i 1174 chast`i tret`ej grazhdanskogo kodeksa Rossijskoj Federacii* [On amendments to Articles 128 and 140 of Part One, Part Two and Articles 1128 and 1174 of Part Three of the Civil Code of the Russian Federation]. (In Russian). Available at: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=452688&utm_source=yandex&utm_medium=organic&utm_startpage=kontur.ru%2Farticles%2F1774&utm_orderpage=kontur.ru%2Farticles%2F1774 (accessed 02.02.2024).
2. Russian Federation. The Federal Law № 340-FZ of July 27, 2023, *O vnesenii izmenenij v otdel`ny`e zakonodatel`ny`e akty` Rossijskoj Federacii* [On amendments to certain legislative acts of the Russian Federation]. (In Russian). Available at: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=452689&utm_source=yandex&utm_medium=organic&utm_startpage=kontur.ru%2Farticles%2F1774&utm_orderpage=kontur.ru%2Farticles%2F1774 (accessed 02.02.2024).
3. Russian Federation. Regulation of the Central Bank of the Russian Federation № 820-P of August 3, 2023, *O platforme cifrovogo rublya* [About the Digital Ruble platform]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_454540/ (accessed 02.02.2024).
4. Diviza N.A., Umanets V.A., Logunov N.S. Vnedrenie cifrovyyh tekhnologij v social'no-ekonomicheskuyu zhizn' obshchestva [Introduction of digital technologies into the socio-economic life of society]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2023, no. 2, pp. 200–207. (In Russian).
5. Varlamova D.V., Alekseeva L.D. Voprosy vnedreniya cifrovyyh 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], 2020, no. 5-2, pp. 248–254. (In Russian).

6. Uzdenova F.M., Alieva A.B., Malsugenova Z.V. Sovremennye informacionnye tekhnologii v buhgalterskom uchete i upravlenii [Modern information technologies in accounting and management]. *Vestnik Akademii znaniy* [Bulletin of the Academy of Knowledge], 2022, no. 49, pp. 298–303. (In Russian).
7. Karpova T.P. Napravleniya razvitiya buhgalterskogo ucheta v cifrovoj ekonomike [Directions of accounting development in the digital economy]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Izvestiya of the St. Petersburg State University of Economics], 2018, no. 3 (111), pp. 52–57. (In Russian).
8. Guzov Yu.N., Kovalev V.V., Marganiya O.L. *Buhgalterskij uchet v XXI veke* [Accounting in the XXI century]. St. Petersburg, Scythia-print Publ., 2021, 250 p. (In Russian).
9. Rysina V.A. Primenenie cifrovyyh tekhnologiy v buhgalterskom uchete [Application of digital technologies in accounting] *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2023, no. 1, pp. 207–216. (In Russian).
10. Rysina V.A., Skorobogatova V.V. Primenenie cifrovyyh tekhnologiy v buhgalterskom uchete [Digital accounting: the concept and its evolution]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2023, no. 4, pp. 312–319. (In Russian).
11. Skorobogatova V.V., Logunova N.A. Informacionnoe obespechenie rybohozyajstvennogo kompleksa na osnove vnedreniya sovremennyh tekhnologii raspredelenno go reestra [Information support of the fisheries complex based on the introduction of modern distributed registry technologies] *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2021, no. 4, pp. 351–365. (In Russian).
12. Russian Federation. Information message of the Ministry of Finance of the Russian Federation № IS-accounting-47 of September 18, 2023, *Buhgalterskij uchet operacij s cifrovym rublem* [Accounting of transactions with the digital ruble]. (In Russian). Available at: https://minfin.gov.ru/ru/performance/accounting/accounting/info/basics?id_65=303853-novoe_v_buhgalterskom_zakonodatelstve_fakty_i_kommentarii (accessed 02.02.2024).

Сведения об авторах / Information about authors

Рысина Виктория Александровна	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 vika_daria@mail.ru
Rysina Victoria Alexandrovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of economics and humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Ordzhonikidze str., 82 vika_daria@mail.ru
Шкуро Дарья Валентиновна	магистрант 1-го курса направления подготовки «Экономика» Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 shckuro.darya@yandex.ru
Shkuro Victoria Valentinovna	postgraduate of 1st year of the training direction “Economics” Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Ordzhonikidze str., 82 shckuro.darya@yandex.ru

Тимчук Е.Г., Глебова Е.В., Лаптева Е.П., Блинова А.Л., Заяц Е.А.
**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА**

Аннотация. Сегодня устойчивое развитие стало одной из самых значимых концепций, стимулирующих изменения хозяйственной деятельности. Это объясняется стремлением общества повысить ответственность хозяйствующих субъектов за последствия их производственной и иной, в том числе коммерческой деятельности для окружающей среды и экологии, так и желанием со стороны бизнеса, в особенности крупного, создать и поддерживать положительный имидж в глазах общества. Однако реализация принципов устойчивого развития на практике влечет глобальные изменения в деятельности предприятий. Разработанная модель концепции развития предприятий рыбной отрасли в соответствии с целями устойчивого развития (ЦУР) на основе систем менеджмента предлагает в качестве способа достижения запланированных результатов использовать инструментарий систем менеджмента качества в зависимости от их областей применения и особенностей производственной деятельности предприятий рыбной отрасли. Практическая реализация концепции на основе разработанной модели позволит предприятиям рыбной отрасли вести свою хозяйственную деятельность в соответствии с прогрессивными международными взглядами и развивать социальную ответственность в отношении общества и будущих поколений.

Ключевые слова: устойчивое развитие, цели устойчивого развития, стратегия развития, предприятия рыбной отрасли, концепция, модель, системы менеджмента безопасности пищевой продукции, системы энергетического менеджмента, системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья, системы экологического менеджмента, бережливое производство, органическое производств, системы менеджмента качества.

Timchuk E.G., Glebova E.V., Lapteva E.P., Blinova A.L., Zayats E.A.
**DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT MODEL FOR FISH
INDUSTRY ENTERPRISES BASED ON MANAGEMENT SYSTEMS**

Abstract. Today, sustainable development has become one of the most significant concepts stimulating changes in business activities. This is explained by the desire of society to increase the responsibility of business entities for the consequences of their production and other, including commercial, activities on the environment and ecology, as well as the desire on the part of business, especially large ones, to create and maintain a positive image in the eyes of society. However, the implementation of the principles of sustainable development in practice entails global changes in the activities of enterprises. The developed model of the concept for the development of fishing industry enterprises in accordance with the SDGs based on management systems suggests using the tools of quality management systems, depending on their areas of application and the characteristics of the production activities of fishing industry enterprises, as a way to achieve planned results. The practical implementation of the concept based on the developed model will allow fishing industry enterprises to conduct their business activities in accordance with progressive international views and develop social responsibility towards society and future generations.

Keywords: sustainable development, sustainable development goals, development strategy, fishing industry enterprises, concept, model, food safety management systems, energy management systems, occupational safety and health management systems, environmental management systems, lean manufacturing, organic production, quality management systems.

Введение. Настоящее время можно назвать временем, высоких скоростей, быстрых изменений и появления большого количества новых технологий. Технологии серьезно

вливают на нашу жизнь и приводят к масштабным изменениям во всех сферах, с одной стороны повышается уровень жизни людей, у них появляются новые возможности, с другой стороны в гонке за экономическими показателями человечество сталкивается с серьезными глобальными проблемами, одной из которых является увеличивающаяся с каждым годом антропогенная нагрузка на окружающую среду. Именно поэтому в 2015 году Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций (далее ООН) 196 стран приняли 17 глобальных Целей устойчивого развития (далее ЦУР) одним из ключевых направлений которых является снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. Говоря об устойчивом развитии, следует понимать такое развитие, при котором текущие потребности общества и их удовлетворение осуществляются без последствий для следующих поколений, что подразумевает комплексный подход, при котором невозможно рассматривать решение одной проблемы, не учитывая другие [1].

Бизнес во всем мире также занимает активную позицию в области охраны окружающей среды чему свидетельствует Глобальный договор, разработанный ООН и подписанный 9200 компаниями из 166 стран мира. Данный договор является международной инициативой в сфере социальной ответственности в области устойчивого развития со стороны бизнеса. Глобальный договор ООН включает в себя 10 принципов, которые описывают ответственность бизнеса в сфере достижений ЦУР, в соответствии с которыми для устойчивого развития бизнес должен обеспечивать защиту прав человека и прав сотрудников, реализовывать экологические принципы в своей деятельности.

Однако, несмотря на то, что на сегодняшний день все большее количество предприятий и организаций проникаются идеей соответствия принципам устойчивого развития и стремятся оценивать свою деятельность с точки зрения ее экологического благополучия, учитывать получение не только экономического, но и социального эффектов, ответственность за то какой вклад производственная деятельность вносит в благополучное будущее нашей планеты и будущих поколений формируется слабо. Поиск путей и механизмов деятельности субъектов хозяйственной деятельности в соответствии с принципами устойчивого развития несомненно является актуальным, с учетом глобальности требуемых изменений в повседневной производственной практике.

Цель исследования – разработать модель концепции устойчивого развития предприятий рыбной отрасли, отражающую структуру и механизмы достижения ЦУР на практике, что позволит предприятиям рыбной отрасли вести свою хозяйственную деятельность в соответствии с прогрессивными международными взглядами.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведен анализ целей устойчивого развития и возможности их реализации на предприятиях рыбной отрасли;
- проведен анализ «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» с точки зрения устойчивого развития;
- сформирована модель концепции устойчивого развития предприятий рыбной отрасли на основе систем менеджмента.

Материалы и методы исследования. Вопросами изучения проблем, связанных с практической реализацией принципов устойчивого развития в экономическую деятельность, а также привлечением инвестиций в рыбную отрасль в целях их достижения посвящен ряд публикаций отечественных ученых: Волошина Г.А., Баришевского Е.В., Ланьшиной Т.А., Бариновой В.А., Логиновой А.Д., Лавровского Е.П., Понедельник И.В., Сахарова А.Г., Колмар О.И., Смирновой Т.С., Камышникова И.Н., Демчука О. В. [2-7].

Для достижения цели исследования были применены такие методы, как: анализ и синтез, системный, процессный и комплексный подходы, методы конкретизации и обобщения, а также индукции и дедукции.

Результаты исследования и их обсуждение. Несомненно, специфика предприятий рыбной отрасли оказывает существенное влияние на состояние окружающей среды вследствие расходования природных ресурсов, образования отходов и загрязняющих веществ

при производстве, утилизации готовой продукции при отклонении от рекомендованных условий хранения и транспортировки, потреблении энергии в производственных целях, что приводит к выбросам парниковых газов. Очевидно, что в своей хозяйственной деятельности предприятия рыбной отрасли должны придерживаться принципов, обеспечивающих достижение ЦУР [8].

Для идентификации областей пересечения интересов ЦУР с результатами деятельности предприятий рыбной отрасли и влиянием, оказываемым этой деятельностью на окружающую среду был проведен анализ 17 ЦУР в котором были выявлены области отождествления (полностью или частично) с рыбной отраслью (таблица 1) [8].

Анализ данных, представленных в таблице 1, показал, что семь ЦУР (см. таблицу 1, столбец 1) могут быть реализованы на практике по направлениям хозяйственной деятельности предприятий рыбной отрасли (см. таблицу 1, столбец 2). Несомненно, руководствуясь ЦУР предприятия рыбной отрасли могут добиться экономического роста, без нанесения вреда окружающей среде, будут способствовать решению важных социальных проблем, проявляя тем самым заботу о будущих поколениях.

Таблица 1 – Анализ ЦУР с точки зрения их реализации в рыбной отрасли

Цели устойчивого развития (ЦУР)	Области отождествления с интересами рыбной отрасли
Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания, устойчивому развитию сельского хозяйства.	Производство пищевой продукции из водных биологических ресурсов. Производство пищевых продуктов длительного хранения – консервов. Переработка водных биологических ресурсов в соответствии с требованиями пищевой безопасности. Производство кормов и удобрений для сельского хозяйства.
Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте.	Переработка водных биологических ресурсов в соответствии с законодательными требованиями к пищевой безопасности. Производство органической продукции. Экологически чистое сырье поставляемое предприятиями рыбоводства и аквакультуры.
Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех.	Нормирование использования питьевой и технической воды на предприятиях рыбной отрасли.
Обеспечение рациональных моделей потребления и производства	Безотходные технологии переработки водных биологических ресурсов. Переработка отходов для нужд сельского хозяйства.
Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями	Производство продукции в соответствии с принципами бережливого производства.
Обеспечение доступа к недорогостоящим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех	Привлечение инноваций в судостроении и производстве орудий лова и технических средств аквакультуры.
Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития	Производство орудий лова и технических средств аквакультуры. Производство органической продукции. Экологически чистое сырье поставляемое предприятиями рыбоводства и аквакультуры.

Для определения возможности реализации ЦУР на предприятиях рыбной отрасли был проведен анализ «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» (далее Стратегии), Раздела IV «Основные направления Стратегии» который позволил выявить основную цель рыбной отрасли до 2030 года, которой является обеспечение опережающего экономического роста и достижения лидирующих позиций на мировых рынках рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов при условии обеспечения национальной продовольственной безопасности, увеличения совокупного вклада рыбохозяйственного комплекса в валовой внутренний продукт Российской Федерации, развития человеческого капитала и минимизации негативного воздействия на окружающую среду [9].

В рамках реализации Стратегии заявлено решение следующих задач:

- увеличение суммарного объема частных инвестиций;
- увеличение валовой добавленной стоимости за счет развития производства продукции глубокой переработки;
- обеспечение продовольственной безопасности;
- увеличение общего количества рабочих мест в рыбохозяйственном комплексе;
- рост производительности труда;
- укрепление лидерства на мировых рынках рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов;
- разработка и внедрение национальной системы экологической сертификации добытых (выловленных) водных биологических ресурсов и произведенной из них рыбной и иной продукции;
- увеличение объемов грузообработки отечественной рыбной и иной продукции из водных биологических ресурсов через российские морские порты;
- увеличение доли обслуживания отечественных судов рыбопромыслового флота в российских портах.

Изучение вышеперечисленных задач стратегического развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации в сравнении с ЦУР во многих аспектах показывает идентичность ожидаемых результатов. Отождествление ЦУР со стратегическими задачами развития рыбной отрасли до 2030 года, представлено на рисунке 1.

Как мы видим из рисунка 1, идентичность ожидаемых результатов от реализации Стратегии с результатами ЦУР, свидетельствует об их общих целях. Тем не менее процесс перехода к устойчивому развитию во всех областях экономики в мире происходит достаточно медленно, что связано с масштабностью проводимых изменений, недостатками разрабатываемых концепций, отсутствием методического подхода, облегчающего данный переход.

Безусловно перспективным для предприятий рыбной отрасли является разработка отраслевой концепции перехода к устойчивому развитию с учетом многоаспектности задач, глобальности процессов и специфики экономической деятельности.

Начальный этап жизненного цикла любой идеи (исследования) предполагает разработку концепции, работа над которой начинается после получения ответа на вопросы определяющие саму необходимость реализации идеи. Под концепцией следует понимать систему взглядов, способа понимания вопроса, поиска путей или решения определенных задач. Очевидно, что разработка концепции устойчивого развития предприятий рыбной отрасли, основанной на соответствии целей международной организации ООН в рамках реализации ЦУР и направлений развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации должна включать систему взглядов на ведение хозяйственной деятельности предприятиями рыбной отрасли для достижений ЦУР ООН, отражать структуру и механизмы реализации ее на практике с учетом специфики направления хозяйственной деятельности предприятий рыбной отрасли.

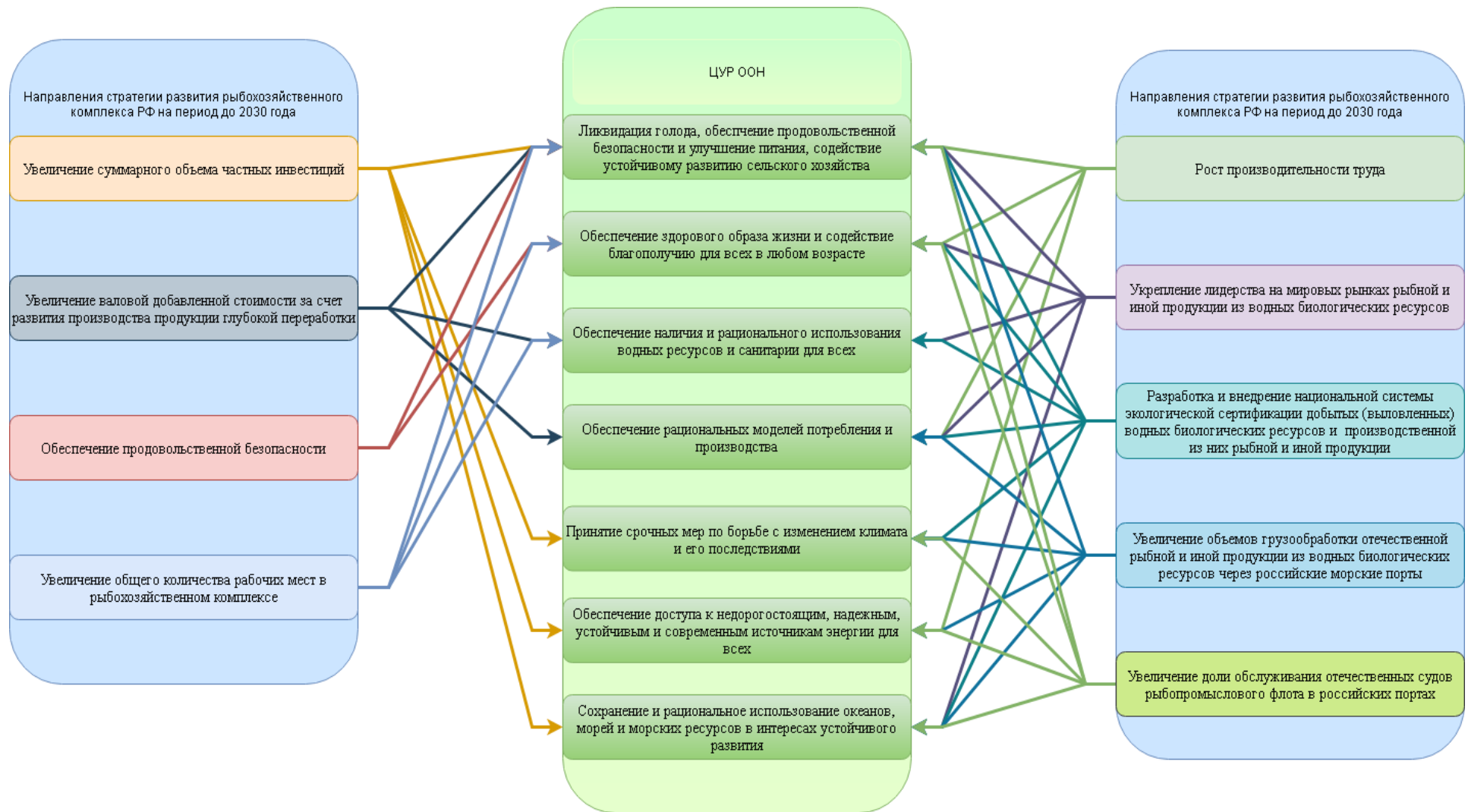


Рисунок 1 – Отождествление ЦУР со стратегическими задачами развития рыбной отрасли до 2030 года

Поиск механизмов, обеспечивающих реализацию концепции перехода предприятий рыбной отрасли к устойчивому развитию в целях достижения реализации ЦУР как элемента проводимого научного исследования целесообразно осуществлять в соответствии с системным подходом, заслужившим в международной практике абсолютное одобрение.

Формирование концепции происходит после понимания миссии, представленной описанием цели высшего уровня, то есть фиксации того идеала, к которому следует стремиться.

В соответствии с целью проводимого научного исследования в качестве миссии выдвинуто положение о переходе рыбной отрасли к устойчивому развитию. Однако следует отметить, при формировании миссии авторами был использован именно «переход», так как заложенный в миссии идеал может являться недостижимой целью, что подтверждается моделью семи склонов «горы устойчивого развития» предложенной Рэй Андерсоном в 1999 году. Чтобы применить эту модель на практике, необходимо осуществлять деятельность по семи направлениям:

- ликвидация отходов;
- безвредность выбросов;
- использование возобновляемых источников энергии;
- замкнутый производственный цикл;
- использование ресурсосберегающего транспорта;
- формирование сознательности заинтересованных лиц;
- реформирование коммерческой деятельности (см. рисунок 2) [10].



Рисунок 2 – Семь склонов «горы устойчивого развития»

Действия во всех направлениях, представленных на рисунке 2, могут предпринимать любые организации, но для этого им придется приспособить эти действия к собственным процессам и стратегиям. Как мы видим три первых «склона» являются направлениями деятельности успешно решаемыми предприятиями рыбной отрасли на практике. Более сложное движение вверх начинается с четвертого склона, что в большинстве своем объясняется направлениями будущего связанного с новыми технологиями, появлением новых источников энергии и развития научно-технического прогресса в целом. Однако в случае занятия предприятиями рыбной отрасли твердой позиции на третьем склоне устойчивого развития будет обеспечено ведение ими хозяйственной деятельности в соответствии с принципами устойчивого развития. Таким образом идея развития предприятий рыбной отрасли в соответствии с направлением мирового развития и внедрения ее в повседневную практику нуждается в формировании концепции, в качестве которой понимается система взглядов на пути и достижения к заявленной цели.

Процесс разработки концепции предусматривает отдельные контролируемые этапы управления деятельностью от начала исследований и до его завершения. В графическом представлении планирование процесса разработки концепции последовательно реализующимся событиям присваивают номера арабскими цифрами из натурального ряда чисел 0, 1, 2, 3, 4 и 5. Контрольными событиями, идентифицируемыми как первая и пятая

ключевые контрольные точки, присваиваются условные буквенные индексы А и Б. Графически планирование процесса разработки концепции представлено на рисунке 3 [11].

В соответствии с рисунком 3, на нулевом событии в соответствии с миссией, описывающей достижение глобальной цели формируется понимание о всех заинтересованных лицах, имеющих свои требования и ожидания, в качестве которых были выделены:

- общество (сегодняшнее население планеты);
- будущие поколения (будущее население планеты).

Точка А являясь первой отправной точкой формирования концепции устойчивого развития предприятий рыбной отрасли, представлена перечнем субъектов рыбной отрасли, сгруппированных в пять групп в соответствии с спецификой хозяйственной деятельности:

- добыча водных биологических ресурсов;
- аквакультуры;
- переработка водных биологических ресурсов;
- хранение и транспортировка готовой продукция из водных биологических ресурсов;
- производство орудий рыболовства, технических средств аквакультуры, судостроение.

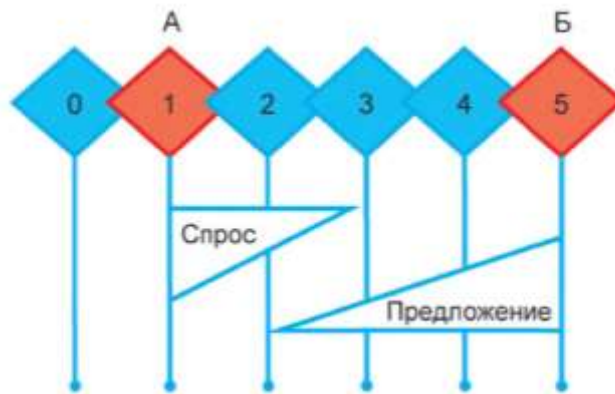


Рисунок 3 – Планирование процесса разработки концепции
(А и Б – контрольные точки)

На этапах формирования событий 1-3 был составлен перечень ожиданий от результатов деятельности субъектов (предприятий) рыбной отрасли в соответствии с ЦУР:

- производство новых видов продукции;
- производство кормов животных;
- производство органических удобрений;
- производство и сертификация органической продукции;
- рациональное потребление;
- ликвидация вредных отходов и выбросов;
- переход продовольственных и сельскохозяйственных систем от ископаемого топлива на источники возобновляемой энергии;
- производство органической продукции (аквакультура).

На этапах формирования концепции 2-5 оценивалась возможность достижения результатов деятельности субъектов рыбной отрасли в соответствии с ЦУР, а именно:

- определялись способы реализации требований;
- определялись основные показатели и характеристики;
- осуществлялся поиск необходимых технологий.

Как показывает практический опыт в настоящее время все больше компаний, стремящихся вести свою практическую деятельность выбирают системный подход, заложенный в основу международных стандартов на системы менеджмента.

В качестве первого шага для успешного развития предприятий рыбной отрасли может быть использована практика внедрения на предприятиях системы менеджмента качества (далее – СМК) в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы

менеджмента качества. Требования». Эффективность использования данного нормативного документа доказана многолетней практикой и объясняется его универсальностью, так как содержит требования по организации и управлению процессами любого предприятия независимо от его сферы деятельности. Улучшение деятельности предприятий, внедривших СМК в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015, обеспечивается рекомендациями, установленными в ГОСТ Р ИСО 9004-2019 «Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации» согласно принципам менеджмента качества.

Однако с учетом специфики предприятий рыбной отрасли практическое использование вышеуказанных нормативных документов может являться лишь основой для упорядочения деятельности, соответствие же принципам устойчивого развития может быть достигнуто применением ряда других систем менеджмента, учитывающих специфику их производственной деятельности и направления устойчивого развития. В качестве таких систем менеджмента, могут быть предложены системы разработанные и внедренные на предприятиях в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- ГОСТ Р ИСО 22000-2019 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции»;
- ГОСТ Р ИСО 50001-2023 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению»;
- ГОСТ Р ИСО 45001-2020 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению»;
- ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»;
- ГОСТ Р 56404-2021 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента»;
- ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации»;
- ГОСТ Р ИСО 10015-2021 «Системы менеджмента качества. Руководящие указания по менеджменту компетентности и развитию персонала».

На основании всего вышеизложенного была разработана модель концепции развития предприятий рыбной отрасли в соответствии с ЦУР на основе систем менеджмента, представленная на рисунке 4. При разработке модели были использованы стрелки различных цветов, соответствующие конкретным действиям при реализации концепции на практике, пояснение к которым представлено в таблице 2.

Основной идеей, заложенной модель (рисунок 4) является создание единой системы управления предприятием на основе слияния различных систем менеджмента в зависимости от специфики деятельности субъектов рыбной отрасли и аспектов, которые в большей степени влияют на достижения ЦУР.

Выводы. Проведенные исследования показали, что анализ стратегических направлений развития рыбной отрасли в сравнении с ЦУР во многих аспектах свидетельствует об идентичности ожидаемых результатов и достижению общих целей.

Разработанная модель концепции развития предприятий рыбной отрасли в соответствии с ЦУР на основе систем менеджмента предлагает в качестве способа достижения запланированных результатов использовать инструментарий систем менеджмента качества в зависимости от их областей применения и особенностей производственной деятельности предприятий рыбной отрасли. Практическая реализация концепции позволит предприятиям рыбной отрасли вести свою хозяйственную деятельность в соответствии с прогрессивными международными взглядами и развивать социальную ответственность в отношении общества и будущих поколений.

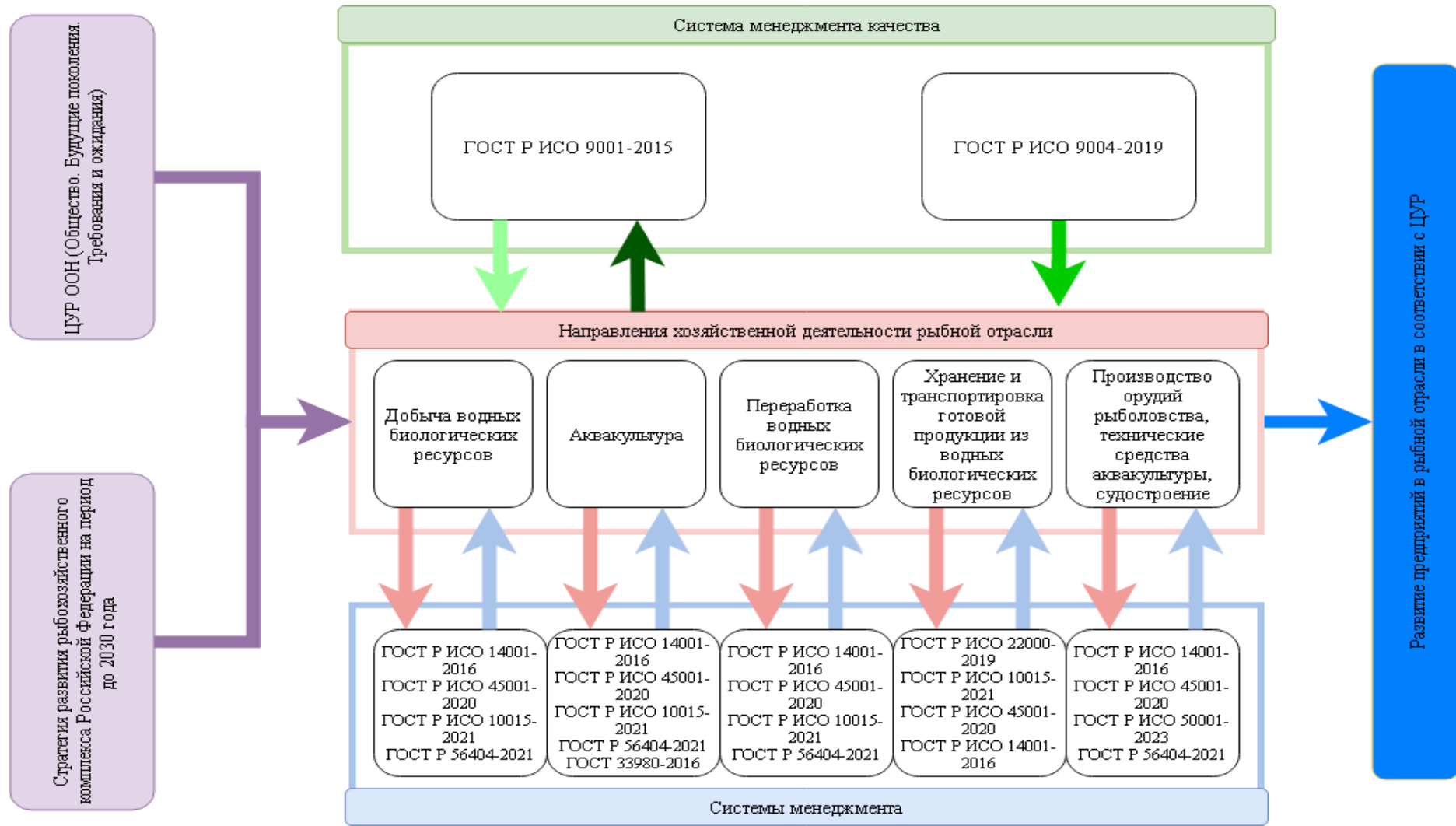









Рисунок 4 – Модель концепции развития предприятий рыбной отрасли в соответствии с ЦУР на основе систем менеджмента

Таблица 2 – Пояснение графических символов, используемых при построении модели

Графический символ	Пояснение
	Планирование деятельности предприятий рыбной отрасли в соответствии с ЦУР
	Разработка и внедрение СМК предприятиями рыбной отрасли
	Сертификация СМК предприятий рыбной отрасли
	Улучшение деятельности предприятий рыбной отрасли имеющих сертифицированную СМК
	Разработка и внедрение систем менеджмента с учетом специфики предприятий рыбной отрасли в соответствии с ЦУР
	Сертификация систем менеджмента на предприятиях рыбной отрасли в соответствии с ЦУР
	Ведение хозяйственной деятельности в соответствии с ЦУР

Список использованной литературы:

1. Сайт компании SGS. URL: <https://www.sgs.ru/ru-ru/news/2022/01/ustoychivoe-razvitie-sdgs-un-i-standarty-iso> (дата обращения: 15.02.2024).
2. Волошин Г.А., Баршневский Е.В. Дифференцированный учет глубины переработки уловов водных биоресурсов как комплексный подход к оценке эффективности эксплуатации их запасов // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 4. С. 231–243.
3. Ланьшина Т.А., Барина В.А., Логинова А.Д., Лавровский Е.П., Понедельник И.В. Опыт локализации и внедрения Целей устойчивого развития в странах-лидерах в данной сфере // Вестник международных организаций. 2019. Т. 14. № 1. С. 207–224.
4. Сахаров А.Г., Колмар О.И. Перспективы реализации Целей устойчивого развития ООН в России // Вестник международных организаций. 2019. Т. 14. № 1. С. 189–206.
5. Смирнова Т.С., Камышников И.Н. Проблемы реализации целей устойчивого развития в России // Московский экономический журнал. 2019. № 8. С. 242–250.
6. Демчук О. В. Проблемы государственной поддержки и создание благоприятных условий функционирования предприятий рыбохозяйственного комплекса РФ // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 4. С. 243–251.
7. Герциг Ю.Г. Интеграция концепций устойчивого развития и менеджмента качества // Экономика, предпринимательство и право. 2022. Т. 12. № 1. С. 33–46.
8. Глебова Е.В. Стандартизация как инструмент реализации целей устойчивого развития при производстве пищевых продуктов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 59. № 1. С. 30–40.
9. Сайт Федерального агентства по рыболовству. URL: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/documents/otraslevaya_deyatelnost/ekonomika_otrasli/rasp_2798-r_261119.pdf (дата обращения: 15.02.2024).
10. Никитина Д.В. Стратегическое управление предприятием в условиях устойчивого развития // Тенденции развития науки и образования. 2020. Т. 61. № 7. С. 17–20.
11. ГОСТ Р 56861-2016. Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2017. 11 с.

References:

1. *Sajt kompanii SGS* [SGS website]. (In Russian). Available at: <https://www.sgs.ru/ru-ru/news/2022/01/ustoychivoe-razvitie-sdgs-un-i-standarty-iso> (accessed 15.02.2024).

2. Voloshin G.A., Barishevskiy Ye.V. Differentsirovanny uchet glubiny pererabotki ulovov vodnykh bioresursov kak kompleksnyy podkhod k otsenke effektivnosti ekspluatatsii ikh zapasov [Differentiated accounting of the depth of processing of catches of aquatic biological resources as an integrated approach to assessing the efficiency of exploitation of their reserves]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Maritime Technological University], 2023, no. 4, pp. 231–243. (In Russian).
3. Lanyshina T.A., Barinova V.A., Loginova A.D., Lavrovskiy Ye.P., Ponedel'nik I.V. Opyt lokalizatsii i vnedreniya Tseley ustoychivogo razvitiya v stranakh – liderakh v dannoy sfere [Experience in localizing and implementing the Sustainable Development Goals in leading countries in this area]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy* [Bulletin of International Organizations], 2019, vol. 14, no. 1, pp. 207–224. (In Russian).
4. Sakharov A.G., Kolmar O.I. «Perspektivy realizatsii Tseley ustoychivogo razvitiya OON v Rossii [Prospects for the implementation of the UN Sustainable Development Goals in Russia]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy* [Bulletin of International Organizations], 2019, vol. 14, no. 1, pp. 189–206. (In Russian).
5. Smirnova T.S., Kamyshnikov I.N. Problemy realizatsii tseley ustoychivogo razvitiya v Rossii [Problems of implementing sustainable development goals in Russia]. *Moskovskiy ekonomicheskyy zhurnal* [Moscow Economic Journal], 2019, no. 8, pp. 242–250. (In Russian).
6. Demchuk O.V. Problemy gosudarstvennoy podderzhki i sozdaniye blagopriyatnykh usloviy funktsionirovaniya predpriyatiy rybokhozyaystvennogo kompleksa RF [Problems of state support and the creation of favorable conditions for the functioning of enterprises of the fishery complex of the Russian Federation]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Maritime Technological University], 2023, no 4, pp. 243–251. (In Russian).
7. Gertsik Yu.G. Integratsiya kontseptsiy ustoychivogo razvitiya i menedzhmenta kachestva [Integration of sustainable development and quality management concepts]. *Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo* [Economics, entrepreneurship and law], 2022, vol. 12, no. 1, pp. 33–46. (In Russian).
8. Glebova E.V. Standartizatsiya kak instrument realizatsii celej ustoychivogo razvitiya pri proizvodstve pishhevy`x produktov [Standardization as a tool for implementing sustainable development goals in food production]. *Nauchnye trudy Dal'rybvтуza* [Scientific papers of Dalrybvтуz], 2022, vol. 59, no. 1, pp. 30–40. (In Russian).
9. *Sajt Federal'nogo agentstva po rybolovstvu* [Federal Fisheries Agency website]. (In Russian). Available at: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/documents/otraslevaya_deyatelnost/ekonomika_otrasli/rasp_2798-r_261119.pdf (accessed 15.02.2024).
10. Nikitina D.V. Strategicheskoe upravlenie predpriyatiem v usloviyah ustoychivogo razvitiya [Strategic management of the enterprise in conditions of sustainable development]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], 2020, vol. 61, no. 7, pp. 17–20. (In Russian).
11. *GOST R 56861-2016. Sistema upravleniya zhiznenny`m tsiklom. Razrabotka koncepcii izdeliya i tekhnologij. Obshhie polozeniya* [State Standard R 56861-2016. Life cycle management system. Product concept and technology development. General provisions]. Moscow, Standardinform Publ., 2017, 11 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Тимчук Егор Геннадьевич канд. техн. наук, доцент кафедры управления техническими системами
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б
timchuk.eg@dgtru.ru

- Timchuk Egor Gennadievich Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Management Technical Systems
Far Eastern State Technical Fisheries University
690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52B
timchuk.eg@dgtru.ru
- Глебова Елена Велориевна** канд. техн. наук, доцент кафедры управления техническими системами
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б
glebova.ev@dgtru.ru
- Glebova Elena Velorievna Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Management Technical Systems
Far Eastern State Technical Fisheries University
690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52B
glebova.ev@dgtru.ru
- Лаптева Евгения Петровна** канд. техн. наук, доцент кафедры управления техническими системами
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б
lapteva.ep@dgtru.ru
- Lapteva Evgenia Petrovna Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Management Technical Systems
Far Eastern State Technical Fisheries University
690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52B
glebova.ev@dgtru.ru
- Блинова Анна Лобсановна** ст. преподаватель, доцент кафедры управления техническими системами
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б
blinova.al@dgtru.ru
- Blinova Anna Lobsanovna Senior lecturer, Associate Professor, Department of Technical Systems
Far Eastern State Technical Fisheries University
690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52B
blinova.al@dgtru.ru
- Заяц Евгений Александрович** аспирант 2-го года обучения по специальности «Пищевые системы»
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б
kim.en@dgtru.ru
- Zayats Evgeny Alexandrovich postgraduate student of 2nd year in the specialty “Food systems”
Far Eastern State Technical Fisheries University
690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52B
zaiats.ea@dgtru.ru

УДК 338.4:639.2.06:664.95

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.016

Труба А.С., Труба М.А., Барышевский Е.В.

**АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ
РЫБОЛОВНОГО ФЛОТА, ВНУТРЕННЕГО РЫНКА РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ,
ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ, ЛОГИСТИКИ
РЫБНЫХ ТОВАРОВ**

Аннотация. В статье проведен анализ качества, полноты и доступности источников данных для исследования: состояния рыболовного флота по составу, территориальному размещению, мощности; состояния перерабатывающих производственных мощностей по территориальному размещению, видам производимой продукции и мощности производства; внутреннего рынка рыбной продукции в России по видам продукции и территориальному признаку; логистики рыбных товаров, в том числе транспортировки, хранения сырья и готовой рыбной продукции из районов добычи к основным местам потребления. Выявлены проблемы информационного обеспечения организации процесса количественной и качественной оценки функционирования и развития рыбохозяйственного комплекса. Проведенное исследование позволит научно обосновать методику построения баланса эксплуатируемых объемов запасов водных биоресурсов и методические подходы к оценке потенциальных возможностей отраслевых производственных мощностей.

Ключевые слова: рыболовный флот, перерабатывающие производственные мощности, внутренний рынок рыбной продукции, логистика рыбных товаров.

Truba A.S., Truba M.A., Barishevsky E.V.

**ANALYSIS OF DATA SOURCES FOR THE STUDY OF THE STATE OF THE FISHING
FLEET, THE DOMESTIC MARKET OF FISH PRODUCTS, PROCESSING
PRODUCTION FACILITIES, LOGISTICS OF FISH PRODUCTS**

Abstract. The article analyzes the quality, completeness and accessibility of data sources for research: the state of the fishing fleet in terms of composition, territorial location, power; the state of processing production facilities by territorial location, types of products produced and production capacity; domestic market of fish products in Russia by type of product and territorial basis; logistics of fishery goods, including transportation, storage of raw materials and finished fishery products from production areas to the main places of consumption. Problems of information support for organizing the process of quantitative and qualitative assessment of the functioning and development of the fishery complex have been identified. The conducted research will make it possible to scientifically substantiate the methodology for constructing a balance of exploited volumes of aquatic biological resources and methodological approaches to assessing the potential capabilities of industry production capacities.

Keywords: fishing fleet, processing production facilities, domestic market of fish products, logistics of fish products.

Введение. При хорошо исследованных запасах водных биоресурсов практически не уделяется внимание учету и анализу возможностей производственных мощностей, задействованных в процессе эксплуатации водных биоресурсов, а также логистических возможностей, конъюнктуры рынков сбыта.

Отсутствие комплексных данных о производительности, состоянии, размещении отраслевых мощностей и мощностей вспомогательных отраслей в сфере переработки, хранения и транспортировки уловов водных биоресурсов не позволяет разрабатывать обоснованные целевые уровни отраслевых показателей при осуществлении стратегического планирования развития рыбохозяйственного комплекса. Также не позволяет достоверно выявить и оценить причины темпов развития.

Эксплуатация некультивируемых водных биологических ресурсов должна осуществляться в соответствии с принципами устойчивого развития. В целях анализа возможностей устойчивости экономического развития рыбохозяйственного комплекса, необходимо проведение регулярной оценки наличия и состояния запасов водных биологических ресурсов в натуральном и стоимостном измерении.

Цель исследования – провести анализ источников данных для исследования состояния рыболовного флота, внутреннего рынка рыбной продукции, а также перерабатывающих производственных мощностей и логистики рыбных товаров.

Материалы и методы исследования. Вопросы функционирования и развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации рассматривались как в трудах ведущих учёных [1-8], так и на всех иерархических уровнях власти. Вместе с тем, проблема информационного обеспечения отрасли для проведения полноценной оценки состояния рыболовного флота, внутреннего рынка рыбной продукции, организации производственных и логистических процессов с целью их дальнейшего совершенствования на сегодняшний день требует более пристального внимания.

В качестве информационной базы для анализа источников данных использовались: отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов, оператором которой является ФГБУ ЦСМС (получение годовых данных), единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) (обновление данных – один раз в год), форма № 1 – НАТУРА – БМ, утвержденная приказом Росстата от 30.07.2021 № 462, форма отчетности «Потребление основных продуктов питания по Российской Федерации» [9-10]. Анализ проведен по данным за 2018-2022 годы.

В процессе научного исследования использовались методы: проведение статистических, аналитических и экспертных исследований размещения перерабатывающих производственных мощностей, конъюнктуры рынка, логистики рыбных товаров.

Результаты исследования и их обсуждение. 1. Анализ качества, полноты и доступности источников данных для исследования состояния рыболовного флота по составу, территориальному размещению, мощности.

Для разработки методики в части анализа качества, полноты и доступности данных для исследования состояния рыболовного флота по составу, территориальному размещению и производственной мощности, были проанализированы и определены следующие источники данных:

– отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов, оператором которой является ФГБУ ЦСМС (получение годовых данных). Для примера приведена информация отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов по вылову минтая по судам и орудиям лова (обобщено) за 2022 г. по району Карагинская подзона (СЗТО) (таблица 1);

Таблица 1 – Вылов минтая по судам и орудиям лова (обобщено) за 2022 г. по району Карагинская подзона (СЗТО), т

Судно	Тип судна	Орудие лова	Вылов, т	Судосудок лова	Вылов за судосудки, т
1	2	3	4	5	6
МЕХАНИК КОВТУН	БМРТ типа "Сотрудничество" пр.Д-1305	трал донный	496,0	10	49,6
МЕХАНИК КОВТУН	БМРТ типа "Сотрудничество" пр.Д-1305	трал р/гл	88,6	3	29,5
БОРИС ТРОФИМЕНКО	БМРТ типа "Сотрудничество" пр.Д-1305	трал донный	284,7	5	56,9
ВИКТОРИЯ I	СРТМ типа "Стеркодер" пр.Р-8830	трал донный	199,9	7	28,6
ВИЛЮЧИНСКИЙ	СРТМ типа "Стеркодер" пр.Р-8830	трал донный	180,9	4	45,2
ВИЛЮЧИНСКИЙ	СРТМ типа "Стеркодер" пр.Р-8830	трал р/гл	19,0	2	9,5

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
ПЕТР ИЛЬИН	СРТМ типа "Стеркодер" пр.Р-8830	трал донный	166,1	6	27,7
ПЕТР ИЛЬИН	СРТМ типа "Стеркодер" пр.Р-8830	трал р/гл	33,0	1	33,0
СИГЛАН	БМРТ типа "Иван Бочков" пр.В-408	трал р/гл	776,6	12	64,7
ГЛОРИЯ	СЯМ несерийн.	ярус донный	0,3	3	0,1
КАЛТАН	Японская рыболовная шхуна (СДС)	ярус донный	0,7	2	0,3
ЯНТАРЬ	СЯМ несерийн.	ярус донный	3,5	3	1,2
БЕРЕЗИНА	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	1 423,3	8	177,9
БЕРЕЗИНА	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	2 377,3	13	169,8
КАМЧАТКА ХАРВЕСТ	СРТМ несерийн.	снюрревод	30,0	25	1,2
КАМЧАТКА ХАРВЕСТ	СРТМ несерийн.	трал р/гл	3,0	6	0,5
ГЕРОИ ДАМАНСКОГО	СРТМ несерийн.	трал донный	292,7	9	32,5
XX СЪЕЗД ВЛКСМ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	1 962,3	13	151,0
XX СЪЕЗД ВЛКСМ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	72,3	1	72,3
XXVII СЪЕЗД КПСС	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	1 544,4	10	154,4
XXVII СЪЕЗД КПСС	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	166,1	2	83,1
АЛЕКСАНДР КСЕНОФОНТОВ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	1 265,5	7	180,8
АНАТОЛИЙ ПОНОМАРЕВ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	1 353,5	10	135,3
АНАТОЛИЙ ПОНОМАРЕВ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	351,5	4	87,9
ИРТЫШСК	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	46,9	1	46,9
МИНИСТР ИШКОВ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	267,5	5	53,5
МИНИСТР ИШКОВ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	47,8	1	47,8
МЫС ОЛЮТОРСКИЙ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	46,5	1	46,5
МЫС КРУЗЕНШТЕРНА	СРТМ типа "Мыс Корсакова" пр.FVS-419	трал донный	164,8	4	41,2
МЫС КРУЗЕНШТЕРНА	СРТМ типа "Мыс Корсакова" пр.FVS-419	трал р/гл	34,8	3	11,6
МЫС ЛОВЦОВА	СРТМ типа "Мыс Корсакова" пр.FVS-419	трал донный	154,8	3	51,6
МЫС МУРАВЬЕВА	СРТМ типа "Мыс Корсакова" пр.FVS-419	трал донный	144,9	3	48,3
ОСТРОВ МОНЕРОН	СРТМ несерийн.	трал р/гл	2 369,9	20	118,5
ЗАЛИВ ЗАБИЯКА	РТМС несерийн.	трал р/гл	222,6	2	111,3
ВАСИЛЬЕВСКИЙ ОСТРОВ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	31,2	2	15,6
ПЁТР I	МРКТ несерийн.	трал донный	85,1	1	85,1
ПЁТР I	МРКТ несерийн.	трал р/гл	3 233,0	9	323,3
ТЕНОР	СРТМ несерийн.	снюрревод	116,5	5	23,3
ТЕНОР	СРТМ несерийн.	трал донный	313,5	10	31,4
ТЕНОР	СРТМ несерийн.	трал р/гл	483,3	9	48,3
ПОРФИРИЙ ЧАНЧИБАДЗЕ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	2 621,9	17	145,7
ПОРФИРИЙ ЧАНЧИБАДЗЕ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	400,9	3	133,6
ПИЛЕНГА-2	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	427,8	3	142,6
ПИЛЕНГА-2	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	785,5	6	130,9
ТУМНИНСКИЙ	СТР типа "Надежный" пр.420	снюрревод	115,8	22	5,3
МЫС ОРЛОВА	СРТМ типа "Стеркодер" пр.Р-8830	трал р/гл	114,2	3	38,1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
КИШИНЕВКА	СТР типа "Надежный" пр.420	снюрревод	204,6	48	4,3
УТАШУД	СТР типа "Надежный" пр.420	снюрревод	400,8	20	20,0
АТЛАНТ	РС несерийн.	трал р/гл	12,4	3	4,1
ПАРАДНЫЙ	РС типа "РС-300" пр.388	снюрревод	1 016,7	70	14,5
ПЕРВОУРАЛЬСК	РС типа "РС-300" пр.388	снюрревод	1 739,0	84	20,7
ТРИТОН	РС типа "РС-300" пр.388М	снюрревод	1 978,8	69	28,7
ВАСИЛИЙ ТЕПЛОВ	РС типа "РС-300" пр.388	снюрревод	604,0	62	9,7
МРС-150-145	МмРС типа "МРС-150" пр.372	снюрревод	398,7	21	19,0
МРС-150-146	МмДС пр.1338К	снюрревод	281,2	29	9,7
МРС-225-368	МмРС типа "МРС-225" пр.1322	снюрревод	538,6	44	12,2
ЮБИЛЕЙНЫЙ	РС типа "РС-300" пр.388	снюрревод	602,7	60	10,0
БУТОВСК	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	700,0	8	87,5
САНФИШ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	350,0	5	70,0
ЭГЛАЙНЕ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	9,9	1	9,9
АВАЧА	СРТМ несерийн.	тралы пелагические	807,1	13	62,1
АРКТИК ЛИДЕР	СРТМ несерийн.	трал р/гл	360,4	5	72,1
ВИЛЬГЕЛЬМ ТОРСТЕЙНССОН	СРТМ несерийн.	трал р/гл	71,0	1	71,0
ВЛАДИМИР СТАРЖИНСКИЙ	БМРТ типа "Сотрудничество" пр.Д-1305	трал донный	284,8	5	57,0
КАПИТАН КАЙЗЕР	БМРТ типа "Сотрудничество" пр.Д-1305	трал донный	384,7	10	38,5
АНТАРЕС	РТМ несерийн.	трал р/гл	3,9	1	3,9
АНТЕЙ	СРТМ несерийн.	трал донный	121,7	2	60,9
АНТЕЙ	СРТМ несерийн.	трал р/гл	329,2	10	32,9
АПОЛЛОН	СРТМ типа "Василий Яковенко" пр.502ЭМ	трал донный	214,1	5	42,8
АПОЛЛОН	СРТМ типа "Василий Яковенко" пр.502ЭМ	трал р/гл	165,9	6	27,6
ГЕРКУЛЕС	СРТМ несерийн.	трал р/гл	409,2	15	27,3
ГЕРМЕС	РТМ несерийн.	трал донный	60,2	1	60,2
ГЕРМЕС	РТМ несерийн.	трал р/гл	69,8	3	23,3
ДИОНИС	СРТМ несерийн.	трал р/гл	168,1	8	21,0
ЗЕВС	РТМ несерийн.	трал донный	48,6	2	24,3
ЗЕВС	РТМ несерийн.	трал р/гл	247,3	6	41,2
Кайрос	РТМ несерийн.	трал р/гл	65,0	1	65,0
КАМЛАЙН	РТМ несерийн.	трал донный	106,5	4	26,6
КАМЛАЙН	РТМ несерийн.	трал р/гл	158,8	2	79,4
МАРС	СРТМ несерийн.	трал донный	43,1	3	14,4
МАРС	СРТМ несерийн.	трал р/гл	163,0	8	20,4
ПАРНАС	СРТМ несерийн.	трал донный	170,0	4	42,5
ПРОМЕТЕЙ	СРТМ несерийн.	трал донный	5,8	1	5,8
ПРОМЕТЕЙ	СРТМ несерийн.	трал р/гл	425,1	8	53,1
СИРИУС	СРТМ несерийн.	трал р/гл	510,1	13	39,2
ФЕНИКС	СРТМ несерийн.	трал донный	43,4	1	43,4
ФЕНИКС	СРТМ несерийн.	трал р/гл	315,5	7	39,4
АВАНГАРД	РС несерийн.	снюрревод	217,5	14	15,5
АДМИРАЛ КОЛЧАК	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	3 818,6	22	173,6
МОРСКОЙ ВОЛК	РТМ несерийн.	трал р/гл	77,0	2	38,5
Ахтиар	БМРТ типа "Иван Бочков" пр.В-408	трал донный	445,5	8	55,7
Ахтиар	БМРТ типа "Иван Бочков" пр.В-408	трал р/гл	96,1	2	48,1
МЫС КУРБАТОВА	СРТМ типа "Стеркодер" пр.Р-8830	трал р/гл	85,1	1	85,1
ЦАРИЦА	РТМКС несерийн.	трал р/гл	2 988,3	15	199,2
БУХТА ПРЕОБРАЖЕНИЯ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	183,1	2	61,0
БУХТА ПРЕОБРАЖЕНИЯ	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	968,0	6	161,3
ОСТРОВ ШИКОТАН	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	410,2	5	82,0
ВАСИЛИЙ КАПЛЮК	РТМС несерийн.	трал р/гл	773,6	5	154,7
ГРОМОБОЙ	СРТМ несерийн.	трал р/гл	230,7	3	76,9
ИХТИОЛОГ	СРТМ несерийн.	трал донный	84,7	1	84,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
ИХТИОЛОГ	СРТМ несерийн.	трал р/гл	69,6	1	69,6
КАПИТАН МАЛЯКИН	РС несерийн.	снюрревод	68,4	11	6,2
КАПИТАН МУКОВНИКОВ	РС несерийн.	снюрревод	55,7	10	5,6
КАРПИНСКИЙ	СТР типа "Надежный" пр.420	снюрревод	406,2	33	12,3
КАРЫМСКИЙ	СТР типа "Надежный" пр.420	снюрревод	354,8	28	12,7
КОМАНДОР	РТМС несерийн.	трал р/гл	1 769,9	12	147,5
ЛЕНИНЕЦ	РТМС несерийн.	трал р/гл	1 321,3	8	165,2
ПУТЯТИН	СТР типа "Надежный" пр.420	снюрревод	377,0	32	11,8
СЕРОГЛАЗКА	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал донный	199,7	4	49,9
СЕРОГЛАЗКА	БМРТ типа "Пулковский Меридиан" пр.1288	трал р/гл	257,1	2	128,5
Итого:			55 167,8	-	-

Источник: отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов.

– Российский морской регистр судоходства (обновление данных – один раз в два года). Используя данные морского регистра судоходства, необходимо создать базу данных по рыболовным судам, рыбопромысловым базам и рыботранспортным судам. Для примера приведены данные морского регистра судоходства по большому морозильному рыболовному траулеру (БМРТ) «Капитан Вдовиченко», построенному для ООО «Русская рыбопромышленная компания» (ООО «РРПК») АО «Адмиралтейские верфи» (входит в «Объединенную судостроительную корпорацию», ОСК). Контракт на строительство серии был подписан в октябре 2017 года в рамках государственной программы инвестиционных квот. Вся серия закладывается парами, по два судна в год с интервалом в три месяца между закладками. Общий объем инвестиций в строительство составляет около 65 млрд рублей.

БМРТ предназначен для промысла минтая и сельди пелагическим тралом в Беринговом и Охотском морях, а также в прилегающих к ним районах Восточного побережья России. Проектом предусмотрено оборудование для переработки и заморозки рыбы; хранения и транспортировки ее в порт; получения рыбьего жира, икры, минтая, фарша и рыбной муки. Мощности рыбоперерабатывающей и мукомольной фабрик на борту судна позволяют заготавливать 60-80 т рыбного филе, 80 т фарша сурими и 250 т рыбной кормовой муки в сутки (таблица 2).

Таблица 2 – Данные морского регистра судоходства по большому морозильному рыболовному траулеру (БМРТ) «Капитан Вдовиченко» (КАПИТАН ВДОВИЧЕНКО РС: 180427 ИМО: 9878321) [6]

Показатели	Характеристика
1	2
Название судна	КАПИТАН ВДОВИЧЕНКО
Регистровый номер	180427
Номер ИМО	9878321
Позывной	UBFV7
Порт приписки	Владивосток
Флаг	Россия
Тип судна	
Основной тип	Рыболовное
Сведения о постройке	
Дата постройки	13.09.2022
Страна постройки	Россия
Строительный номер	2480
Размеры и скорость	
Валовая вместимость	9055 МК-1969
Чистая вместимость	2716 МК-1969
Дедвейт	5900.000 т

Продолжение таблицы 2

1	2
Водоизмещение	13752 т
Длина наибольшая (теоретическая)	108.20 м
Длина габаритная	108.20 м
Длина расчетная	99.80 м
Ширина габаритная	21.00 м
Высота борта	11.55 м
Осадка	8.35 м
Скорость	16.0
Механизмы	
Тип силовой установки	Дизельная
Главные двигатели	Год постройки ГД: 2019
	Страна постройки: Германия
	Фирма постройки ГД: MAN Energy Solutions SE
	Количество и мощность ГД: 1*8120
	Марка ГД: 14V32/44CR
Количество и тип движителя	1 - Винт регулируемого шага
Количество лопастей	4
Количество и мощность генераторов	1* 1880 1* 1460 1* 4000
Холодильная установка и радио - навигационное оборудование	
Холодильная установка	REF* QUICK FREEZING
Рабочая температура	-25
Хладагенты	R717
Радио - навигационное оборудование	Аппаратура автоматической идентификационной системы
	Гирокомпас
	Командно-трансляционное устройство
	Лаг (устройство для измерения скорости и пройденного расстояния относительно воды)
	Магнитный компас
	Оборудование системы опознавания судов и слежения за ними на дальнем расстоянии
	Радиолокационная станция (не СОЛАС)
	Радиолокационная станция со средством автоматической радиолокационной прокладки (РЛС САПП)
	Радиотелефонная станция ОБЧ (не ГМССБ)
	Регистратор данных рейса
	Система контроля дееспособности вахтенного помощника капитана
	Судовая земная станция признанной подвижной спутниковой службы (ГМССБ)
	Устройство указания местоположения для целей поиска и спасания: радиолокационный ответчик (РЛО)
	Электронная картографическая навигационно-информационная система (ЭКНИС)
Трюма, палубы, пассажиры	
Охлаждаемые грузовые помещения	4* 5639
Количество палуб	2
Количество переборок	5
Люки, стрелы, краны	
Стрелы	4*5.0
Краны	1*8.0 1*15.0
Запасы и снабжение	

Продолжение табл. 2

1	2
Запасы топлива	1855
Типы топлива	Дизельное
Водяной балласт	826 м ³
Характеристика снабжения	1531
Категория якорных цепей	Особой прочности
Калибр якорных цепей	52.0

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) (обновление данных – один раз в год). Показатели, предоставляемые единой межведомственной информационно-статистической системой (ЕМИСС) за 2018 – 2022 гг. по рыболовным судам, рыбопромысловым базам и рыботранспортным судам приведены в таблицах 3-6.

2. Анализ качества, полноты и доступности источников данных для исследования состояния перерабатывающих производственных мощностей по территориальному размещению и видам производимой продукции и мощности производства.

Для анализа состояния перерабатывающих производственных мощностей по территориальному размещению и видам производимой продукции проводится по форме № 1 - НАТУРА – БМ, утвержденной приказом Росстата от 30.07.2021 № 462. В данной форме не выделяются береговые рыбоперерабатывающие предприятия и, соответственно, отсутствуют такие показатели как: выпуск по видам продукции береговых рыбоперерабатывающих предприятий, доля береговых рыбоперерабатывающих предприятий в общем объеме производства пищевой рыбной продукции, %, доля продукции с высокой степенью переработки, %, объем продукции, направляемый на промежуточное потребление, тонн. Значительный недостаток формы № 1 – НАТУРА – БМ – это неполный учет номенклатуры, выпускаемой продукции. Необходима работа по взаимодействию с Росстатом, Росрыболовством, Минсельхозом по совершенствованию формы № 1 – НАТУРА – БМ. Периодичность публикации формы отчетности – годовая.

3. Анализ качества, полноты и доступности данных для исследования внутреннего рынка рыбной продукции в России по видам продукции и территориальному признаку.

Рассматривая решение вопросов обеспечения населения рыбной продукцией, следует отметить, что Россия, как никакая другая страна, располагает огромным запасом водных биоресурсов, но это вовсе не означает, что мы можем пренебрежительно относиться к своим национальным богатствам, нам также необходимо думать и о будущих поколениях. Экономическое развитие и экономический рост для любой системы хозяйствования определяется её необходимостью для общественного развития и роста благосостояния населения [3].

С целью анализа обеспеченности внутреннего рынка России рыбной продукцией используется показатель среднедушевого потребления рыбы и рыбопродуктов. В настоящее время источником информации является форма отчетности «Потребление основных продуктов питания по Российской Федерации», публикуемая Федеральной службой государственной статистики. В соответствии с этой формой, данные отражают информацию о потреблении продуктов питания, в том числе рыбы и рыбопродуктов, на душу населения в килограммах в соответствующем году. Источником данных для расчета показателя по этой форме является Баланс ресурсов и использования рыбы и рыбопродуктов в живом весе (весе сырца) по Российской Федерации.

Показатель рассчитывается в весе сырца вместо веса продукции, это означает, что в расчет вошел вес сырой целой рыбы с частями, неупотребляемыми в пищу. Показатель среднедушевого потребления рыбной продукции определяется на основе балансового метода с учетом потребления как произведенной в стране, так и импортированной продукции, независимо от вида продукции и административно-территориального деления.

Таблица 3 – Количество морских судов, значение показателя за 2018-2022 гг., шт.

Возраст	Тип судна	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
0 - 5 лет	рыболовные	14	17	26	28	35
6 - 10 лет	рыболовные	2	4	7	10	8
11 - 15 лет	рыболовные	11	10	7	6	4
16 - 20 лет	рыболовные	46	52	46	40	33
21 - 25 лет	рыболовные	137	97	77	68	77
26 - 30 лет	рыболовные	243	241	222	186	170
более 30 лет	рыболовные	365	411	451	487	505
Итого:	рыболовные	818	832	836	825	832
16 - 20 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	1	1	1	0	0
21 - 25 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	5	4	5	4	3
26 - 30 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	9	10	5	7	5
более 30 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	5	5	9	10	16
Итого:	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	20	20	20	21	24

Источник: данные Федеральной службы государственной статистики.

Таблица 4 – Дедвейт морских судов, значение показателя за 2018-2022 гг., т

Возраст	Тип судна	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
0 - 5 лет	рыболовные	15 838	17 430	20 704	35 397	49 309
6 - 10 лет	рыболовные	3 636	4 721	15 499	16 941	14 687
11 - 15 лет	рыболовные	5 135	1 178	1 850	2 507	5 208
16 - 20 лет	рыболовные	26 255	38 639	30 962	27 662	25 229
21 - 25 лет	рыболовные	132 859	80 517	43 550	46 149	47 132
26 - 30 лет	рыболовные	194 987	207 909	206 101	184 735	183 545
более 30 лет	рыболовные	223 411	299 944	340 803	380 521	389 755
Итого:	рыболовные	602 121	650 338	659 469	693 912	714 865
16 - 20 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	753	753	753	0	0
21 - 25 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	7 533	4 647	5 006	2 804	3 090
26 - 30 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	58 760	65 834	18 885	21 840	6 583
более 30 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	29 385	29 385	66 264	76 334	93 890
Итого:	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	96 431	100 619	90 908	100 978	103 563

Источник: данные Федеральной службы государственной статистики.

Таблица 5 – Валовая вместимость морских судов, значение показателя за 2018-2022 гг., брутто-регистрация тонна (2,8316 м³)

Возраст	Тип судна	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
0 - 5 лет	рыболовные	25 102	26 714	33 612	58 487	78 932
6 - 10 лет	рыболовные	7 541	10 686	24 829	27 283	22 602
11 - 15 лет	рыболовные	6 930	3 090	4 389	5 830	11 795
16 - 20 лет	рыболовные	42 566	55 866	47 314	42 067	36 414
21 - 25 лет	рыболовные	234 891	136 929	76 240	66 147	68 653
26 - 30 лет	рыболовные	410 174	422 357	401 972	345 435	329 388
более 30 лет	рыболовные	444 436	579 334	658 103	736 798	757 356
Итого:	рыболовные	1 171 640	1 234 976	1 246 459	1 282 047	1 305 140
16 - 20 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	498	498	498	0	0
21 - 25 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	19 680	11 391	11 687	3 706	3 861
26 - 30 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	107 041	112 658	23 457	31 938	17 360
более 30 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	29 783	29 783	86 888	118 837	136 386
Итого:	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	157 002	154 330	122 530	154 481	157 607

Источник: данные Федеральной службы государственной статистики.

Таблица 6 – Мощность морских судов, значение показателя за 2018-2022 гг., кВт

Возраст	Тип судна	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
0 - 5 лет	рыболовные	34 796	36 631	47 111	78 187	91 882
6 - 10 лет	рыболовные	10 352	15 932	30 424	34 424	29 232
11 - 15 лет	рыболовные	14 179	5 864	7 937	9 906	15 459
16 - 20 лет	рыболовные	72 519	107 834	83 338	72 945	64 403
21 - 25 лет	рыболовные	243 318	161 475	125 486	121 556	129 057
26 - 30 лет	рыболовные	446 954	439 196	396 353	347 449	337 023
более 30 лет	рыболовные	559 081	668 538	764 304	834 041	858 557
Итого:	рыболовные	1 381 199	1 435 470	1 454 953	1 498 508	1 525 613
16 - 20 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	895	895	895	0	0
21 - 25 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	6 972	4 322	5 105	3 118	3 071
26 - 30 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	36 465	41 760	13 379	16 261	6 903
более 30 лет	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	16 987	16 987	38 888	45 368	56 097
Итого:	рыбопромысловые базы и рыботранспортные суда	61 319	63 964	58 267	64 747	66 071

Источник: данные Федеральной службы государственной статистики.

При этом, провести анализ разницы потребления рыбной продукции, например, населением прибрежных регионов и населением других регионов не представляется возможным. Согласно данным Росстата, потребление рыбной продукции на душу населения с 2011 года снизилось на 5,3 кг с 25,3 кг до 20 кг в 2020 году в живом весе (весе сырца) (таблица 7).

Таблица 7 – Потребление основных продуктов питания по Российской Федерации, на душу населения в год, кг

Наименование	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Картофель	96	97	94	93	91	90	90	89	89	86
Овощи и продовольственные бахчевые культуры	102	103	102	102	102	102	104	107	108	107
Фрукты и ягоды	59	60	63	63	60	60	59	61	62	61
Мясо и мясопродукты в пересчете на мясо	71	74	75	74	73	74	75	75	76	76
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко	243	246	245	239	233	231	230	229	234	240
Яйца и яйцепродукты - штук	272	276	271	271	273	277	282	284	285	283
Рыба и рыбопродукты в живом весе (весе сырца)	25,3	27,2	27,3	25,7	22,3	22,3	22,9	20,2	21,1	20
Сахар	40	40	40	40	39	39	39	39	39	39
Масло растительное	13,5	13,7	13,7	13,8	13,6	13,7	13,9	14	14	13,9
Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупа и бобовые)	119	119	118	118	118	117	117	116	116	116

Источник: [9].

Также Росстат проводит расчет потребления продуктов питания в домашних хозяйствах. Расчет производится на основе информации обследования органами государственной статистики бюджетов домашних хозяйств во всех субъектах России по выборочному методу. Программа обследования основывается на ведении в домохозяйстве дневниковых и журнальных записей о текущих расходах и опросе (интервьюировании) членов домохозяйства по окончании учетного периода обследования. Согласно указанной методологии расчета, данные отражают информацию о потреблении продуктов питания в кг в год в среднем на 1 члена домашнего хозяйства. Категоризация данных в разрезе: все домашние хозяйства, домашние хозяйства в городской местности, домашние хозяйства в сельской местности, по административно-территориальным единицам, по составу домохозяйств, по наличию детей, по социально-демографическому типу домашних хозяйств, по 10-процентным (децильным) группам населения.

Для составления разработки методики построения баланса эксплуатируемых объемов запасов водных биологических ресурсов и отраслевых производственных мощностей с учетом их размещения и конъюнктуры рынка наиболее показательными являются общие данные по потреблению рыбы и рыбопродуктов в домашних хозяйствах.

Так, согласно данным Росстата, потребление рыбы и рыбопродуктов в домашних хозяйствах с 2011 года до 2021 года увеличилось на 1 кг с 21 кг до 22 кг в среднем на члена домашнего хозяйства (таблица 8).

Таблица 8 – Динамика потребления продуктов питания в домашних хозяйствах, в среднем на потребителя в год, кг [4]

Наименование	Хлебные продукты	Картофель	Овощи и бахчевые	Фрукты и ягоды	Мясо и мясные продукты	Молоко и молочные продукты	Яйца, шт.	Рыба и рыбопродукты	Сахар и кондитерские изделия
Все домашние хозяйства									
2011	99	64	98	71	81	263	217	21	32
2012	98	64	100	74	83	267	220	22	32
2013	96	61	97	77	85	270	217	22	32
2014	95	59	98	76	85	266	216	22	31
2015	95	58	99	71	85	266	218	21	31
2016	99	60	105	73	88	273	229	22	32
2017	97	59	102	73	88	266	230	22	31
2018	96	59	104	74	89	266	231	22	31
2019	96	58	104	75	91	265	235	22	31
2020	96	57	104	77	92	272	240	22	31
2021	90	52	101	72	94	265	233	22	30
Домашние хозяйства в городской местности									
2011	92	61	98	75	83	269	220	21	31
2012	92	60	100	79	85	274	223	22	31
2013	90	56	96	81	87	278	221	22	31
2014	89	55	98	80	87	271	218	22	30
2015	89	54	100	74	87	271	221	21	30
2016	92	57	105	76	91	277	232	22	31
2017	91	56	103	76	91	268	233	21	30
2018	90	56	104	76	91	267	231	22	30
2019	91	56	104	77	93	269	237	22	30
2020	91	54	104	79	95	276	242	22	30
2021	85	50	100	74	96	268	235	22	28
Домашние хозяйства в сельской местности									
2011	118	72	97	59	75	245	209	21	35
2012	116	75	100	62	76	249	212	22	35
2013	113	73	98	65	78	249	207	22	34
2014	112	70	98	65	79	249	209	22	35
2015	111	68	99	61	78	250	210	21	34
2016	117	70	104	65	82	261	221	22	36
2017	119	71	102	68	86	261	226	23	36
2018	113	67	106	68	83	260	229	22	36
2019	110	66	105	70	84	254	229	22	34
2020	111	65	105	71	86	260	232	22	35
2021	106	61	103	65	88	254	226	22	35

Источник: [9-10].

Согласно данным показателя средний объем потребления рыбы и рыбопродуктов в 2011-2021 гг. в домашних хозяйствах в городской местности и в сельской местности не отличается и составляет 22 кг на потребителя [9-10].

Показатель потребления продуктов питания в домашних хозяйствах отражает обобщенную, неточную оценку потребления рыбы и рыбопродуктов в домашних хозяйствах. Динамика его развития отличается от динамики показателя среднедушевого потребления рыбы и рыбопродуктов.

Периодичность публикации рассмотренных показателей – годовая (3 квартал года, следующего за отчетным).

Таким образом, оба рассчитываемых Росстатом показателя потребления рыбы и рыбопродуктов не предоставляют информацию о видах потребляемой продукции. С целью

детализации информации необходимо установление взаимодействия с Росстатом в части совершенствования методов учета потребления рыбы и рыбопродуктов населением страны.

4. Анализ качества, полноты и доступности источников данных для исследования логистики рыбных товаров, в том числе транспортировки, хранения сырья и готовой рыбной продукции из районов добычи к основным местам потребления.

Современная инфраструктура – важнейшее звено в системе товародвижения, она связывает воедино производителей продукции с её потребителями, обеспечивая спрос на потребительском рынке и создавая тем самым необходимые условия для роста экономики конкретного сектора народного хозяйства.

Рассматривая проблему товародвижения, нельзя не отметить тот факт, что инфраструктура агропродовольственного рынка России сегодня имеет неравномерное пространственное размещение на территории страны.

Анализ доступности и полноты источников данных для исследований логистики рыбных товаров, в том числе транспортировки и хранения сырья и готовой рыбной продукции из районов добычи к основным местам потребления, выявил отсутствие официальных источников системных данных. Данные о складских мощностях и ценовой политике логистических компаний частично содержатся в открытых источниках в разрозненном виде недостаточном для полного анализа.

Основными видами транспорта, используемыми при доставке рыбной продукции из ключевых мест добычи водных биоресурсов и рыбоперерабатывающих предприятий на внутренний рынок, являются железнодорожные перевозки и автоперевозки. Также возможно использование авиации или водного транспорта. Логистические услуги оказывают коммерческие организации. Данные о транспортируемых объемах, видовом составе продукции, местах назначения поставок отсутствуют в открытых источниках.

С целью составления баланса эксплуатируемых объемов запасов водных биологических ресурсов и отраслевых производственных мощностей необходим анализ отслеживания перемещения и поступления рыбной продукции на внутренний рынок, учета поступившего и убывшего объема рыбной продукции на предприятиях (холодильники, склады, и т. д.).

Получение частичной информации возможно путем прямых запросов в организации, оказывающие логистические услуги, однако получение комплексных данных от коммерческих организаций не представляется возможным.

Более подходящим способом получения необходимых данных возможно при использовании автоматизированной информационной системы «Меркурий», предназначенной для электронной сертификации и обеспечения прослеживаемости поднадзорных государственному ветеринарному надзору грузов при их производстве, обороте и перемещении по территории Российской Федерации. Запросы на получение доступа ФГБНУ «ВНИРО» в ФГИС «Меркурий» были направлены в адрес Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору письмом от 04.03.2022 г. № 54-17/1032 и в адрес Росрыболовства письмом от 15.03.2022 г. № 54-03/560.

Выводы. В результате проведенного исследования, выполненного в целях научного обоснования разработки методики построения баланса эксплуатируемых объемов запасов водных биоресурсов и методических подходов к оценке потенциальных возможностей отраслевых производственных мощностей, выявлено:

1. Данные о состоянии рыболовного флота содержатся в отраслевой системе мониторинга Росрыболовства, их состав и характеристики должны быть проанализированы и структурированы по выполнению производственных процессов и размещению.

2. Анализ состояния перерабатывающих производственных мощностей по территориальному размещению и видам производимой продукции и мощности производства показал, что в настоящее время организованные данные об их состоянии отсутствуют.

3. В настоящее время официальные данные по показателю среднедушевого

потребления рыбной продукции в России рассчитываются на основе балансового метода в общем объеме без распределения по видам продукции и территориальному признаку.

4. Отсутствуют организованные данные логистической составляющей в процессе транспортировки сырья и готовой рыбной продукции из районов добычи к основным местам потребления, а также источников данных об их состоянии.

5. Недостаточный объем и уровень организации актуальной информации состоянии и развитии отраслевых производственных мощностей. Сопоставление и анализ состояния запасов водных биологических ресурсов и отраслевых производственных мощностей в целях проведения регулярной оценки устойчивости экономического развития рыбохозяйственного комплекса, планирования его развития, а также прогноза основных показателей затруднен или невозможен, что обуславливает необходимость разработки методики построения баланса.

На основе проведенного исследования определены основные источники информации, выявлена необходимость в детализации показателей в части исследования состояния рыболовного флота, перерабатывающих производственных мощностей, потребления рыбной продукции в России, логистической составляющей в процессе транспортировки сырья и готовой рыбной продукции.

Список использованной литературы:

1. Колончин К.В., Серегин С.Н., Сысоев Г.В. Новая модель социального развития и экономика природосбережения – основной вектор аграрной политики России // Пищевая промышленность. 2021. № 12. С. 38–50. DOI: 10.52653/PPI.2021.12.12.008.
2. Алексахина Л.В., Трегулова И.П. Основные направления развития рыбохозяйственного комплекса Республики Крым // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2. С. 116–124.
3. Логунова Н.А., Яркина Н.Н., Алексахина Л.В. Функционирование и развитие рыбохозяйственного комплекса Крыма с позиций экосистемного подхода // Труды ВНИРО. 2022. Т. 190. С. 135–142. DOI: 10.36038/2307-3497-2022-190-135-142.
4. Ушаков В.В. Вопросы стратегического управления в рыбном хозяйстве России // Вестник КГМТУ. 2020. № 4. С. 165–176.
5. Колончин К.В., Труба М.А., Кузичева Н.Ю. Тенденции развития аквакультуры в России: перспективы качественного улучшения продовольственной безопасности и устойчивого роста экономического потенциала отрасли // Продовольственная политика и безопасность. 2023. Т. 10. № 3. С. 533–546. DOI: 10.18334/ppib.10.3.118265.
6. Алексеев К.И., Ланкин А.С., Новоселов Э.А., Хашир Б.О. Государственная поддержка развития элементов инфраструктуры рыбохозяйственного комплекса на федеральном уровне // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2020. № 7. С. 50–80.
7. Колончин К.В. Оптовый продовольственный рынок как механизм ценовой стабильности на рынке рыбной продукции // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 5. С. 150–162. DOI: 10.33938/225-150.
8. Колончин К.В., Горбунова М.А., Серёгин С.Н. Роль инвестиций в развитии рынка рыбной продукции // Рыбохозяйственный комплекс: экономика и развитие. М.: ВНИРО, 2022. С. 299–319.
9. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2020 году. М.: Федеральная служба государственной статистики. 2021. 83 с. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292?print=1> (дата обращения: 12.02.2024).
10. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2021 году. М.: Федеральная служба государственной статистики. 2022. 86 с. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292?print=1> (дата обращения: 12.02.2024).

References:

1. Kolonchin K.V., Seregin S.N., Sysoyev G.V. Novaya model' sotsial'nogo razvitiya i ekonomika prirodosberezeniya – osnovnoy vektor agrarnoy politiki Rossii [A new model of social

- development and environmental economics – the main vector of Russian agricultural policy]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2021, no. 12, pp. 38–50. DOI: 10.52653/PPI.2021.12.12.008. (In Russian).
2. Aleksakhina L.V., Tregulova I.P. Osnovnyye napravleniya razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa Respubliki Krym [Main directions of development of the fishery complex of the Republic of Crimea]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of Forecasting], 2016, no. 2, pp. 116–124. (In Russian).
 3. Logunova N.A., Yarkina N.N., Aleksakhina L.V. Funktsionirovaniye i razvitiye rybokhozyaystvennogo kompleksa Kryma s pozitsiy ekosistemnogo podkhoda [Functioning and development of the fishery complex of Crimea from the perspective of the ecosystem approach]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2022, vol. 190, pp. 135–142. (In Russian). DOI: 10.36038/2307-3497-2022-190-135-142.
 4. Ushakov V.V. Voprosy strategicheskogo upravleniya v rybnom khozyaystve Rossii [Issues of strategic management in Russian fisheries]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2020, no. 4, pp. 165–176. (In Russian).
 5. Kolonchin K.V., Truba M.A., Kuzicheva N.YU. Tendentsii razvitiya akvakul'tury v Rossii: perspektivy kachestvennogo uluchsheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti i ustoychivogo rosta ekonomicheskogo potentsiala otrasli [Trends in the development of aquaculture in Russia: prospects for qualitative improvement of food security and sustainable growth of the economic potential of the industry]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food Policy and Security], 2023, vol. 10, no. 3, pp. 533–546. (In Russian). DOI: 10.18334/ppib.10.3.118265.
 6. Alekseyev K.I., Lankin A.S., Novoselov E.A., Khashir B.O. Gosudarstvennaya podderzhka razvitiya elementov infrastruktury rybokhozyaystvennogo kompleksa na federal'nom urovne [State support for the development of infrastructure elements of the fishery complex at the federal level]. *Ekonomika, trud, upravleniye v sel'skom khozyaystve* [Economics, Labor, Management in Agriculture], 2020, no. 7, pp. 50–80. (In Russian).
 7. Kolonchin K.V. Optovyy prodovol'stvennyy rynek kak mekhanizm tsenovoy stabil'nosti na rynke rybnoy produktsii [Wholesale food market as a mechanism of price stability in the market of fish products]. *Ekonomika, trud, upravleniye v sel'skom khozyaystve* [Economics, Labor, Management in Agriculture], 2022, no. 5, pp. 150–162. (In Russian). DOI: 10.33938/225-150.
 8. Kolonchin K.V., Gorbunova M.A., Serogin S.N. Rol' investitsiy v razvitii rynka rybnoy produktsii [The role of investments in the development of the fish products market]. *Rybokhozyaystvennyy kompleks: ekonomika i razvitiye* [Fishery complex: economics and development]. Moscow, VNIRO Publ., 2022, pp. 299–319. (In Russian).
 9. *Potrebleniye produktov pitaniya v domashnikh khozyaystvakh v 2020 godu* [Household food consumption in 2020]. Moscow, Federal State Statistics Service Publ., 2021, 83 p. (In Russian). Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292?print=1> (accessed 12.02.2024).
 10. *Potrebleniye produktov pitaniya v domashnikh khozyaystvakh v 2021 godu* [Household food consumption in 2021]. Moscow, Federal State Statistics Service Publ., 2022, 86 p. (In Russian). Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292?print=1> (accessed 12.02.2024).

Сведения об авторах / Information about authors

Труба Анатолий Сергеевич д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник экспертной группы центра экономических исследований рыбного хозяйства ВНИРО
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

- 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19
truby.anatoly@yandex.ru
- Truba
Anatoly Sergeevich
Dr. Sci. (Econ.), Professor, Chief Researcher of the Expert Group of the
Center for Economic Research of Fisheries VNIRO
All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography
105187, Moscow, Okružhnoy proezd, 19
truby.anatoly@yandex.ru
- Труба
Марина
Анатольевна**
канд. экон. наук
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии
105187, Москва, Окружной проезд, д. 19
marina.truba-80@yandex.ru
- Truba
Marina Anatolyevna
Ph.D. (Econ.)
All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography
105187, Moscow, Okružhnoy proezd, 19
marina.truba-80@yandex.ru
- Баришевский
Евгений Васильевич**
канд. экон. наук, директор института НИИ гармоничного
пространственного развития
141160, Московская область, п. Звездный городок, 47
zvezdnygo@mosreg.ru
- Barishevsky
Evgeniy Vasilievich
Ph.D. (Econ.), Director of the Institute of Research Institute of
Harmonious Spatial Development
141160, Moscow region, Zvezdny Gorodok, 47
zvezdnygo@mosreg.ru

УДК 669.017:539.43

DOI: 10.26296/2619-0605.2024.5.1.017

Максимов А.Б.

УДЛИНЕНИЕ ШИРОКОГО БРУСА ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ШАРНИРА

Аннотация. Исследовано влияние циклического изгиба пластического шарнира на изменение плоского сечения и длины образца. Показано, что при пластическом шарнирном изгибе происходит смещение нейтральной линии деформации в сторону сжатых волокон. Поэтому в центральной части образца образуется слой металла, деформируемого растяжением по отнулевому циклу. Смещение нейтрального слоя деформации обусловлено более высоким сопротивлением течения металла в сжатой части образца, чем в растянутой. В растянутой зоне формируется плоское напряженное состояние растяжения в продольном направлении и напряжением сжатия в поперечном. В сжатой области формируются напряжения сжатия в продольном и поперечном направлениях. В первом случае схема напряженного состояния способствует течению металла, а во втором – затрудняет пластическое течение. Увеличение числа циклов изгиба приводит к возрастанию отнулевого слоя приближаясь при разрушении к его толщине. При возрастании амплитуды деформации величина отнулевого слоя увеличивается.

Ключевые слова: пластический изгиб, различие сопротивления стали растяжению и сжатию, смещение нейтральной линии при изгибе, циклический изгиб, удлинение бруса, отнулевой слой.

Maksimov A.B.

ELONGATION OF A WIDE BEAM DURING CYCLIC DEFORMATION OF A PLASTIC HINGE

Abstract. The effect of cyclic bending of a plastic hinge on changes in the plane section and length of the sample is investigated. It is shown that during hinge bending, the neutral strain line is shifted towards the compressed fibers. Therefore, a metal layer is formed in the central part of the sample deforming by stretching along a zero cycle. The displacement of the neutral deformation layer is due to the higher resistance of the metal flow in the compressed part of the sample than in the stretched one. In the stretched zone, a flat stress state of elongation in the longitudinal direction and compression stress in the transverse direction is formed. Compression stresses in the longitudinal and transverse directions are formed in the compressed region. In the first case, the stress state scheme promotes the flow of metal, and in the second case it hinders the plastic flow. An increase in the number of bending cycles leads to an increase from the zero layer, approaching its thickness during destruction. As the deformation amplitude increases, the value from the zero layer increases.

Keywords: plastic bending, difference in the resistance of steel to stretching and compression, displacement of the neutral line during bending, cyclic bending, elongation of the beam, zero layer.

Введение. Пластическому изгибу сталей с учетом разного сопротивления растяжению (СР) и сопротивлению сжатия (СС) посвящено ряд работ, в частности [1–6]. Показано, что для сталей СС больше, чем СР поэтому при пластическом изгибе нейтральный слой деформации смещается в сторону сжатых волокон. Различие в СР и СС для сталей может достигать 25–30 %. Причем СР меньше СС. В этой связи при пластическом изгибе нейтральный слой деформации смещается в сторону сжатых волокон. Это свойство сталей называется sd-эффектом [2]. В работе [1] экспериментально показано, что в процессе циклической деформации пластического шарнира возрастают величины смещения нейтрального слоя деформации и пластической деформации растяжения в центральной части образца. Прямым свидетельством пластической деформации в центральной части образца при циклическом изгибе в центральной части образца является повышение твердости не

только в периферийных частях образца по толщине, но и в центре.

Целью настоящей работы является исследования механизма удлинения широкого бруса при циклической деформации пластического шарнира.

Материалы и методы исследования. Работ, посвященных исследованию механизма деформирования стали при циклическом пластическом шарнирном изгибе, недостаточно для объяснения особенностей деформирования. В исследовании были использованы экспериментальные результаты работы [1]. Применялись образцы из малоуглеродистой стали Ст3сп размеров $(200 \times 20 \times 5) \times 10^{-3}$ м. На боковую поверхность образцов (по толщине) наносили с помощью микротвердомера ПМТ-3 два ряда отпечатков с шагом $0,2 \times 10^{-3}$ м. Расстояние между отпечатками (вдоль длины образца) измеряли после каждого этапа деформирования. Деформирование проводили по схеме чистого изгиба по симметричному циклу с постоянной амплитудой деформации 5 и 15 %

Результаты исследования и их обсуждение. Рассмотрим изменение деформации по толщине бруса за полный симметричный цикл деформирования пластического шарнира (рисунок 1). На рисунке 1а представлено распределение деформации в пластическом шарнире при однократном изгибе с условием равного СР и СС. Считаем справедливой гипотезу Бернулли о плоских сечениях и пропорциональное увеличение деформации в слоях с увеличением расстояния от нейтральной линии деформации. Распределение деформации по сечению образца по толщине имеет симметричный характер относительно геометрически средней линии [7].

При изгибе с учетом sd-эффекта распределение деформации по толщине бруса выглядит иначе. Рассмотрим деформацию поверхностных слоев растянутой и сжатой сторон. Пусть верхняя сторона горизонтально расположенного бруса подвергается деформации растяжения, а нижняя сторона деформации сжатия.

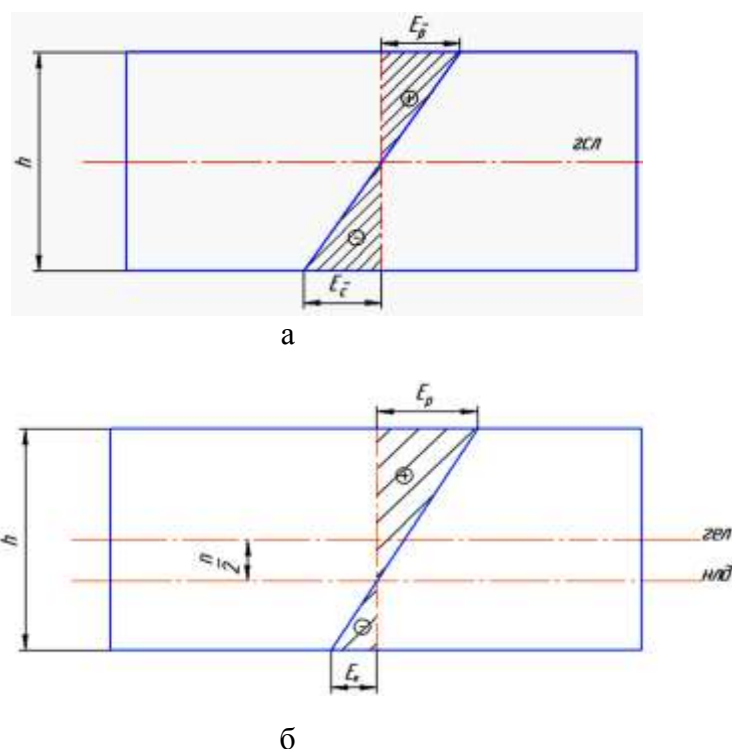


Рисунок 1 – Распределение деформации по сечению бруса при однократном изгибе с учетом равного СР и СС (а), распределение деформации по сечению бруса при однократном изгибе с учетом sd-эффекта (б)

Вследствие большего СС, чем СР нейтральная линия деформации смещается в сторону сжатых волокон (рисунок 1б). Это приводит к тому, что при одинаковом i -том расстоянии от геометрически средней линии величина деформации в области растяжения будет больше,

чем это было бы при одинаковом CP и CC на величину равную Δ_{pi} . Соответственно в сжатой области деформация величины сжатия будет меньше на величину Δ_{ci} . Тогда увеличение деформации на растянутой поверхности будет Δ_{1pn} , а уменьшение на сжатой стороне – Δ_{1cn} . (рисунок 1б). Причем, вследствие того, что CP больше, чем CC , удлинение на растянутой стороне будет по абсолютной величине больше, чем на сжатой. При следующей четверти изгиба (выравнивании) растянутая в первой четверти цикла сторона будет подвержена сжатию, а противоположная сторона – растяжению. Тогда после окончания второй четверти цикла изгиба (при ровном положении образца) верхний и нижний поверхностные слои получат удлинение на величину равную

$$\Delta_{2pn} = \Delta_{1pn} - \Delta_{1cn}, \quad (1)$$

Экспериментально установлено, что при каждом последующем изгибе величина смещения нейтрального слоя деформации относительно средней геометрической линии, сдвигаясь в сторону сжатия, возрастает. Вследствие этого с увеличением числа циклов изгиба деформация на растянутой стороне поверхности постоянно увеличивается, а на сжатой стороне - уменьшается. Это приводит к тому, что при выравнивании образца после изгиба по сечению образца формируется деформация растяжения. Обобщая в целом можно констатировать, что на одном и том же расстоянии от геометрически средней линии деформация каждого i -того слоя металла в области растяжения будет больше, чем если бы соблюдалось равенство CP и CC . А в области сжатия каждый i -тый слой металла сжимается на меньшую величину по сравнению, если бы соблюдалось равенство CP и CC .

На рисунке 2 представлено изменение деформации растяжения на поверхности и на геометрически средней линии после завершения симметричного цикла. Видно, что как на поверхности, так и на геометрически средней линии деформация растяжения возрастает

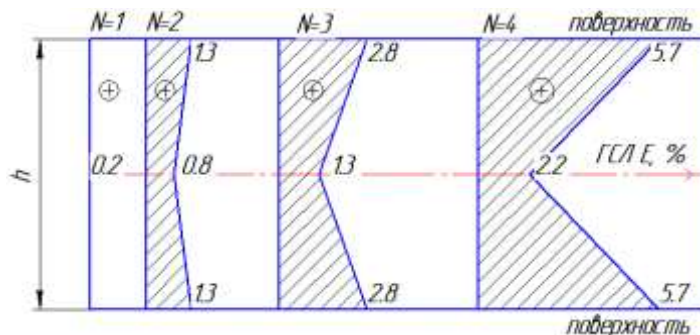


Рисунок 2 – Эпюра распределения деформации по сечению бруса в зависимости от числа циклов изгиба (N)

Накопление деформации растяжения по сечению деформируемого образца показано на рисунке 3.

Интерпретация данных на рисунках 2 и 3 свидетельствует, что в процессе циклической пластической деформации происходит неравномерное удлинение образца. То есть плоское сечение образца изгибается. Наибольшая деформация наблюдается на поверхностях образца и уменьшается по линейному закону к центру. На средней геометрической линии также происходит удлинение. Характерно, что центральная часть образца равная удвоенному смещению нейтральной линии от геометрической средней линии подвергается циклической деформации растяжения по отнулевому циклу. Ширина этой зоны (отнулевой) возрастает с увеличением числа циклов изгиба.

То, что по сечению образца происходит неравномерная деформация означает, что гипотеза плоских сечений при циклической пластической деформации не выполняется. На рисунке 3 представлены эпюры распределения пластической деформации растяжения по всему сечению образца.

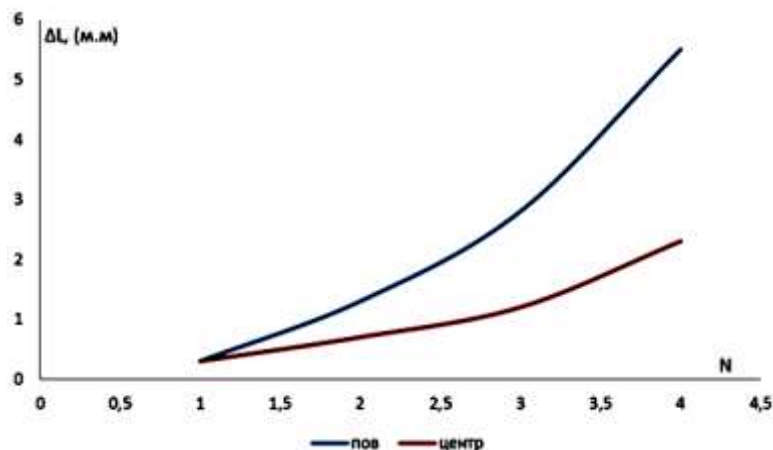


Рисунок 3 – Изменение остаточной деформации в центре (красным цветом) и на поверхности (синим цветом) бруса при циклическом изгибе

Таким образом, по сечению образца при пластическом шарнире происходит сдвиг слоев относительно друг друга. Течение слоев металла по сечению происходит ввиду того, что после половины симметричного цикла каждый растянутый слой металла на ранее сжатой стороне образца в равновесном состоянии получает свое удлинение. Так как на равном расстоянии от геометрически средней линии слои имеют удлинение при растяжении по абсолютной величине больше сокращения длины при сжатии.

Причиной смещения нейтральной линии деформации является sd-эффект. Это следует из условия равновесия бруса при изгибе. То, что CC больше, чем CP свидетельствует о смещении нейтральной линии в сторону сжатых волокон. На рисунке 4 представлено изменение соотношения CC к CP при циклическом изгибе в зависимости от числа циклов изгиба. В данном случае изгиб осуществлялся по схеме трехточечного изгиба, то есть поперечной силой.

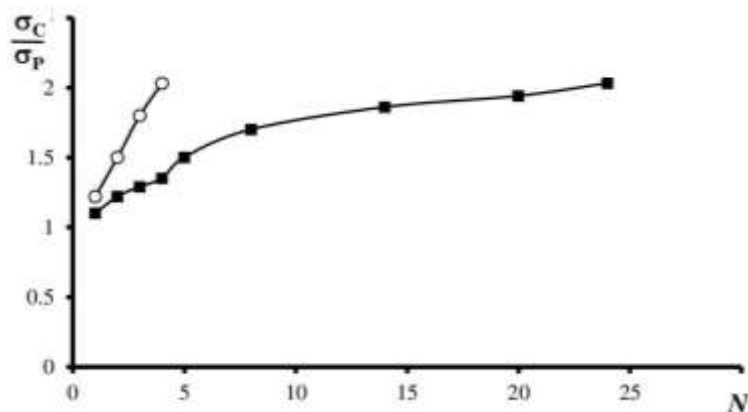


Рисунок 4 – Изменение ширины смещения нейтральной линии деформации в зависимости от соотношения CC к CP :

- – амплитуда деформации 15 %;
- – амплитуда деформации 5 % [1]

С точки зрения дислокационной теории движение дислокаций при пластическом растяжении или сжатии поликристаллических материалов эквивалентны. Эволюция дислокационной структуры не зависит от схемы деформирования и протекает в определенной последовательности [8]. Поэтому движение дислокаций не может повлиять на различное CP и CC в стали. Sd-эффект при пластическом шарнире может быть объяснен разными схемами напряженно-деформированного состояния, возникающие на растянутой и сжатой областях при изгибе. В растянутой области действует плоское напряженное

состояние: нормальные напряжения растяжения σ_1 , и нормальные напряжения сжатия σ_2 - (рисунок 5а). В сжатой области – плоское напряженное состояние: нормальные напряжения сжатия σ_1 и σ_2 (рисунок 5б). Если в плоском напряженном состоянии действуют одноименные напряжения, то это затрудняет течение металла и поэтому напряжения течения возрастает. По Фридману [9], если действуют разноименные напряжения, то напряжения течения снижается. Это обстоятельство объясняет смещение нейтральной линии при чистом изгибе, когда на растянутой стороне действуют только напряжения растяжения, а на сжатой – только напряжения сжатия. Согласно работы [10] СР немного меньше, чем при СС.

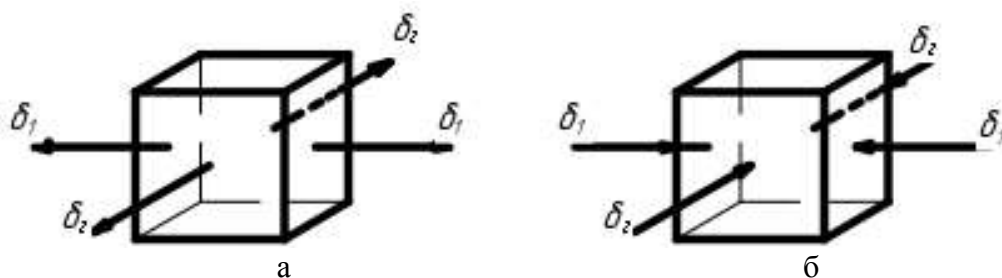


Рисунок 5 – Схемы напряженного состояния на растянутой стороне (а) и сжатой (б)

Выводы. Установлено, что протекание пластического течения происходит неравномерно по сечению при циклическом деформировании пластического шарнира. Таким образом, принцип неизменности поперечного сечения при циклическом пластическом шарнире не выполняется. Средняя часть образца деформируется по отнулевому циклу растяжения в два раза чаще, чем поверхностные слои. Предложено объяснение смещения нейтральной линии деформации различием напряженного состояния в растянутой и сжатой областях изгибаемого образца. В растянутой области действует плоское напряженное состояние: в продольном направлении напряжения растяжения, а в поперечном - напряжения сжатия. В сжатой области действует плоское напряженное состояние: в продольном направлении напряжения сжатия, а в поперечном – напряжения растяжения.

Список использованной литературы:

1. Подгайский М.С., Максимов А.Б., Наливайченко Т.М. Пластическое деформирование при циклическом знакопеременном изгибе // Физико-химическая механика материалов. 1983. № 1. С. 115–116.
2. Павилайнен Г.В. Математическая модель задачи изгиба пластически анизотропной балки // Вестник Санкт-Петербургского университета. Математика. Механика. Астрономия. 2015. Т. 2 (60). Вып. 4. С. 633–638.
3. Максимов А.Б., Гуляев М.В., Ерохина И.С. Циклический пластический изгиб широкого бруса // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2016. № 3. С. 74–79.
4. Максимов А.Б., Гуляев М.В. Распределение деформации по толщине широкого бруса при циклическом пластическом изгибе // Известия вузов. Черная металлургия. 2015. Т. 58. №7. С. 486–490.
5. Alexandrov S., Hwang Y.-M. The bending moment and springback in pure bending of anisotropic sheets // International Journal of Solids and Structures. 2009. Vol. 46. № 25-26. P. 4361–4368. DOI: 10.1016/j.ijsolstr.2009.08.023.
6. Ahn K. Plastic bending of sheet metal with tension/compression asymmetry. International Journal of Solids and Structures. 2020. Vol. 204–205. P. 65–80. DOI: 10.1016/j.ijsolstr.2020.05.022.
7. Феодосьев В.И. Сопrotивление материалов: учебник. М.: МГТУ им. Баумана, 2000. 592 с.
8. Максимов А.Б., Кузьменко С.Н. Влияние трансформации дислокационной структуры на механические и магнитные характеристики стали // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 2. С. 255–264.
9. Фридман Я.Б. Механические свойства металлов. В 2 ч. Ч. 1. Деформация и разрушение.

М.: Машиностроение, 1974. 472 с.

10. Кроха В.А. Кривые упрочнения металлов при холодной деформации. М.: Машиностроение, 1968. 131 с.

References:

1. Podgajskij M.S., Maksimov A.B., Nalivajchenko T.M. Plasticheskoe deformirovanie pri ciklicheskom znakoperemennom izgibe [Plastic deformation during cyclic alternating bending]. *Fiziko-ximicheskaya mexanika materialov* [Physical and chemical mechanics of materials], 1983, no. 1, pp. 115–116. (In Russian).
2. Pavilajnen G.V. Matematicheskaya model` zadachi izgiba plasticheski anizotropnoj balki. [A mathematical model of the bending problem of a plastically anisotropic beam]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Matematika. Mexanika. Astronomiya* [Bulletin of St. Petersburg University. Mathematics. Mechanics. Astronomy], 2015, vol. 2 (60), issue 4, pp. 633–638. (In Russian).
3. Maksimov A.B. Gulyaev M.V., Erokhina I.S. Ciklicheskiy plasticheskiy izgib shirokogo brusa [Cyclic plastic bending of a wide beam]. *Problemy` chernoj metallurgii i materialovedeniya* [Problems of ferrous metallurgy and materials science], 2016, no. 3, pp. 74–79. (In Russian).
4. Maksimov A.B., Gulyaev M.V. Raspredelenie deformacii po tolshhine shirokogo brusa pri ciklicheskom plasticheskom izgibe [The distribution of deformation over the thickness of a wide beam during cyclic plastic bending]. *Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya* [News of universities. Ferrous metallurgy], 2015, vol. 58, no. 7, pp.486–490. (In Russian).
5. Alexandrov S., Hwang Y.-M. The bending moment and springback in pure bending of anisotropic sheets. *International Journal of Solids and Structures*, 2009, vol. 46, no. 25-26, pp. 4361–4368. (In English). DOI: 10.1016/j.ijsolstr.2009.08.023.
6. Ahn K. Plastic bending of sheet metal with tension/compression asymmetry. *International Journal of Solids and Structures*, 2020, vol. 204–205, pp. 65–80. (In English). DOI: 10.1016/j.ijsolstr.2020.05.022.
7. Feodos`ev V.I. *Soprotivlenie materialov* [The resistance of materials]. Moscow, Bauman Moscow State Technical University Publ., 2000, 592 p. (In Russian).
8. Maksimov A.B., Kuz`menko S.N. Vliyanie transformacii dislokacionnoj struktury` na mexanicheskie i magnitny`e xarakteristiki stali [The effect of the transformation of the dislocation structure on the mechanical and magnetic characteristics of steel]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo texnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Maritime Technological University], 2023, no. 2, pp. 255–264. (In Russian).
9. Fridman Ya.B. *Mexanicheskie svojstva metallov. Chast` 1. Deformaciya i razrushenie* [Mechanical properties of metals. Part 1. Deformation and destruction]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1974, 472 p. (In Russian).
10. Krokha V.A. *Krivy`e uprochneniya metallov pri xolodnoj deformacii* [Curves of metal hardening during cold deformation]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1968, 131 p. (In Russian).

Сведения об авторе / Information about author

Максимов Александр Борисович	канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» Керченский государственный морской технологический университет 298309, Россия, г. Керчь, КГМТУ, ул. Орджоникидзе, 82 aleksandrmks@yandex.ru
Maksimov Alexander Borisovich	Ph.D. (Engin.), Associate Professor of the Department of machines and apparatus of food production Kerch State Marine Technological University 298309, Russia, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 aleksandrmks@yandex.ru