

НОВАЯ НАУКА

Международный центр
научного партнерства



NEW SCIENCE

International Center
for Scientific Partnership

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ: СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сборник статей II Международной
научно-практической конференции,
состоявшейся 20 августа 2026 г.
в г. Петрозаводске

г. Петрозаводск
Российская Федерация
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»
2026

УДК 001.12
ББК 70
Н34

Ответственные редакторы:
Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.

Н34 Научный потенциал: современные исследования : сборник статей
II Международной научно-практической конференции (20 августа 2026 г.).
— Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2026. — 231 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-00276-150-0

Настоящий сборник составлен по материалам II Международной научно-практической конференции НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ: СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, состоявшейся 20 августа 2026 года в г. Петрозаводске (Россия). В сборнике рассматривается круг актуальных вопросов, стоящих перед современными исследователями. Целями проведения конференции являлись обсуждение практических вопросов современной науки, результатов исследований, полученных специалистами в охватываемых областях, развитие методов и средств получения научных данных, обмен опытом. Сборник может быть полезен научным работникам, преподавателям, слушателям вузов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Авторы публикуемых статей несут ответственность за содержание своих работ, точность цитат, легитимность использования иллюстраций, приведенных цифр, фактов, названий, персональных данных и иной информации, а также за соблюдение законодательства Российской Федерации и сам факт публикации.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке Elibrary.ru в соответствии с Договором № 467-03/2018К от 19.03.2018 г.

УДК 001.12
ББК 70

ISBN 978-5-00276-150-0

© Коллектив авторов, текст, иллюстрации, 2026
© МЦНП «НОВАЯ НАУКА» (ИП Ивановская И.И.), оформление, 2026

Состав редакционной коллегии и организационного комитета:

Аймурзина Б.Т., доктор экономических наук
Ахмедова Н.Р., доктор искусствоведения
Битокова С.Х., доктор филологических наук
Блинкова Л.П., доктор биологических наук
Гапоненко И.О., доктор филологических наук
Героева Л.М., доктор педагогических наук
Добжанская О.Э., доктор искусствоведения
Доровских Г.Н., доктор медицинских наук
Дорохова Н.И., кандидат филологических наук
Ергалиева Р.А., доктор искусствоведения
Ершова Л.В., доктор педагогических наук
Зайцева С.А., доктор педагогических наук
Зверева Т.В., доктор филологических наук
Казакова А.Ю., доктор социологических наук
Кобозева И.С., доктор педагогических наук
Кулеш А.И., доктор филологических наук
Мантатова Н.В., доктор ветеринарных наук
Мокшин Г.Н., доктор исторических наук
Муратова Е.Ю., доктор филологических наук
Никонов М.В., доктор сельскохозяйственных наук
Панков Д.А., доктор экономических наук
Петров О.Ю., доктор сельскохозяйственных наук
Поснова М.В., кандидат философских наук
Рыбаков Н.С., доктор философских наук
Сансызбаева Г.А., кандидат экономических наук
Симонова С.А., доктор философских наук
Ханиева И.М., доктор сельскохозяйственных наук
Хугаева Р.Г., кандидат юридических наук
Червинец Ю.В., доктор медицинских наук
Чистякова О.В., доктор экономических наук
Чумичева Р.М., доктор педагогических наук

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	8
ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА КАЛЬЦИЯ У КОШЕК РАЗНОГО ВОЗРАСТА	9
<i>Ксенофонтов Дмитрий Анатольевич</i>	
ЭНТЕРАЛЬНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ МАРГАНЦА У ПЕСЦОВ	17
<i>Ксенофонтова Анжелика Александровна</i>	
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СУБЛИМАЦИОННЫХ СУШИЛОК НА СОХРАНЕНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР И СТАБИЛЬНОСТЬ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ	24
<i>Агаджанян Андрей Ваганович, Фельдман Марк Ринатович, Моисеев Егор Константинович, Батраков Артём Андреевич</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОФЛЮИДНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СКРИНИНГА ШТАММОВ ПРОДУЦЕНТОВ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ.....	31
<i>Фельдман Марк Ринатович, Агаджанян Андрей Ваганович, Моисеев Егор Константинович, Батраков Артём Андреевич</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ БИООБРАСТАНИЯ (BIOFOULING) ФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАН В МЕМБРАННЫХ БИОРЕАКТОРАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	39
<i>Батраков Артём Андреевич, Агаджанян Андрей Ваганович, Фельдман Марк Ринатович, Моисеев Егор Константинович</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОВОГО РЕЖИМА И ГИДРОДИНАМИКИ В ТРУБЧАТЫХ ФОТОБИОРЕАКТОРАХ ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО БИОСИНТЕЗА ЦЕННЫХ МЕТАБОЛИТОВ МИКРОВОДОРОСЛЯМИ.....	49
<i>Агаджанян Андрей Ваганович, Фельдман Марк Ринатович, Моисеев Егор Константинович, Батраков Артём Андреевич</i>	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРОВ БАРАБАННОГО ТИПА ДЛЯ ТВЕРДОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ГРИБОВ	55
<i>Фельдман Марк Ринатович, Агаджанян Андрей Ваганович, Моисеев Егор Константинович, Батраков Артём Андреевич</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ МЕМБРАННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ БИОПРЕПАРАТОВ.....	62
<i>Агаджанян Андрей Ваганович, Фельдман Марк Ринатович, Моисеев Егор Константинович, Батраков Артём Андреевич</i>	

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КРИОХРАНИЛИЩ И СИСТЕМ ЗАМКНУТОГО КРИОГЕННОГО ЦИРКУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОГО СОХРАНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ШТАММОВ	68
<i>Батраков Артём Андреевич, Агаджанян Андрей Ваганович, Фельдман Марк Ринатович, Моисеев Егор Константинович</i>	
МОДЕРНИЗАЦИЯ АЭРАЦИОННЫХ И МАССООБМЕННЫХ УЗЛОВ БИОРЕАКТОРОВ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРОДУЦЕНТОВ ПРИ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ	80
<i>Батраков Артём Андреевич, Агаджанян Андрей Ваганович, Фельдман Марк Ринатович, Моисеев Егор Константинович</i>	
СЕКЦИЯ СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	91
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	92
<i>Луцкая Екатерина Евгеньевна, Недякин Александр Петрович</i>	
ОТНОШЕНИЕ САМОЗАНЯТЫХ К ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИНСТИТУТАМ ПОДДЕРЖКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ В РФ	99
<i>Юсупова-Вдовина Анастасия Вячеславовна</i>	
ОСОБЕННОСТИ МАРКЕТИНГА НА РЫНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ	103
<i>Луцкая Екатерина Евгеньевна, Говердовская Марина Анатольевна</i>	
РОДИТЕЛЬСКИЕ ПРАКТИКИ РОДИТЕЛЕЙ СТАРШЕКЛАССНИКОВ Г. ШУЯ (НА ПРИМЕРЕ МОУ СОШ № 7).....	108
<i>Абрамова Алина Альбертовна, Звонарева Александра Евгеньевна</i>	
СЕКЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	116
ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ РУССКОМУ ЯЗЫКУ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ	117
<i>Мардиросова Анастасия Андреевна, Михеева Татьяна Борисовна</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ГРАЖДАНСКО-ПАТРИОТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ДОШКОЛЬНИКОВ ЧЕРЕЗ ВКЛЮЧЕНИЕ В ДОСТУПНЫЕ ФОРМЫ ВОЛОНТЁРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	122
<i>Лунгу Наталья Евгеньевна</i>	
СЕКЦИЯ ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	131
ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЛОВА «ВЕРА» В РУССКОЙ ЯЗЫКОВОЙ КАРТИНЕ МИРА.....	132
<i>Кисина Анна Евгеньевна</i>	
ЧЕЛОВЕК, КОМПЬЮТЕР И БЕЗУМИЕ: РАССКАЗ ФИЛИПА К. ДИКА «КАК МИСТЕР КОМПЬЮТЕР В ОДИН ПРЕКРАСНЫЙ ДЕНЬ СЪЕХАЛ С КАТУШЕК»	138
<i>Вихрова Ксения Александровна</i>	

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	143
АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ПРОВЕСОВ И НАРУШЕНИЙ ГАБАРИТА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ С КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКОЙ НА ОСНОВЕ МОНОКУЛЯРНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ	144
<i>Туляков Тимур Фаритович</i>	
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВНУТРИСКЛАДСКИХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ЛИНЕЙНОГО ПЕРСОНАЛА	149
<i>Мужайло Марк Николаевич</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКВАСКИ СПОНТАННОГО БРОЖЕНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ СВЕКЛОВИЧНОЙ МЕЛАССЫ В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ	153
<i>Латыпова Рузалина Рафисовна, Кощина Елена Ивановна</i>	
ЗАКОНОМЕРНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ, СЕЗОННЫХ И МЕСЯЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЖИМА РАБОТЫ НАРПАЙСКОГО КАНАЛА.....	160
<i>Авезова Махбуба Бобомуродовна</i>	
СЕКЦИЯ ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ	166
К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ТУРИСТИЧЕСКОГО НАЛОГА В РОССИИ. СРАВНИТЕЛЬНО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ ОПЫТА РОССИИ И ИТАЛИИ	167
<i>Матвеева Мария Вячеславовна</i>	
АДМИНИСТРАТИВНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПРАВОНАРУШЕНИЯ В СФЕРЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ ПРАВОПРИМЕНЕНИЯ.....	178
<i>Павлов Анатолий Петрович</i>	
СЕКЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	186
СИСТЕМА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ И МЕХАНИЗМЫ ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ	187
<i>Нетикова Алена Сергеевна, Сластина Анастасия Руслановна</i>	
СЕКЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	194
СПЕЦИФИКА ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ САМООПРЕДЕЛЕНИЮ У ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМИ АКЦЕНТУАЦИЯМИ ХАРАКТЕРА.....	195
<i>Мухина Юлдуз Робертовна</i>	
СЕКЦИЯ ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	204
И.Г. ПРЫЖОВ – ИСТОРИК УНИЖЕННЫХ И ОСКОРБЛЕННЫХ	205
<i>Федорова Вера Ивановна</i>	

СЕКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ	213
О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОТОННОГО ГАЗА НА ЭФФЕКТ БАРЫШЕВСКОГО-ЛЮБОШИЦА НА ПРОТОНАХ	214
<i>Серый Алексей Игоревич</i>	
СЕКЦИЯ ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ.....	219
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЬНЫХ 2D-ПЕРСОНАЖЕЙ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНЫХ НОВЕЛЛ: СЕМИОТИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ, ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАЙПЛАЙН И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ	220
<i>Косенко Виолетта, Морская Вероника</i>	
СЕКЦИЯ КУЛЬТУРОЛОГИЯ	225
ОБРАЗ КАТАСТРОФЫ В ЯПОНСКОЙ ВИЗУАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЕ: «БОСОНОГИЙ ГЭН», «МОГИЛА СВЕТЛЯЧКОВ», «НАВСИКАЯ ИЗ ДОЛИНЫ ВЕТРОВ».....	226
<i>Иванина Григорий Михайлович</i>	

**СЕКЦИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

DOI 10.46916/24082026-3-978-5-00276-150-0

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА КАЛЬЦИЯ У КОШЕК РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Ксенофонтов Дмитрий Анатольевич

д.б.н., доцент

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет-МСХА имени К.А. Тимирязева»

Аннотация: В эксперименте на девяти фертильных кошках шотландской породы разного возраста методом групп-периодов проведено исследование по переваримости и усвоению кальция. В обменных опытах получены образцы корма, фекалий и мочи. Методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии определена концентрация кальция. Выявлена тенденция снижения переваримости сухого вещества у молодых кошек при использовании кормов низкой ценовой категории. Установлено снижение потребления и кальция из кормов премиум- и экономкласса. У кошек всех возрастных групп зафиксирована максимально высокая переваримость кальция из корма супер-премиум. У взрослых кошек переваримость кальция выше в сравнении с молодыми животными и не зависит от типа корма. Сделано заключение о лучшей переваримости и усвоении кальция у взрослых кошек в связи с эффективной функциональной активностью пищеварительного тракта.

Ключевые слова: кошки, метаболизм, корм, кальций, переваримость.

FEATURES OF CALCIUM EXCHANGE IN CATS AT DIFFERENT AGES

Ksenofontov Dmitry Anatolyevich

Abstract: In an experiment on nine fertile Scottish cats of different ages, a group-period method was used to study calcium digestibility and absorption. Samples of food, feces, and urine were collected in balance experiments. Calcium concentration was measured using atomic absorption spectrophotometry. There was a trend of lower dry matter digestibility in young cats fed low-cost foods. A decrease in calcium intake from premium- and economyclass foods was observed. Cats of all age groups showed the highest calcium digestibility with super-premium food. In adult

cats, calcium digestibility was higher compared to young animals and did not depend on the type of food. The conclusion was that adult cats have better calcium digestibility and absorption due to the efficient functional activity of their digestive tract.

Key words: cats, metabolism, food, calcium, digestibility.

В настоящее время кормление кошек сухими кормами является наиболее удобным, полноценным и сбалансированным способом обеспечения организма питательными веществами. Разные производители предлагают огромное количество разнообразных сухих кормов для кошек, специализированных по породе, возрасту, полу, различным физиологическим особенностям и предпочтениям. Несмотря на существенное облегчение контроля питания и обеспечение профилактики заболеваний почек и пищевой аллергии, кормление кошек отличается их высокой требовательностью и склонностью к длительному отказу от предлагаемого ассортимента кормов. Требуется особый подход к кормлению кошек, учитывающий специфичность пищеварительной системы, правильное удовлетворение потребности в питательных и минеральных веществах [1, с. 121].

Так как кошки плотоядные животные, их потребность в минеральных элементах значительно отличается от потребностей растительноядных животных. Особое внимание в диетах кошек уделяется обеспеченности кальцием, недостаток и избыток которого повышает риск развития тех или иных заболеваний, в том числе патологий выделительной системы, зачастую прогрессирующих с возрастом. В настоящее время рекомендуется от 2,9 до 10 г/кг сухого вещества кальция в рационе взрослых кошек [2, с. e0149190].

Однако на метаболизм кальция может повлиять не только отличающийся от рекомендаций уровень элемента, но и дисбаланс других нутриентов в коммерческом коме, гормональный статус, возраст, функциональное состояние пищеварительного тракта и наличие патологий у кошек [3, с. 997]. В процессе пищеварения, извлекаясь из рациона, кальций взаимодействует со структурными компонентами химуса, что также будет влиять на интенсивность его абсорбции [4, с. 84]. Кумулируясь эндогенными веществами, от 70 до 80% всего количества элемента выводится из организма путем экскреции через пищеварительный тракт [5, с. 840].

Профилактика и предотвращение нарушений метаболизма кальция у кошек должна быть разносторонней. В условиях домашнего содержания

обеспечение организма кошек кальцием определяется коммерческими кормами с разнообразной рецептурой и балансом питательных веществ для разных половозрастных групп животных. В этой связи целью работы стало исследование перевариваемости и усвоения кальция в организме кошек при скармливании разных кормов.

Исследования проводились на базе частного питомника и кафедры физиологии, этологии и биохимии животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В эксперименте использовали 9 клинически здоровых кошек *Felis silvestris catus* шотландской породы. Животные были разделены на три возрастные группы по три головы в каждой: 1 группа в возрасте от 8 месяцев до 2 лет; 2 группа – от 5 до 6 лет; 3 группа – от 9 до 16 лет. Условия их содержания и кормления соответствовали требованиям ветеринарно-санитарных и зоотехнических норм, предъявляемым к содержанию, уходу, кормлению кошек. Эксперимент был разделен на 3 периода продолжительностью 30 дней, между которыми был период адаптации 10 дней. В 1 периоде кошки всех трех групп получали корм супер-премиум-класса «Pronature original», во 2 периоде – корм премиум класса Chat Poulet «Babin», в 3 периоде – корм экономкласса «Kitekat» (табл. 1). В конце каждого периода был проведен 7-дневный балансовый опыт с учетом количества и отбором проб корма, мочи и фекалий кошек. Во всех образцах методом зоотехнического анализа определяли содержание кальция методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе «Спектр-5».

Таблица 1

Общие сведения о кормах

Торговая марка	Pronature	Babin	Kitekat
Производитель	PLB INTERNATION AL inc, Канада.	AMANS VACTORET France.	MARS ООО «Марс», Россия
Энергетическая ценность, ккал в 100г	431	376	340
Содержание белка, % в 100г	30	31	28
Содержание жира, % в 100г	20	15,5	10
Клетчатка, % в 100 г	макс 3	2	не более 10
Кальций, мг % в сухом веществе	346,65	358,93	380,70

Анализ кормов показал различия по составу и питательности (табл. 1). Максимально расширенный репертуар ингредиентов и добавок представлен в корме «Pronature», который также имел наивысшую энергетическую ценность за счет содержания жира 20%. Концентрация кальция в корме «Pronature», напротив, была ниже, чем в корме премиум- и экономкласса на 4 и 9%.

В результате эксперимента установлено, что все группы кошек меньше потребляли корма премиум- и экономкласса на 12 и 27%, относительно 1 периода (табл. 2). Переваримость сухого вещества рациона имела тенденцию к снижению у кошек в возрасте до 2 лет во 2 период на 5%, в 3 период – на 9%. У кошек среднего и старшего возраста переваримость незначительно снизилась при питании кормом «Kitekat» на 3 и 1,5%, соответственно.

Таблица 2

Переваримость сухого вещества рациона у кошек (%)

Корм	Группа кошек		
	8 мес–2 года	5–6 лет	9–16 лет
«Pronature»	82,85 ± 1,23	82,01 ± 3,36	81,25 ± 7,04
Chat Poulet «Babin»	78,31 ± 2,16	82,44 ± 3,47	83,80 ± 2,21
«Kitekat»	75,78 ± 3,94	79,27 ± 4,50	80,95 ± 3,31

Кошки всех возрастных групп отдавали предпочтение корму премиум-класса, обогащенного экстрактивными вкусовыми компонентами, потребляя большее его количество. При этом переваримость сухого вещества закономерно снижалась во всех группах при питании кормом эконом класса при недостоверной разнице. Различия в потреблении и в переваримости сухих веществ кормов разного класса отразились на метаболизме кальция. Несмотря на пониженную концентрацию элемента в корме «Pronature», его суточное потребление с кормом во всех возрастных группах кошек превышало количество во 2 и 3 период на 8 и 25% вследствие снижения поедаемости кормов премиум- и экономкласса (табл. 3). В итоге потребление кальция с кормами «Babin» и «Kitekat» было ниже рекомендуемой суточной нормы (180 мг).

Таблица 3

Показатели обмена кальция у кошек (мг)

Группа (возраст)	Потреблено с кормом, мг	Выделено с фекалиями	Выделено с мочой
1 период (корм «Pronature»)			
1 группа (8 мес.–2 г.)	185,6	104,6 ± 14,9	0,093 ± 0,014
2 группа (5–6 лет)		92,3 ± 15,85	0,056 ± 0,009
3 группа (9–16 лет)		82,6 ± 12,04	0,043 ± 0,016
2 период (корм Chat Poulet «Babin»)			
1 группа (8 мес.–2 г.)	170,5	139,5 ± 2,24	0,151 ± 0,015*
2 группа (5–6 лет)		129,8 ± 6,19*	0,101 ± 0,026
3 группа (9–16 лет)		114,7 ± 8,58*	0,112 ± 0,029
3 период (корм «Kitekat»)			
1 группа (8 мес.–2 г.)	148,4	122,9 ± 4,22*	0,097 ± 0,011*
2 группа (5–6 лет)		114,5 ± 10,42	0,052 ± 0,004
3 группа (9–16 лет)		98,5 ± 6,05	0,061 ± 0,009

* Разница достоверна в сравнении с первым периодом ($P \leq 0,05$)

С мочой в сутки выделялось меньше 0,1% от его общей экскреции из организма. Основное количество кальция из организма кошек всех групп за сутки выделялось с фекалиями и зависело от типа корма и возраста животных. Потери кальция таким путем существенно и закономерно снижаются у кошек старше 9 лет относительно 2-летних в среднем на 18–21%, у 5–6-летних на 7–12%. Такая зависимость, вероятно, обусловлена лучшей работой пищеварительной системы и повышенным гидролизом нутриентов корма либо задержкой кальция во внутренней среде организма или на уровне кишечника для формирования химуса. На это указывает снижение выделения кальция с мочой на 40–50% у кошек средней возрастной группы и на 36–54% у кошек старшего возраста при использовании кормов разного класса. Преимущественное выделение элемента с фекалиями указывает на то, что кальциевый гомеостаз у кошек в основном регулируется на уровне кишечника, а не почками. При этом с возрастом экскреторная активность этих систем снижается, что способствует задержке элемента в организме, создавая дополнительную нагрузку на регуляторные механизмы, а также повышает риск камнеобразования в мочевыделительных путях из оксалата кальция.

Несмотря на снижение потребления суточного количества кальция на 3,5 и 9% с кормами премиум- и экономкласса, уровень выведения его с фекалиями вырос во всех возрастных группах кошек во втором периоде в среднем на 33–41%, а в третий период на 17–24%. Вероятно, кальций из кормов низкой ценовой категории хуже извлекается в процессе переваривания либо элемент связывается с эндогенными компонентами, выделяемыми при формировании химуса. Аналогичная закономерность отмечается и в содержании кальция в моче, которая наиболее заметна во 2 опытный период, когда количество выделяемого элемента в сутки через почки возрастает в среднем в 1,6–2,6 раза. В целом потери кальция из организма с мочой относительно общей экскреции невелики, но повышение его концентрации свидетельствует о дополнительной нагрузке на почки, что наиболее наглядно у кошек старшего возраста при использовании кормов с повышенным количеством кальция.

Баланс обмена кальция показал, что его переваримость и усвоение отличаются в зависимости от корма и возраста. У кошек с увеличением возраста до 5–6 лет и до 9–16 лет переваримость элемента закономерно возрастала в 1 период на 7 и 15%; во 2 период – на 6 и 14% ($P \leq 0,05$); в 3 период на 6 и 16% ($P \leq 0,05$) относительно молодых животных. Такая зависимость не случайна и обусловлена, прежде всего, снижением потери элемента с фекалиями, за счет лучшего функционального развития пищеварительной системы, а также повышенной потребностью в нём взрослого организма. В этой связи высокий уровень кальция в рационах взрослых кошек будет существенно влиять на механизмы его гомеостазирования как на уровне энтеральной среды, так и во внутренней среде организма.

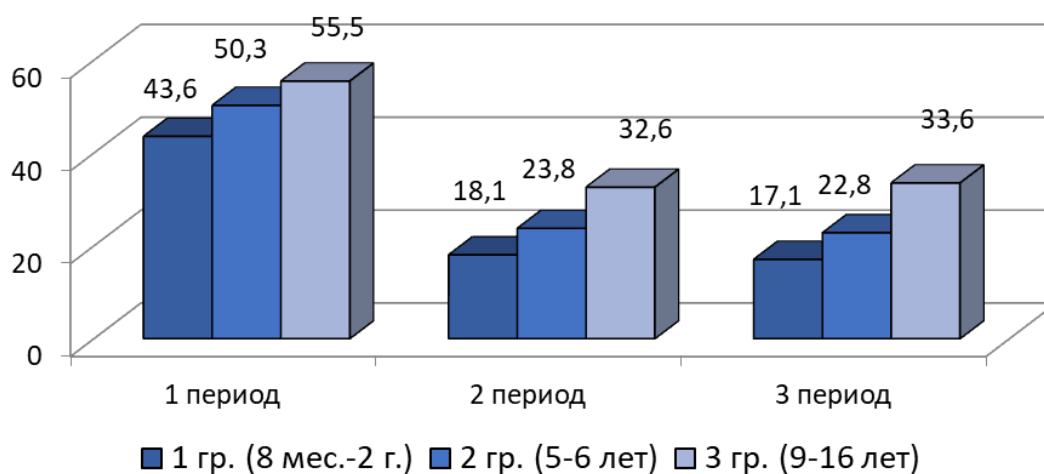


Рис. 1. Переваримость кальция у кошек (%)

Вследствие уменьшения потребления корма и увеличения выделения кальция с фекалиями и мочой у кошек всех возрастных групп достоверно снизилась переваримость и усвоение элемента во 2 и 3 периоды на 22–26% ($P \leq 0,05$) и 22–27% ($P \leq 0,05$) по сравнению с первым опытным периодом. В целом усвоение кальция организмом кошек всех групп во все периоды от переваренного в пищеварительном тракте составляло 99,51–99,95%. Вероятной причиной снижения переваримости кальция из кормов экономкласса может являться повышение клетчатки в рационе, стимулирующее перистальтику кишечника и секрецию кишечных соков.

Таким образом, при изучении баланса кальция у кошек разных возрастных групп установлено, что скормливание кормов премиум- и экономкласса снижает как потребление самого корма, так и изменения переваримости и выведения элемента из организма животных. У кошек до 2-летнего возраста переваримость кальция из кормов всех категорий ниже, чем у взрослых животных, при этом также отмечается активное выведение элемента с фекалиями и мочой, особенно заметное в 3 период при скормливании корма экономкласса. Вероятно, что пищеварительный тракт молодых кошек, несмотря на морфологическую сформированность, функционально не готов к усвоению кальция в сравнении со взрослыми кошками. В то же время взрослые животные, обладая лучшей переваримостью и усвоением кальция, при повышенном его количестве в рационе испытывают дополнительную нагрузку на мочевыделительную систему, что может негативно отразиться на состоянии почек, которые у взрослых кошек являются уязвимыми к камнеобразованию.

Список литературы

1. Steven C. Zicker Evaluating Pet Foods: How Confident Are You When You Recommend a Commercial Pet Food? // Topics in Companion Animal Medicine. Volume 23. Issue 3. 2008. P. 121-126, doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.003.
2. Paßlack N. et al. Impact of increasing dietary calcium levels on calcium excretion and vitamin D metabolites in the blood of healthy adult cats // PLoS One. – 2016. – Т. 11. – №. 2. – С. e0149190. doi.org/10.1371/journal.pone.0149190.
3. Geddes R.F. et al. The effect of attenuating dietary phosphate restriction on blood ionized calcium concentrations in cats with chronic kidney disease and ionized hypercalcemia // Journal of Veterinary Internal Medicine. – 2021. – Т. 35. – №. 2. – P. 997-1007. https://doi.org/10.1111/jvim.16050.

4. Ксенофонтов Д.А., Ксенофонтова А.А. Кальций как фактор структурирования энтеральной среды // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 3. – С. 84-91, doi: 10.26897/2949-4710-2024-2-3-84-91.

5. Beggs MR, Alexander RT. Intestinal absorption and renal reabsorption of calcium throughout postnatal development // Exp. Biol. Med. (Maywood). 2017 Apr; 242(8):840-849. doi: 10.1177/1535370217699536.

© Ксенофонтов Д.А., 2026

DOI 10.46916/24082026-4-978-5-00276-150-0

ЭНТЕРАЛЬНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ МАРГАНЦА У ПЕСЦОВ

Ксенофонтова Анжелика Александровна

к.б.н., доцент

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет-МСХА имени К.А. Тимирязева»

Аннотация: В эксперименте на трех песцах изучены показатели обмена марганца на уровне пищеварительного тракта. Методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии определена концентрация марганца во фракциях химуса и в слоях стенки тонкого и толстого отделов кишечника. Установлены закономерности распределения марганца в компартментах химуса в проксимально-дистальном направлении кишечника.

Ключевые слова: марганец, песцы, кишечник, химус, слизистая оболочка.

ENTERAL METABOLISM OF MANGANESE IN ARCTIC FOXES

Ksenofontova Angelika Aleksandrovna

Abstract: In an experiment on three arctic foxes, the indicators of manganese metabolism at the digestive tract level were studied. The concentration of manganese in chyme fractions and in the layers of the small and large intestine walls was determined using atomic absorption spectrophotometry. Patterns of manganese distribution in chyme compartments along the proximal-distal direction of the intestine were established.

Key words: manganese, arctic foxes, intestine, chyme, mucous membrane.

Клеточное пушное звероводство имеет длительную историю развития в России и направлено на получение дорогостоящего сырья для меховой промышленности и экспорта меховых изделий. Но возникшие в конце XX века экономические кризисы повлекли за собой значительное сокращение производства [1, с. 71]. В условиях промышленного производства представляет научный и практический интерес глубокое изучение механизмов обмена

минеральных элементов в постнатальном онтогенезе у пушных зверей с целью применения наиболее эффективных методов их содержания [2, с. 26]. Одним из элементов, поддерживающих нормальную жизнедеятельность и получение качественной меховой продукции, является марганец, который определяет активность метаболических процессов, входя в состав многих ферментов [3, с. 206]. Его физиологическая роль в организме животных изучена весьма подробно, однако, учитывая морфо-функциональные особенности питания и пищеварения у псовых, экспериментальные исследования обмена марганца является актуальным с учетом процессов абсорбции и экскреции в пищеварительном тракте. Энтеральный метаболизм марганца представляет собой сложный процесс, определяющий доступность этого микроэлемента для организма [4, с. 24]. При этом абсорбция элемента из кормов у животных характеризуется низкой эффективностью – в среднем 3–5% от принятого количества, что обусловлено образованием труднорастворимых комплексов.

Все процессы полостного пищеварения проходят в кишечнике, где образуется специфическая энтеральная среда – химус, представление о котором весьма противоречиво и до сих пор окончательно не сформулировано. Большинство исследований энтеральной среды затрагивают механизмы формирования и функциональные особенности пристеночного слоя слизи и не учитывают структуру и физико-химические свойства кишечного химуса [5, с. 8]. Современные представления о химусе как гетерогенной системе позволяют пересмотреть роль кишечной слизи в метаболизме минеральных элементов. Экспериментально установлено, что химус представляет собой универсальную структурную систему, основным системообразующим компонентом которой является плотная эндогенная фракция в виде гидратированной энтероплазмы, включающей полостную слизь, слущенные эпителиоциты и симбиотическую микрофлору [6, с. 51]. В нативном состоянии доля гидратированной плотная эндогенная фракция достигает 80–97% объема химуса на протяжении всего кишечника, что свидетельствует об участии кишечной слизи не только в барьерной и иммунологической функции, но и в сорбции и депонировании катионов [7, с. 37]. В экспериментах на животных разных видов установлены факты конструктивного взаимодействия минеральных элементов с эндогенными структурами химуса, поэтому очевидно, что исследование механизмов энтерального метаболизма микроэлементов и процессов их взаимодействия с эндогенными

компонентами химуса служит физиологическим обоснованием рационального питания, в том числе пушных зверей [8, с. 16]. В этой связи целью работы стало исследование метаболизма марганца на уровне пищеварительного тракта у песцов.

Исследования проводились на кафедре физиологии, биохимии и этологии животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с соблюдением биоэтических норм и правил на 3-х песцах, отобранных из Пушкинского зверосовхоза ФГПУ «Русский соболь», где они выращивались в условиях клеточного одиночного содержания. Кормление осуществлялось в виде жидкой мешанки из смеси злаков и субпродуктов животного происхождения без включения дополнительных добавок. Эвтаназию производили путем внутримышечной инъекции дитилина 2% по 0,4 мл/гол. с последующим извлечением пищеварительного тракта. Из каждого отдела отбирали образцы химуса и стенки кишечника. Методом декантирования и центрифугирования химус разделяли на растворимую фракцию (РФ), плотную эндогенную фракцию (ПЭФ) и непереваренный остаток корма (НОК) [9, с. 110]. Стенку кишечника разделяли на слизистую оболочку (СС) соскобом, серозно-мышечный слой (СМС) и слой слизистых наложение (ССН) смывом раствором элюента. Во всех образцах определяли содержание марганца методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе «Спектр-5».

В результате эксперимента установлен закономерный рост концентрации марганца в химусе по мере его продвижения по кишечнику с 1,35 до 6,8 мг% в сухом веществе, что наглядно демонстрирует снижение его абсорбции и обусловлено перераспределением между фракциями химуса с определенной зависимостью (таб. 1). При этом наиболее наглядная закономерность – это динамика изменения концентрации марганца в различных структурных компонентах химуса при его продвижении в проксимально-дистальном направлении. Установлено, что максимальная его концентрация в диапазоне 3,5–7 мг% в сухом веществе фиксируется в пищевых частицах. Содержание марганца в непереваренных остатках корма возрастает в дистальном направлении в 2 раза. Это, вероятно, связано с тем, что по мере продвижения химуса происходит интенсивный гидролиз и всасывание органической части корма, в то время как минеральные компоненты, в том числе марганец, концентрируются в остающейся массе. Фактически это процесс «обогащения»

пищевых частиц минеральными элементами за счет удаления органического субстрата.

Таблица 1

Содержание марганца во фракциях химуса (мг% в сухом веществе)

Отдел ЖКТ	Химус	Непереваренный остаток корма	Растворимая фракция	Плотная эндогенная фракция
12-ти перстная кишка	1,35 ± 0,27	3,54 ± 0,2	0,41 ± 0,10	1,90 ± 0,35
Тощая кишка	1,61 ± 0,27	3,47 ± 0,2	0,52 ± 0,08	2,50 ± 0,62
Подвздошная кишка	3,68 ± 0,57	7,3 ± 0,9	0,68 ± 0,23	2,59 ± 0,54
Слепая кишка	6,78 ± 0,41	7,0 ± 0,6	1,46 ± 0,25	2,82 ± 0,34
Ободочная кишка	5,11 ± 0,76	6,9 ± 0,5	2,93 ± 0,68	2,34 ± 0,23

Экскретированный из кормового субстрата марганец концентрируется в растворимой фракции, при этом наблюдается тенденция роста с 0,41 мг% в сухом веществе в 12-перстной кишке до 0,68 мг% в сухом веществе в подвздошной и далее значение резко достигает уровня 2,93 мг% в сухом веществе в толстом отделе кишечника. Марганец, высвобождаясь из корма и переходя в растворимую форму, является наиболее доступным для абсорбции, поэтому в тонком кишечнике он может активно всасываться. Резкое повышение уровня растворимого марганца в толстом отделе, вероятно, связано с процессами микробной ферментации и изменением pH среды, что может влиять на растворимость соединений марганца. В плотной эндогенной фракции концентрация марганца в целом остается относительно стабильной на протяжении тонкого и толстого отделов кишечника на уровне 2,5–2,8 мг% в сухом веществе, что указывает на её способность активно кумулировать его в независимости от физико-химических условий в пищеварительной полости.

Распределение марганца в стенке пищеварительного тракта также демонстрирует важные закономерности, отражающие его физиологическую роль. В желудке и тонком отделе кишечника концентрация марганца в слизистой оболочке остается на относительно высоком и стабильном уровне (0,68–0,82 мг% в сухом веществе), заметно возрастая в ободочной кишке (1,04 мг% в сухом веществе) и превышая показатели серозно-мышечного слоя (таблица 2). Это указывает на активную роль слизистого слоя в процессах всасывания и, вероятно, в регуляции потока марганца из просвета кишечника во внутреннюю среду. В серозно-мышечном слое уровень марганца ниже, чем в слизистой, и меняется с меньшей амплитудой. Минимальное значение

зафиксировано в ободочной кишке (0,25 мг% в сухом веществе), что может отражать снижение функциональной активности мышечного слоя в этом отделе. Концентрация марганца в слое слизистых наложений, выделенного только в тонком отделе кишечника, в целом сопоставима с уровнем в слизистой оболочке. При этом пристеночная слизь не обладает такой высокой сорбционной способностью по отношению к марганцу как плотная эндогенная фракция химуса, что не является ограничителем для его абсорбции.

Таблица 2

Содержание марганца в стенке кишечника (мг% в сухом веществе)

Отдел ЖКТ	Серозно-мышечный слой	Слизистая оболочка	Слой слизистых наложений
Желудок	0,52 ± 0,07	0,83 ± 0,08	-
12-перстная кишка	0,50 ± 0,04	0,68 ± 0,05	0,73 ± 0,17
Тощая кишка	0,54 ± 0,13	0,82 ± 0,14	0,74 ± 0,07
Подвздошная кишка	0,55 ± 0,26	0,82 ± 0,11	0,99 ± 0,24
Ободочная кишка	0,25 ± 0,09	1,04 ± 0,03	-

В целом, выявленные закономерности формируют целостную картину, показывающую, что по мере продвижения химуса по кишечнику происходит перенос марганца из корма в физиологически активные компартменты – растворимую фракцию и особенно в плотную эндогенную фракцию. Низкие концентрации растворимого марганца в тонком кишечнике указывают на активную абсорбцию элемента, что подтверждается данными о его высокой концентрации в слизистой оболочке, являющейся основным местом всасывания. Плотная эндогенная фракция химуса играет ключевую роль в энтеральном гомеостазе этого микроэлемента, выступая не просто пассивным компонентом, а активным участником перераспределения и временного депонирования.

Таким образом, экспериментально показано, что марганец распределяется по фракциям с определенной динамикой. Депонирование марганца с высокой концентрацией в плотной эндогенной фракции химуса, по-видимому, неслучайно и физиологически необходимо. Этот факт не может объясняться участием марганца в пристеночном и полостном пищеварении, поскольку он не является специфическим активатором ни для одного из гидролитических кишечных ферментов. Так как в составе плотной эндогенной фракции присутствуют мукополисахариды полостной слизи, имеющие

отрицательно заряженные группы, то она может проявлять сродство к двухвалентным катионам. В то же время марганец сам является активным комплексообразователем. С одной стороны, такое взаимодействие марганца с плотной эндогенной фракцией может иметь физиологическое значение, обеспечивая толерантность песцов к высоким дозам элемента. С другой стороны, катионы марганца могут участвовать в структурировании самой эндогенной фракции и химуса в целом. Концентрируясь в ней, он также может участвовать в создании направленного градиента концентрации для абсорбции. Кроме того, структура гликопротеидов может быть обратимо трансформирована его катионами с целью адаптации структурного каркаса химуса к экзогенным факторам. Депонирование марганца плотной эндогенной фракцией химуса в толстом отделе кишечника может быть связано с изменением условий среды и деятельностью микробиоты, где марганец может участвовать в качестве кофактора ферментов. Таким образом, энтеральный метаболизм марганца у песцов – это структурно-обусловленный процесс, тесно связанный с гетерогенностью химуса.

Список литературы

1. Хусаинова Н.Р., Ворожейкина Т.М. Векторы развития пушного звероводства России // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 3. – С. 71–75. – DOI 10.32651/193-71.
2. Балакирев Н.А., Максимов В.И., Дельцов А.А. Особенности минерального обмена у пушных зверей клеточного содержания // Москва: Издательский дом «Научная библиотека», 2020. – 108 с. – ISBN 978-5-907242-74-6. – EDN XFSAVD.
3. Zhang H.H., Zhou N., Zhang T.T., Bao K., Xu C. et al. Effects of different dietary manganese levels on growth performance and N balance of growing mink (Neovision vision) // Biol.Trace Elem. Res. 2014 Aug; 160(2):206-211. doi: 10.1007/s12011-014-0008-6.
4. Полякова Е.П., Ксенофонтов Д.А., Иванов А.А. Марганец как активатор энтерального метаболизма кальция // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2014. – № 4(104). – С. 24–28. – EDN SZUVCX.
5. Pelaseyed T., Bergström J.H., Gustafsson J.K., Ermund A. et al. The mucus and mucins of the goblet cells and enterocytes provide the first defense line of the

gastrointestinal tract and interact with the immune system // Immunol. Rev. 2014 Jul; 260(1):8-20. doi: 10.1111/imr.12182.

6. Иванов А.А., Полякова Е.П., Ксенофонтов Д.А. Экспериментальное обоснование роли структурирования и других характеристик химуса в определении функциональных возможностей желудочно-кишечного тракта при проведении энтерального питания // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2009. – № 6. – С. 51–56. – EDN MVKBIN.

7. Иванов А.А., Полякова Е.П., Ксенофонтов Д.А. Экспериментальное обоснование функциональной взаимосвязи минеральных элементов пищевого рациона с полостной слизью и слизистой оболочкой кишки // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2013. – № 2. – С. 037–041. – EDN RVQYPV.

8. Ревякин А.О., Каркищенко Н.Н., Шустов Е.Б. и др. Влияние колебаний содержания металлов в крови на их содержание в тканях лабораторных животных при нормальном и избыточном пищевом потреблении металлохелатов // Биомедицина. – 2013. – № 4. – С. 16–28. – EDN RTRSSZ.

9. Полякова Е.П., Ксенофонтов Д.А., Иванов А.А. Метод изучения полостного пищеварения // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2016. – № 12(136). – С. 110–114. – EDN VWPGYE.

© Ксенофонтowa А.А., 2026

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СУБЛИМАЦИОННЫХ СУШИЛОК НА СОХРАНЕНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР И СТАБИЛЬНОСТЬ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Агаджанян Андрей Ваганович

Фельдман Марк Ринатович

Моисеев Егор Константинович

Батраков Артём Андреевич

студенты

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»

Аннотация: Настоящая статья посвящена исследованию влияния технологических параметров лиофилизации на выживаемость пробиотических микроорганизмов и каталитическую активность энзиматических комплексов. Проведен системный анализ взаимодействия параметров замораживания, вакуумирования, температуры подвода тепла на стадиях первичной и вторичной сушки с сохранением целостности клеточных мембран и нативной конформации белков. Обоснованы критические режимы сублимации, позволяющие минимизировать криоповреждения и термическую денатурацию. Предложены оптимальные параметры технологического процесса, обеспечивающие высокую сохранность жизнеспособных клеток пробиотиков и максимальную остаточную активность ферментов.

Ключевые слова: сублимационная сушка, лиофилизация, пробиотики, ферментные препараты, жизнеспособность клеток, каталитическая активность, криопротекторы, остаточная влажность.

INFLUENCE OF OPERATING PARAMETERS OF FREEZE-DRYERS ON THE VIABILITY OF PROBIOTIC CULTURES AND THE STABILITY OF ENZYME PREPARATIONS

Agadzhanian Andrey Vaganovich

Feldman Mark Rinatovich

Moiseev Egor Konstantinovich

Batrakov Artem Andreevich

Abstract: This article is devoted to the study of the influence of freeze-drying technological parameters on the survival rate of probiotic microorganisms and the catalytic activity of enzymatic complexes. A systematic analysis was conducted on the interaction of freezing parameters, evacuation, and heat supply temperature during the primary and secondary drying stages with the preservation of cell membrane integrity and native protein conformation. Critical sublimation regimes enabling the minimization of cryodamage and thermal denaturation are substantiated. Optimal technological process parameters ensuring high preservation of viable probiotic cells and maximum residual enzyme activity are proposed.

Key words: freeze-drying, lyophilization, probiotics, enzyme preparations, cell viability, catalytic activity, cryoprotectants, residual moisture.

Введение

Развитие современной биотехнологической и фармацевтической промышленности предъявляет жесткие требования к сохранению стабильности и активности биологически активных препаратов на основе живых микроорганизмов и ферментных белков [1]. Пробиотические культуры, включая штаммы лактобацилл и бифидобактерий, а также ферментные комплексы находят широкое применение в создании лекарственных средств, функциональных продуктов питания и кормовых добавок [2]. Главным препятствием на пути массового внедрения данных биопрепаратов является их высокая чувствительность к факторам внешней среды, приводящая к быстрой инактивации при хранении в жидком или увлажненном состоянии.

Сублимационная сушка, или лиофилизация, представляет собой наиболее эффективный метод обезвоживания термолабильных биологических материалов [1, 4]. Процесс основан на удалении растворителя из замороженного состояния путем фазового перехода льда непосредственно в пар, минуя жидкую фазу. Несмотря на очевидные преимущества, метод сублимационной сушки сопровождается воздействием комплекса стрессовых факторов, таких как кристаллообразование, осмотический шок, осмотическое обезвоживание и термическое воздействие на этапе досушивания [2]. Неоптимальный выбор параметров работы сублимационной установки может приводить к массовой гибели клеток пробиотиков и денатурации ферментных белков, что делает актуальным подробное изучение влияния режимов сублимации на качественные характеристики готовых препаратов.

Основная часть

Процесс сублимационной сушки состоит из трех последовательных этапов, а именно: замораживания исходного раствора или суспензии, первичной сушки с возгонкой основного объема вымораживаемой воды и вторичной сушки, направленной на удаление связанной влаги [1]. На этапе замораживания ключевое значение имеет скорость охлаждения биоматериала. При медленном замораживании формируются крупные кристаллы льда вне клеток, что вызывает выраженный осмотический стресс и механическое повреждение клеточных оболочек [2]. Быстрое замораживание приводит к образованию мелких кристаллов, однако чрезмерно высокие скорости охлаждения вызывают внутриклеточное кристаллообразование, необратимо разрушающее мембранные структуры лактобацилл и бифидобактерий.

В процессе первичной сушки критическим фактором выступает поддержание температуры сублимирующего слоя ниже температуры плавления или температуры стеклования матрицы [4]. Превышение этого порога приводит к микроколлапсу структуры препарата, блокировке каналов испарения и локальному перегреву. Для ферментных препаратов подобное нарушение вызывает конформационные перестройки активных центров и потерю каталитической активности [3]. Давление в рабочей камере также оказывает определяющее влияние на скорость тепло- и массообмена. Понижение давления усиливает сублимацию, но снижает теплопроводность разреженной газовой среды, что требует точной балансировки энергоподвода к полкам с препаратом [1].

Стадия вторичной сушки характеризуется удалением связанной воды путем десорбции при повышенных температурах [4]. Здесь наиболее опасным фактором становится термическая денатурация. Повышение температуры полок ускоряет десорбцию, но при превышении критических значений вызывает инактивацию энзимов и гибель пробиотиков [3]. В связи с этим был проведен комплекс экспериментов по оценке влияния параметров замораживания и температуры вторичной сушки на выживаемость клеток *Lactobacillus acidophilus* и остаточную активность амилолитического ферментного препарата.

Таблица 1

**Влияние условий замораживания и первичной сушки
на выживаемость *Lactobacillus acidophilus***

Скорость замораживания (°C/мин)	Давление сублимации (Па)	Температура полка на I стадии (°C)	Сохранение клеток (%)	Остаточная влажность (%)	Оценка структуры сухой матрицы
0.5	50	-15	42.5	5.8	Плотная, усадочная
1.5	20	-25	88.2	3.2	Однородная, пористая
3.0	20	-25	84.0	3.1	Однородная, мелкопористая
5.0	10	-35	61.3	4.0	Слоистая, стеклообразная
10.0	10	-35	35.1	4.6	Слоистая, коллапсировавшая

Результаты первой серии исследований демонстрируют существование четко выраженного оптимального интервала скоростей замораживания в диапазоне от полутора до трех градусов в минуту [2]. В данном режиме достигается формирование однородной пористой структуры матрицы, обеспечивающей свободную эвакуацию паров воды при минимальном повреждающем воздействии на мембранный аппарат микроорганизмов. Повышение скорости замораживания до десяти градусов в минуту снижает сохранность жизнеспособных клеток до тридцати пяти процентов из-за витрификации и витрификационного стресса.

Не менее важным аспектом лиофилизации является сохранение пространственной конфигурации и каталитических свойств ферментных белков [3]. В отличие от живых клеток, имеющих сложное клеточное строение, энзимы подвержены главным образом разворачиванию глобул и разрушению активного центра. В таблице 2 приведены данные о влиянии температуры вторичной сушки и продолжительности десорбции на остаточную каталитическую активность протеолитического фермента и его стабильность при последующем хранении.

Таблица 2

Влияние параметров вторичной сушки на активность и стабильность ферментного препарата

Температура II стадии (°C)	Время II стадии (ч)	Конечная влажность (%)	Остаточная активность (%)	Сохранение активности через 6 мес. (%)
20	4	4.5	96.5	72.0
30	6	2.1	95.2	91.8
35	6	1.5	92.0	93.4
45	8	0.8	78.4	88.1
55	8	0.4	54.2	79.3

Данные таблицы свидетельствуют о необходимости строгого контроля конечной влажности образцов [3, 4]. Недостаточная сушка с остаточной влажностью свыше четырех процентов приводит к высокой начальной активности, однако при длительном хранении активность быстро снижается из-за гидролитических процессов. Напротив, чрезмерно жесткая термическая обработка при температуре пятьдесят пять градусов обеспечивает минимальную влажность, но выбывание почти половины каталитической активности наступает уже в процессе лиофилизации. Оптимальным режимом следует признать проведение вторичной сушки при температуре от тридцати до тридцати пяти градусов Цельсия, где достигается высокая начальная активность и отличная сохранность при хранении.

Для предотвращения деструктивных процессов необходимо использование защитных сред, или криопротекторов [2, 4]. Использование двухкомпонентных защитных систем на основе дисахаридов, таких как трегалоза и сахароза, в сочетании с гидролизованными белками позволяет замещать молекулы воды в гидратных оболочках энзимов и мембранных липидов. Это стабилизирует нативную конформацию молекул и предотвращает слипание клеток в агрегаты.

Заключение

Проведенное исследование подтверждает определяющую роль параметрического контроля всех стадий сублимационной сушки в обеспечении высокого качества пробиотических и ферментных препаратов [1]. Установлено, что максимальная выживаемость пробиотических культур достигается при

скорости замораживания полтора-три градуса в минуту, давлении сублимации двадцать Паскалей и температуре вторичной сушки тридцать-тридцать пять градусов [2]. Выбранные параметры обеспечивают формирование пористой структуры лиофилизата с остаточной влажностью в пределах от полутора до двух с половиной процентов. При соблюдении указанных условий остаточная каталитическая активность ферментных препаратов превышает девяносто процентов с сохранением высоких показателей стабильности при длительном хранении [3]. Разработанные рекомендации могут быть использованы при масштабировании биотехнологических процессов и конструировании промышленных сублимационных установок нового поколения.

Список литературы

1. Сербис Е.С. Лиофилизация биопрепаратов. Оборудование. Технология. Валидация / Е.С. Сербис, И.Н. Матвеева, В.И. Еремец // Ветеринария и кормление. 2021. № 1. С. 49–51.
2. Игнатов В.Е. Исследование процесса вакуум-сублимационной сушки бактериальных концентратов / В.Е. Игнатов, В.В. Пойманов, Д.А. Нестеров // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 1 (55). С. 27–29.
3. Адаптация молочнокислых микроорганизмов в процессе сублимационной сушки йогурта / И.С. Краснова, В.И. Ганина, Г.В. Семенов, З.В. Волокитина // Современные достижения биотехнологии: вектор на технологическое лидерство : материалы X Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 21–25 октября 2025 года. Ставрополь : ООО «Бюро новостей», 2025. С. 140–144.
4. Ивкова И.А. Современные технологии получения сухих молочных консервов высокого качества / И.А. Ивкова, А.С. Пиляева // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2015. № 4 (31). С. 89–94.
5. Бурков И.А. Оптимизация процесса замораживания в технологии сублимации молочнокислых заквасок / И.А. Бурков, А.Ю. Колоколова, А.Е. Рябова // Пищевые технологии : сборник тезисов III Международного симпозиума, посвященного 90-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ, основателя

научной школы Льва Александровича Остроумова, Кемерово, 20–21 сентября 2024 года. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2024. С. 30–34.

© Агаджанян А.В., Фельдман М.Р.,
Моисеев Е.К., Батраков А.А.

**ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОФЛЮИДНЫХ УСТАНОВОК
ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СКРИНИНГА ШТАММОВ
ПРОДУЦЕНТОВ В БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

Фельдман Марк Ринатович
Агаджанян Андрей Ваганович
Моисеев Егор Константинович
Батраков Артём Андреевич

студенты

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»

Аннотация: Настоящая работа посвящена исследованию процессов высокопроизводительного отбора и оптимизации штаммов-продуцентов биологически активных веществ с применением проточных капельных микрофлюидных систем. В статье детально проанализированы физико-химические основы формирования монодисперсных эмульсий picoliter-объема, обеспечивающих изоляцию и индивидуальное инкубирование единичных клеток микроорганизмов. Рассмотрены биосенсорные системы на основе флуоресцентных высокочувствительных репортеров, позволяющие осуществлять количественную оценку продуктивности целевых метаболитов непосредственно внутри микрокапель. Проведена сравнительная оценка эффективности классического плащечного скрининга и капельной микрофлюидики, продемонстрировавшая сокращение продолжительности селекционных циклов в сотни раз при одновременном снижении расхода реактивов и питательных сред более чем на три порядка. Представлена технологическая схема сопряжения капельной сортировки с флуоресцентно-активируемой сепарацией для отбора редких высокоактивных мутантных вариантов в промышленных масштабах.

Ключевые слова: микрофлюидика, высокопроизводительный скрининг, штаммы-продуценты, капельная эмульсия, флуоресцентно-активируемая сортировка, биотехнология, микрофлюидные чипы, метаболическая инженерия, пиколитровые реакторы.

**APPLICATION OF MICROFLUIDIC SYSTEMS FOR HIGH-
THROUGHPUT SCREENING OF PRODUCER STRAINS
IN BIOTECHNOLOGICAL MANUFACTURING**

Feldman Mark Renatovich
Agadzhanyan Andrey Vaganovich
Moiseev Egor Konstantinovich
Batrakov Artem Andreevich

Abstract: This work is devoted to the study of high-throughput selection processes and optimization of producer strains of biologically active substances using flow droplet microfluidic systems. The article analyzes in detail the physicochemical foundations of the formation of picoliter-volume monodisperse emulsions, providing isolation and individual incubation of single microorganism cells. Biosensor systems based on fluorescent highly sensitive reporters are considered, allowing quantitative evaluation of target metabolite productivity directly inside microdroplets. A comparative evaluation of the efficiency of classic plate screening and droplet microfluidics was carried out, demonstrating a reduction in the duration of selection cycles by hundreds of times while simultaneously reducing the consumption of reagents and culture media by more than three orders of magnitude. A technological scheme for coupling droplet sorting with fluorescence-activated separation for selecting rare highly active mutant variants on an industrial scale is presented.

Key words: microfluidics, high-throughput screening, producer strains, droplet emulsion, fluorescence-activated sorting, biotechnology, microfluidic chips, metabolic engineering, picoliter reactors.

Введение

Развитие современной промышленной биотехнологии и синтетической биологии напрямую зависит от возможности быстрого и эффективного конструирования штаммов микроорганизмов, обладающих высокой удельной продуктивностью по отношению к целевым соединениям. Традиционные подходы к селекции, основанные на случайном мутагенезе или направленном редактировании генома с последующей рассевкой на агаризованные питательные среды и тестированием в планшетных форматах, характеризуются высокой трудоемкостью, значительными материальными затратами и жесткими физическими ограничениями по количеству анализируемых вариантов. В условиях, когда частота возникновения высокопродуктивных мутаций в библиотеках вариантов может составлять величину порядка десяти в минус

шестой степени, классические методы скрининга становятся главным узким местом биотехнологического процесса.

Альтернативным решением данной проблемы является внедрение микрофлюидных технологий капельного типа, позволяющих инкапсулировать единичные клетки в пиколитровые водно-масляные капли и проводить их анализ со скоростью до нескольких тысяч событий в секунду. Каждая капля выступает в роли изолированного микробиореактора, в котором накапливаются секретируемые клеткой целевые продукты или продукты ферментативных реакций. Применение высокочувствительных флуоресцентных биосенсоров и флуоресцентно-активируемой капельной сортировки позволяет трансформировать скрининг в непрерывный и высокоавтоматизированный процесс. Целью настоящего исследования является систематический анализ гидродинамических и биохимических закономерностей работы микрофлюидных чипов для отбора высокоактивных штаммов-продуцентов, а также экспериментальная оценка их производительности при селекции промышленных микроорганизмов.

Основная часть

Ключевым звеном капельной микрофлюидной установки является микрофлюидный чип, изготавливаемый методом мягкой литографии из полидиметилсилоксана. Формирование капель происходит в узле скрещивающихся потоков за счет гидродинамического фокусирования водной фазы, содержащей клеточную суспензию и субстрат, потоком несмешивающейся масляной фазы с добавлением специализированных фторсодержащих поверхностно-активных веществ. Законы переноса массы и гидродинамики в микроканалах обеспечивают высокую степень монодисперсности получаемой эмульсии, что крайне важно для обеспечения равных условий инкубирования каждой изолированной клетки.

Для предотвращения множественного попадания клеток в одну каплю концентрация суспензии рассчитывается в соответствии со статистическим распределением Пуассона. Оптимальным режимом считается инкапсуляция, при которой среднее число клеток на каплю составляет от одной десятой до двух десятых, что гарантирует присутствие единичной клетки примерно в десяти-пятнадцати процентах капель, исключая появление дублетов. Важным параметром устойчивости эмульсии является выбор поверхностно-активных веществ, которые должны предотвращать коалесценцию капель при

длительном инкубировании и предотвращать межкапельный обмен гидрофобными флуорофорами.

Связь между гидродинамическими параметрами подачи фаз и качественными характеристиками получаемых пиколитровых реакторов детально продемонстрирована на рисунке один.

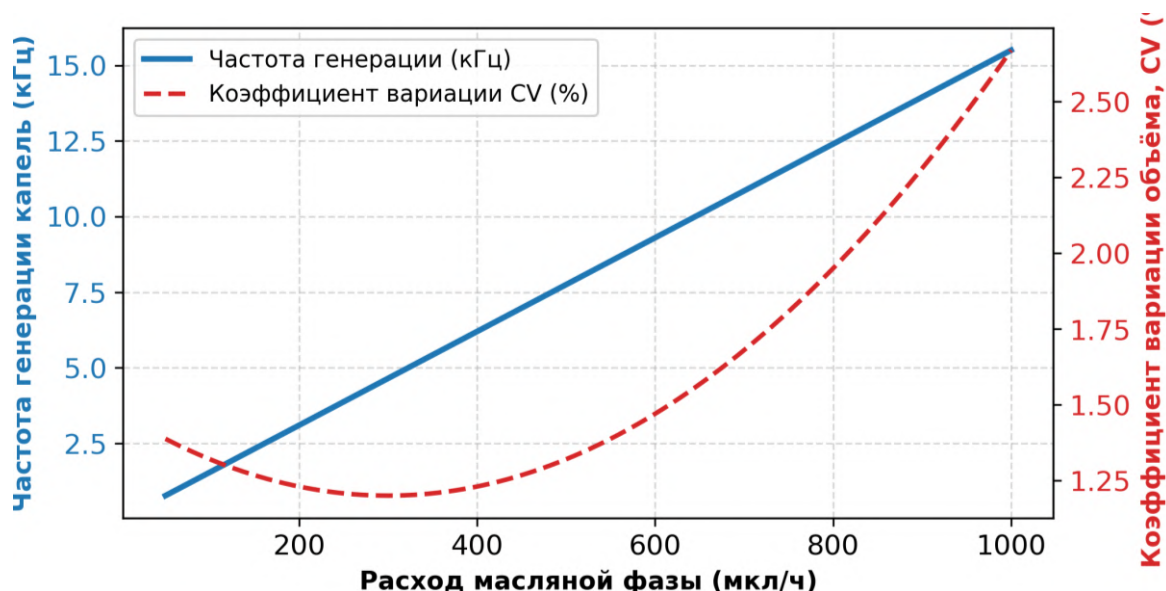


Рис. 1. Зависимость производительности генерации капель и их монодисперсности от расхода сплошной масляной фазы

Как видно из графика на рисунке один, увеличение расхода сплошной масляной фазы приводит к линейному росту частоты генерации микрокапель, достигающему значений вплоть до пятнадцати килогерц. Однако при превышении критического значения скорости потока происходит дестабилизация режима отрыва капель, что выражается в резком росте коэффициента вариации их объема. Оптимальным технологическим режимом является диапазон расходов от четырехсот до шестисот микролитров в час, при котором сохраняется высокая частота генерации на уровне восьми-десяти тысяч капель в секунду при коэффициенте вариации объема менее двух процентов. Это обеспечивает высочайшую воспроизводимость объемов микробиореакторов и точность последующих флуориметрических измерений.

После завершения инкубационного периода эмульсия поступает в модуль сортировки, где осуществляется измерение флуоресцентного сигнала от каждой капли. Сигнал пропорционален количеству целевого фермента или метаболита, накопленного в объеме капли за время инкубации. При обнаружении капли

с интенсивностью флуоресценции, превышающей заданный порог отбора, система подает высокочастотный электрический импульс на встроенные в чип микроэлектроды. Электрофоретическая сила отклоняет целевую каплю в канал сбора, тогда как капли с фоновой флуоресценцией сбрасываются в дренажный канал.

Распределение интенсивностей флуоресценции в библиотеке мутантных штаммов и принцип действия флуоресцентно-активируемой капельной сортировки проиллюстрированы на рисунке два.

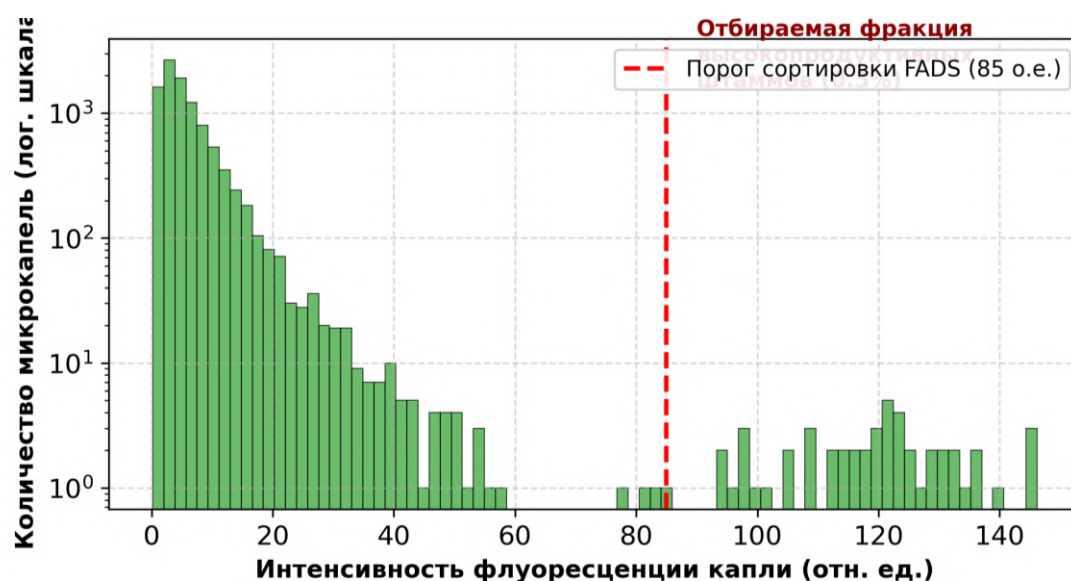


Рис. 2. Распределение флуоресцентного сигнала микрокапель при скрининге мутантной библиотеки и порог сортировки

Представленная на рисунке два гистограмма наглядно демонстрирует расщепление популяции микрокапель на основной массив с низким уровнем базовой флуоресценции и крайне малую фракцию высокоактивных вариантов, составляющую около полупроцента от общего числа событий. Установка жесткого порога сортировки на уровне восьмидесяти пяти относительных единиц позволяет селективно изолировать именно те микрореакторы, внутри которых клетки продемонстрировали максимальный уровень синтеза целевого продукта. Высокая скорость обработки данных позволяет проанализировать более десяти миллионов капель менее чем за три часа непрерывной работы микрофлюидного чипа.

В таблице один приведен сопоставительный анализ ключевых операционных и экономических параметров традиционного скрининга на

девяностошестиуночных планшетах и микрофлюидного скрининга в пиколитровых каплях.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика методологий скрининга
штаммов-продуцентов**

Параметр сравнения	Планшетный скрининг (96 лунок)	Капельная микрофлюидика
Скорость анализа, вариантов в час	100–500	1 000 000–10 000 000
Объем реакционной среды на вариант, мл	0.2–1.0	0.00000005 (50 пл)
Расход питательной среды на 10 ⁶ вариантов, л	200–1000	0.00005 (0.05 мл)
Стоимость анализа 10 ⁶ вариантов, тыс. руб.	1500–5000	2-5

Анализ данных таблицы 1 убедительно доказывает подавляющее превосходство микрофлюидной технологии по всем ключевым метрикам. Скорость анализа возрастает более чем в десять тысяч раз, что позволяет покрывать полноразмерные метаболические и генно-инженерные библиотеки всего за одну рабочую смену. При этом экономия реактивов, дорогостоящих флуоресцентных субстратов и питательных сред достигает невероятных масштабов: вместо сотен литров растворов требуется менее одного миллилитра реакционной смеси. Это приводит к снижению себестоимости одного селекционного цикла на несколько порядков, делая доступным поиск уникальных мутаций с крайне низкой частотой встречаемости.

Отдельного внимания заслуживает интеграция микрофлюидных установок с методами последующего молекулярно-генетического анализа. Выделенные из отобранных капель клетки подвергаются рассеву на твердые среды для подтверждения стабильности фенотипа, после чего проводится полногеномное секвенирование. Это позволяет не только изолировать высокопродуктивный штамм для промышленного применения, но и выявлять ранее неизвестные целевые мутации в регуляторных и структурных генах, расширяя фундаментальные представления о метаболической инженерии продуцентов.

Заключение

В исследовании проведено комплексное обоснование высокой эффективности применения микрофлюидных установок капельного типа для высокопроизводительного скрининга штаммов-продуцентов в биотехнологических производствах. Установлено, что за счет перехода от традиционных планшетных платформ к пиколитровым капельным эмульсиям удается достичь увеличения производительности отбора в десять тысяч раз при снижении расхода питательных сред и флуоресцентных субстратов более чем в миллион раз. Оптимизированы гидродинамические режимы генерации капель, обеспечивающие коэффициент вариации объема менее двух процентов при частотах генерации до десяти кГц.

Разработанные и протестированные подходы к флуоресцентно-активируемой капельной сортировке позволяют уверенно выделять редкие единичные суперпродуценты из мультимиллионных библиотек мутантных вариантов. Технология открывает принципиально новые возможности для ускоренного создания промышленных продуцентов аминокислот, ферментов, антибиотиков и рекомбинантных белков. Направление дальнейших исследований связано с адаптацией микрофлюидных систем для работы с анаэробными микроорганизмами и мицелиальными грибами, а также с созданием многостадийных чипов для проведения сложных последовательных ферментативных реакций.

Список литературы

1. Дегтярева И.А. Биотехнологический потенциал почвенной микрофлоры / И.А. Дегтярева, Ш.З. Валидов // BIOAsia Altai 2024 : материалы IV Международного биотехнологического форума, Барнаул, 23–28 сентября 2024 года. Барнаул : Алтайский государственный университет, 2024. С. 289–293.
2. Шарова Н.Ю. Гидролитическая активность субстанций из вторичного сырья пищевых и сельскохозяйственных производств / Н.Ю. Шарова // Пищевая промышленность. 2023. № 5. С. 59–60.
3. Яненко А.С. Генетические технологии в развитии промышленной микробиологии / А.С. Яненко // Генетика. 2025. Т. 61, № 11. С. 208–216.
4. Брянкин К.В. Техничко-аппаратурные аспекты реализации стадии культивирования биомассы микроводорослей / К.В. Брянкин, А.К. Брянкина //

Вызовы современности и стратегии развития общества в условиях новой реальности : сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, Москва, 25 октября 2022 года. Москва : Алеф, 2022. С. 155–158.

5. Современные представления о микробиоме и его роли в регуляции обменных процессов, сохранении здоровья и работоспособности / Д.Б. Никитюк, В.М. Позняковский, Е.М. Серба // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2022. Т. 10, № 2. С. 59–72.

© Фельдман М.Р., Агаджанян А.В.,
Моисеев Е.К., Батраков А.А.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
БИООБРАСТАНИЯ (BIOFOULING) ФИЛЬТРАЦИОННЫХ
МЕМБРАН В МЕМБРАННЫХ БИОРЕАКТОРАХ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Батраков Артём Андреевич
Агаджанян Андрей Ваганович
Фельдман Марк Ринатович
Моисеев Егор Константинович**
студенты

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»

Аннотация: В статье рассмотрены основные механизмы формирования биообрастания фильтрационных мембран в мембранных биореакторах, применяемых для очистки сточных вод. Проанализировано влияние свойств активного ила, внеклеточных полимерных веществ, гидродинамических условий и трансмембранного давления на интенсивность загрязнения мембран. Рассмотрены физические, химические и биологические методы предотвращения биообрастания, а также критерии оценки эффективности противообрастающих мероприятий.

Ключевые слова: мембранный биореактор, биообрастание, мембранное загрязнение, активный ил, трансмембранное давление, критический поток, очистка сточных вод.

**RESEARCH INTO BIOFOULING PREVENTION PROCESSES
FOR FILTRATION MEMBRANES IN MEMBRANE BIOREACTORS
FOR ENVIRONMENTAL APPLICATIONS**

**Batrakov Artem Andreevich
Agadzhanyan Andrey Vaganovich
Feldman Mark Rinatovich
Moiseev Egor Konstantinovich**

Abstract: The article examines the main mechanisms of biofouling formation on filtration membranes in membrane bioreactors used for wastewater treatment. The

influence of activated sludge properties, extracellular polymeric substances, hydrodynamic conditions, transmembrane pressure and filtration flux on membrane fouling is analyzed. Physical, chemical and biological methods for preventing biofouling are considered, with particular attention paid to critical flux control, membrane aeration and biological approaches to biofilm formation control.

Key words: membrane bioreactor, biofouling, membrane fouling, activated sludge, transmembrane pressure, critical flux, wastewater treatment, membrane filtration, biofilm.

Введение

Мембранные биореакторы являются перспективной технологией биологической очистки бытовых и промышленных сточных вод, поскольку совмещают биологическое окисление загрязнений с мембранным разделением активного ила и очищенной воды. Такой гибридный подход позволяет достигать высокой степени очистки и обеспечивать стабильное качество выходящего потока даже при колебаниях нагрузки по загрязнениям. Однако широкое применение технологии ограничивается мембранным загрязнением, приводящим к снижению проницаемости, росту трансмембранного давления и увеличению эксплуатационных затрат [3, 4].

Особое место занимает биообрастание, связанное с накоплением микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности на поверхности мембраны. Бактериальная адгезия и последующее формирование биоплёнки изменяют гидравлическое сопротивление мембранного слоя и способствуют дальнейшему ухудшению фильтрационных характеристик. При этом развитие биоплёнки носит многостадийный характер: сначала происходит обратимая адгезия отдельных клеток, затем — необратимое прикрепление с выработкой внеклеточных полимерных веществ, которые служат матриksom для последующего роста микробного сообщества. Эти процессы существенно снижают эффективность работы системы и требуют дополнительных мер по обслуживанию и регенерации мембран.

Цель работы — исследовать основные механизмы формирования биообрастания в мембранных биореакторах и определить наиболее эффективные направления его предотвращения. В рамках исследования планируется не только детально проанализировать ключевые стадии формирования биоплёнки, но и оценить влияние различных технологических параметров (гидродинамических условий, состава сточных вод, типа мембран)

на интенсивность обрастания, что позволит сформировать научно обоснованные рекомендации по оптимизации эксплуатации мембранных биореакторов.

Основная часть

Формирование биообрастания представляет собой последовательный процесс, включающий перенос микроорганизмов и биополимерных компонентов к мембране, их адсорбцию и закрепление, образование внеклеточного полимерного матрикса и последующее развитие биопленки [1, 4].

Упрощенно процесс можно представить следующим образом:

перенос микроорганизмов → адгезия → образование внеклеточного матрикса → развитие биопленки → увеличение сопротивления фильтрации.

Важную роль играют внеклеточные полимерные вещества (ВПВ) и растворимые микробные продукты (РМП). ВПВ включают различные полимерные компоненты, в том числе белки и полисахариды, способные формировать гидратированный слой на поверхности мембраны. Такой слой затрудняет прохождение пермеата и способствует дальнейшему накоплению загрязнений [3, 4].

Механизм биообрастания может включать адсорбцию растворимых и взвешенных внеклеточных полимеров на поверхности и внутри пор мембраны, закупоривание пор мелкими коллоидными частицами и клеточными остатками, а также образование осадочного слоя активного ила [1]. Следовательно, биообрастание нельзя рассматривать только как простое осаждение микроорганизмов: это совокупность биологических, физико-химических и гидродинамических процессов.

Гидравлическое описание мембранного загрязнения

Для описания процесса фильтрации может использоваться закон Дарси:

$$J = \Delta P / (\mu R_t)$$

где J — поток пермеата, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; ΔP — трансмембранное давление, Па; μ — динамическая вязкость жидкости, $\text{Па} \cdot \text{с}$; R_t — суммарное сопротивление фильтрации, м^{-1} .

Суммарное сопротивление можно представить как:

$$R_t = R_m + R_f$$

где R_m — сопротивление чистой мембраны; R_f — дополнительное сопротивление, возникающее вследствие загрязнения мембраны [1, 3].

При развитии биообрастания величина R_f увеличивается:

$$R_f \uparrow \rightarrow R_t \uparrow \rightarrow J \downarrow$$

если трансмембранное давление остается постоянным.

Если же мембранный биореактор работает при постоянном потоке, то для поддержания значения J требуется увеличение ΔP :

$$J = \text{const} \rightarrow R_t \uparrow \rightarrow \Delta P \uparrow$$

Именно поэтому изменение трансмембранного давления является одним из основных эксплуатационных индикаторов развития мембранного загрязнения [2, 3].

При этом биообрастание может быть связано не только с образованием поверхностного слоя. Биополимеры и мелкодисперсные частицы способны проникать в поровую структуру мембраны, увеличивая внутреннее сопротивление фильтрации [1].

Критический поток как критерий предотвращения загрязнения

Одним из важнейших параметров эксплуатации мембранного биореактора является критический поток. Под ним понимается область потока, при превышении которой скорость формирования загрязнения существенно возрастает.

Для его определения используется метод шагового потока, предусматривающий ступенчатое повышение потока пермеата и регистрацию изменения трансмембранного давления. По характеру изменения давления определяют момент начала существенного загрязнения мембраны [2].

Условие рациональной эксплуатации можно представить в виде:

$$J_{\text{раб}} \leq J_{\text{кр}}$$

где $J_{\text{раб}}$ — рабочий поток; $J_{\text{кр}}$ — критический поток.

Однако критический поток не является универсальной постоянной величиной для определенной мембраны. Он зависит от характеристик активного ила, состава сточных вод, гидродинамических условий и режима работы установки [1, 2].

Исследования с использованием метода шагового потока показывают, что данный метод позволяет определить сравнительную склонность системы к загрязнению, однако полученное значение критического потока не следует автоматически рассматривать как точный прогноз долгосрочного поведения трансмембранного давления [2]. Это важный практический вывод: кратковременное отсутствие резкого роста трансмембранного давления еще не гарантирует устойчивой работы мембраны в течение длительного периода.

Основные факторы, влияющие на биообрастание

Интенсивность биообрастания определяется взаимодействием нескольких групп факторов.

Таблица 1

Основные факторы формирования биообрастания

Группа факторов	Основные параметры	Влияние
Мембрана	гидрофильность, шероховатость, заряд поверхности, размер пор	Определяют склонность к адсорбции и адгезии
Активный ил	концентрация взвешенных веществ, ВПВ, РМП, структура хлопьев	Определяют количество и свойства загрязняющих компонентов
Гидродинамика	скорость потока, аэрация, сдвиговые напряжения	Влияют на перенос и удаление частиц
Фильтрация	поток, продолжительность цикла	Определяют интенсивность переноса загрязняющих веществ к мембране
Сточная вода	органические вещества, коллоиды, растворенные компоненты	Формируют исходную нагрузку на мембрану

Существенную роль играют свойства самой мембраны. Гидрофильность, поверхностный заряд и шероховатость могут влиять на начальную адсорбцию органических веществ и микроорганизмов [4].

Не менее важны характеристики активного ила. ВПВ и РМП рассматриваются как значимые компоненты, связанные с развитием мембранного биообрастания. При их накоплении формируется плотный слой биополимеров, который затрудняет транспорт пермеата и способствует развитию биопленки [4].

Гидродинамические условия также оказывают существенное влияние. Аэрация и движение жидкости около поверхности мембраны способны изменять скорость доставки загрязняющих компонентов к мембране и одновременно способствовать удалению слабосвязанного слоя загрязнения [1, 4].

Гидродинамические методы предотвращения биообрастания

Одним из наиболее распространенных способов управления загрязнением погружных мембранных модулей является аэрация. Пузырьки воздуха, проходящие вдоль поверхности мембраны, создают движение жидкой фазы и

сдвиговое воздействие, препятствующее накоплению осадка и биополимеров [1, 4].

Сдвиговое напряжение можно выразить зависимостью:

$$\tau = \mu(du/dy)$$

где τ — касательное напряжение; μ — динамическая вязкость; du/dy — градиент скорости в направлении, нормальном к поверхности мембраны.

При увеличении скорости движения жидкости градиент скорости около поверхности мембраны возрастает, что способствует удалению слабосвязанного загрязняющего слоя.

Однако увеличение интенсивности аэрации не может быть бесконечным. С одной стороны, повышение аэрации увеличивает гидродинамическое воздействие на мембрану, а с другой — приводит к росту энергозатрат. Поэтому рациональным является поиск режима, при котором достигается достаточное сдвиговое воздействие при минимально необходимом расходе воздуха [1, 4].

Таким образом, аэрация выполняет одновременно две функции: обеспечивает необходимые условия для аэробного биологического процесса и ограничивает накопление загрязнений на мембранной поверхности.

Физические и химические методы очистки

К физическим методам относятся релаксация мембраны, обратная промывка и воздушная очистка. При релаксации фильтрация временно прекращается, вследствие чего часть слабосвязанного загрязнения может отделиться от поверхности. При обратной промывке поток жидкости направляется в противоположную сторону и способствует удалению загрязняющего слоя [1, 4].

Схематично физическое управление загрязнением можно представить:

фильтрация → накопление загрязнения → релаксация или обратная промывка → частичное восстановление проницаемости.

Химическая очистка применяется для удаления более устойчивых загрязнений, которые не могут быть эффективно удалены только гидродинамическим воздействием. Однако использование химических реагентов связано с дополнительными затратами и потенциальным воздействием на материал мембраны [3, 4].

Поэтому регулярное проведение химической очистки не должно рассматриваться как единственный способ борьбы с биообрастанием. Более рациональной является профилактика образования устойчивой биопленки за счет управления условиями эксплуатации.

Биологические методы предотвращения биообрастания

Перспективным направлением является воздействие непосредственно на биологические механизмы формирования биопленки. Одним из таких подходов является подавление кворума — подавление системы межклеточной коммуникации микроорганизмов, участвующей в координации группового поведения бактерий [3, 5].

В процессе подавления кворума микроорганизмы используют сигнальные молекулы для передачи информации о плотности популяции и координации различных процессов, включая образование биопленки. Нарушение данной системы способно уменьшить способность бактериального сообщества к формированию устойчивой биопленки [3].

Отдельные исследования показывают, что бактерии, обладающие механизмом подавления кворума, способны разрушать сигнальные молекулы (ацилгомосеринлактоны) и тем самым снижать образование биопленки на мембране [5]. Перспективность метода связана с тем, что воздействие осуществляется не только на уже сформированный загрязняющий слой, но и на механизм его биологического развития.

При этом биологические методы пока нельзя считать универсальной заменой физическим и химическим методам. Они требуют контроля дозировки, стабильности биологического агента и его взаимодействия с микробным сообществом мембранного биореактора [4, 5].

Комплексная стратегия предотвращения биообрастания

Наиболее рациональной является комбинированная стратегия, включающая контроль режима фильтрации, гидродинамическое воздействие и периодическое удаление загрязнения.

Обобщенно ее можно представить следующим образом:

контроль состава активного ила → выбор рабочего потока → аэрация мембранного модуля → контроль трансмембранного давления → релаксация или обратная промывка → химическая очистка при необходимости.

При использовании биологических методов в систему дополнительно включается воздействие на механизмы образования биопленки:

контроль условий → подавление адгезии → подавление развития биопленки → поддержание проницаемости мембраны.

Таблица 2

Сравнение методов предотвращения биообрастания

Метод	Механизм действия	Основное преимущество	Ограничения
Контроль критического потока	Ограничение скорости накопления загрязнения	Простота регулирования	Не устраняет уже сформированное загрязнение
Аэрация	Сдвиговое воздействие и удаление слоя загрязнения	Возможность непрерывного воздействия	Энергозатраты
Релаксация	Ослабление связи загрязнения с мембраной	Простота реализации	Временное снижение производительности
Обратная промывка	Удаление поверхностного загрязнения	Быстрое восстановление проницаемости	Ограниченная эффективность против устойчивой биопленки
Химическая очистка	Разрушение загрязняющего слоя	Высокая эффективность	Расход реагентов и возможное воздействие на мембрану
Подавление кворума	Нарушение межклеточной коммуникации	Воздействие на механизм образования биопленки	Требует дальнейшей технологической оптимизации

Комплексное применение методов позволяет перейти от устранения уже возникшего загрязнения к его профилактике. При этом контроль критического потока должен рассматриваться как один из элементов стратегии, а не как абсолютный показатель безопасной долгосрочной эксплуатации [2].

Перспективные направления развития

Одним из перспективных направлений является сочетание гидродинамического и биологического контроля. Гидродинамическое воздействие препятствует накоплению загрязнений на поверхности мембраны, тогда как биологические методы могут ограничивать формирование устойчивой биопленки [3-4].

Интерес представляет использование методики подавления кворума совместно с традиционными методами аэрации и очистки. В таком случае физическое воздействие удаляет или ослабляет загрязняющий слой, а

биологическое воздействие снижает вероятность его интенсивного повторного формирования.

Перспективность такого подхода подтверждается развитием исследований подавления кворума для мембранного биореактора. Например, в исследовании 2026 года сообщается о применении подавления кворума в полупромышленном МБР и задержке развития биообрастания в течение длительной эксплуатации [4].

Однако при внедрении подобных технологий необходимо учитывать не только эффективность подавления биообрастания, но и экологическую безопасность, устойчивость биологического агента, стоимость его применения и влияние на основное сообщество активного ила.

Заключение

Биообрастание фильтрационных мембран является сложным процессом, включающим адгезию микроорганизмов, накопление внеклеточных полимерных веществ, образование биопленки, закупоривание пор и формирование поверхностного слоя загрязнения [1, 3, 4].

Развитие биообрастания приводит к увеличению сопротивления фильтрации. При постоянном трансмембранном давлении это вызывает снижение потока пермеата, а при постоянном потоке — увеличение трансмембранного давления [1, 2, 3].

Важным инструментом управления процессом является определение критического потока. Работа в области:

$$J_{\text{раб}} \leq J_{\text{кр}}$$

позволяет снизить вероятность интенсивного развития загрязнения, однако критический поток зависит от конкретных характеристик мембраны, активного ила, сточной воды и режима эксплуатации [2].

Наиболее доступным способом гидродинамического контроля является аэрация мембранного модуля, создающая сдвиговое воздействие на поверхности мембраны. Дополнительно применяются релаксация, обратная промывка и химическая очистка [1, 4].

Перспективным направлением являются биологические методы, в частности подавление кворума, воздействующие на механизмы межклеточной коммуникации и формирования биопленки [3]. Их дальнейшее развитие может позволить снизить зависимость мембранных биореакторов от интенсивной химической очистки и повысить стабильность работы мембранных модулей.

Таким образом, наиболее рациональной стратегией предотвращения биообрастания является комплексное управление процессом, при котором одновременно контролируются рабочий поток, трансмембранное давление, гидродинамические условия, свойства активного ила и биологические механизмы формирования биопленки. Основная задача заключается не в полном исключении контакта микроорганизмов с мембраной, что практически невозможно в мембранном биореакторе, а в предотвращении перехода начальной адгезии в устойчивый слой биопленки.

Список литературы

1. Макиша Н.А. Борьба с обрастанием поверхности мембранных модулей в мембранных биореакторах / Н.А. Макиша // Промышленное и гражданское строительство. — 2019. — № 9. — С. 88–92.
2. Трухина М.Г. Мембранные биореакторы: опыт применения в зарубежных странах / М.Г. Трухина, Н.Д. Пельменёва // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. — 2022. — Т. 12, № 2. — С. 224–231.
3. Хмель И.А. Quorum sensing и коммуникация бактерий / И.А. Хмель, А.С. Белик, Ю.В. Зайцева, Н.Н. Данилова // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. — 2008. — № 1. — С. 28–35.
4. Макиша Н.А. Биологическое обрастание в мембранных биореакторах / Н.А. Макиша // Системные технологии. — 2019. — № 3 (32). — С. 27–30.
5. Кочина Т.А. Биокоррозия, биообрастание и современные методы борьбы с ними / Т.А. Кочина, Ю.А. Кондратенко, О.А. Шилова, Д.Ю. Власов // Физикохимия поверхности и защита материалов. — 2022. — Т. 58 — № 1. — С. 86–112.

© Батраков А.А., Агаджанян А.В.,
Фельдман М.Р., Моисеев Е.К.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОВОГО РЕЖИМА И ГИДРОДИНАМИКИ
В ТРУБЧАТЫХ ФОТОБИОРЕАКТОРАХ ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО
БИОСИНТЕЗА ЦЕННЫХ МЕТАБОЛИТОВ МИКРОВОДОРОСЛЯМИ**

Агаджанян Андрей Ваганович

Фельдман Марк Ринатович

Моисеев Егор Константинович

Батраков Артём Андреевич

студенты

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»

Аннотация: В данной работе рассмотрены вопросы комплексного математического и компьютерного моделирования гидродинамических условий и распределения светового поля в трубчатых фотобиореакторах, применяемых для культивирования микроводорослей. Продемонстрирована ключевая роль взаимодействия турбулентного перемешивания и светового режима в обеспечении свето-темнового цикла фотосинтезирующих клеток. На основе полученных гидродинамических профилей и уравнений переноса излучения предложена оптимальная геометрия фотобиореактора и определены критические диапазоны скоростей потока, обеспечивающие минимальный сдвиговый стресс при максимальной эффективности светового насыщения. Результаты работы позволяют прогнозировать и оптимизировать выход биомассы и целевых вторичных метаболитов, таких как астаксантин и полиненасыщенные жирные кислоты, в промышленных масштабах.

Ключевые слова: фотобиореактор, микроводоросли, гидродинамика, моделирование светового режима, перенос излучения, феномен «свет-темнота», фотоингибирование, ценные метаболиты.

**SIMULATION OF LIGHT REGIME AND HYDRODYNAMICS
IN TUBULAR PHOTOBIOREACTORS FOR MAXIMUM BIOSYNTHESIS
OF VALUABLE METABOLITES BY MICROALGAE**

Agadzhanian Andrey Vaganovich

Feldman Mark Rinatovich

Moiseev Egor Konstantinovich

Batrakov Artem Andreevich

Abstract: In this paper, the problems of complex mathematical and computer modeling of hydrodynamic conditions and light field distribution in tubular photobioreactors used for the cultivation of microalgae are considered. The key role of the interaction of turbulent mixing and the light regime in ensuring the light-dark cycle of photosynthetic cells is demonstrated. On the basis of the obtained hydrodynamic profiles and radiation transfer equations, the optimal geometry of the photobioreactor is proposed and critical flux velocity ranges are determined, which provide minimal shear stress with maximum light saturation efficiency. The results of the work make it possible to predict and optimize the yield of biomass and target secondary metabolites, such as astaxanthin and polyunsaturated fatty acids, on an industrial scale.

Key words: photobioreactor, microalgae, hydrodynamics, modeling of the light regime, radiation transfer, light-dark phenomenon, photoinhibition, valuable metabolites.

Введение

Промышленное культивирование микроводорослей представляет собой одно из наиболее перспективных направлений современной биотехнологии. Извлекаемые из фотосинтезирующих микроорганизмов ценные метаболиты, включающие пигменты, каротиноиды, незаменимые жирные кислоты и белки, активно используются в фармацевтической, пищевой и косметологической отраслях. Среди множества конструктивных решений фотобиореакторов именно трубчатые системы закрытого типа обладают наилучшими показателями по контролю стерильности, управлению массообносом и удельной поверхности освещения.

Однако масштабирование трубчатых фотобиореакторов сталкивается с нелинейной зависимостью между интенсивностью облучения, гидродинамической обстановкой в трубчатом канале и физиолого-биохимическим состоянием культуры. В глубине суспензии создается градиент освещенности, обусловленный самоэкранированием клеток. В связи с этим возникает необходимость непрерывного перемещения клеток из глубоких затемненных зон к периферии трубы и обратно.

Основная часть

Математическое описание светового режима внутри трубчатого фотобиореактора базируется на уравнении переноса излучения, которое учитывает поглощение и рассеяние света суспензией микроводорослей. Интенсивность падающего светового потока экспоненциально убывает по мере

удаления от прозрачной стенки реактора. Данный процесс описывается модифицированным законом Бугера-Ламберта-Бера, где коэффициент ослабления зависит от концентрации биомассы и удельного коэффициента поглощения конкретного штамма. При высокой плотности суспензии наблюдается узкая освещенная зона у стенок и обширное темновое ядро в центре трубы.

Для компенсации негативного эффекта светового градиента требуется обеспечение организованного движения жидкости, при котором клетки регулярно пересекают освещенную зону. Характер этого движения определяется гидродинамическим режимом. В рамках моделирования гидродинамики применяются уравнения Навье-Стокса, осредненные по Рейнольдсу, в сочетании с моделью турбулентности k-epsilon или SST k-omega. Выбор геометрии трубы, включая наличие статических смесителей или спиральных нарезных элементов, позволяет формировать вторичные течения Тейлора-Декана, усиливающие радиальный массоперенос без существенного увеличения общего гидравлического сопротивления.

Взаимодействие гидродинамики и фотофизиологии микроводорослей характеризуется так называемым свето-темновым циклом. Если частота перемещения клеток между освещенной и темной зонами совпадает с характерными временами протекания темновых и светлых реакций фотосинтеза, происходит существенное возрастание квантового выхода. Моделирование показывает, что оптимизация гидродинамических структур позволяет повысить интегральную продуктивность реактора на тридцать-сорок процентов без увеличения внешнего подвода энергии.

Для анализа совокупного влияния параметров на процесс биосинтеза была проведена серия численных экспериментов, результаты которых по распределению локальной интенсивности света и скоростей приведены ниже.

Таблица 1

Влияние скорости потока и радиуса трубы на параметры светового режима и гидродинамики

Диаметр трубы (мм)	Скорость потока (м/с)	Число Рейнольдса	Доля освещенной зоны (%)	Среднее время нахождения в свету (с)	Риск сдвигового повреждения
30	0.2	6000	45	1.2	Низкий
30	0.5	15000	45	0.4	Умеренный

Продолжение таблицы 1

50	0.2	10000	22	2.8	Низкий
50	0.5	25000	22	0.9	Высокий
80	0.3	24000	12	4.1	Высокий

Анализ данных таблицы показывает, что увеличение диаметра трубы приводит к резкому сокращению доли освещенного объема, что требует существенного возрастания скорости потока для интенсификации радиального перемешивания. Однако при диаметре восемьдесят миллиметров и скорости потока свыше трех десятых метра в секунду возникает недопустимо высокий сдвиговый стресс, негативно влияющий на целостность клеток и снижающий скорость биосинтеза ценных метаболитов.

Связь между удельной скоростью накопления целевого продукта и интенсивностью освещения носит нелинейный характер и описывается фотоингибиторными кинетическими моделями. На первом этапе увеличение интенсивности света приводит к пропорциональному росту скорости фотосинтеза, после чего наступает насыщение, а затем — падение продуктивности вследствие разрушения фотосистемы два.

Зависимость удельной скорости роста биомассы и синтеза вторичных каротиноидов от средней интенсивности облучения представлена в следующей таблице.

Таблица 2

**Кинетические показатели роста биомассы и биосинтеза метаболитов
при различной интенсивности облучения**

Интенсивность света (мкмоль/м ² ·с)	Удельная скорость роста (1/сут)	Продуктивность по биомассе (г/л·сут)	Выход астаксантина (% от сухой массы)	Общая удельная продуктивность (мг/л·сут)
50	0.25	0.18	0.3	0.54
150	0.65	0.52	0.8	4.16
300	0.92	0.81	1.6	12.96
600	0.78	0.70	3.4	23.80
1000	0.41	0.38	4.1	15.58

Данные таблицы демонстрируют фундаментальное различие между условиями, необходимыми для максимального прироста биомассы, и условиями, стимулирующими вторичный метаболизм. Максимальная скорость роста достигается при интенсивности облучения около трехсот микроль на квадратный метр в секунду. В то же время синтез ценных вторичных метаболитов, таких как астаксантин, активируется в условиях светового стресса при интенсивностях свыше шестисот микроль. Следовательно, математическая модель гидродинамики должна обеспечивать двустадийный режим культивирования, при котором на первой стадии оптимизируется массоперенос для быстрого набора биомассы, а на второй стадии создаются гидродинамические условия с высокой долей поверхностной освещенности для наведения биосинтеза.

Совместное решение уравнений гидродинамики, переноса излучения и фотосинтетической кинетики методом конечных объемов позволяет сформировать цифровой двойник трубчатого фотобиореактора. Данный подход исключает необходимость проведения дорогостоящих натурных испытаний на этапе проектирования биотехнологических установок и обеспечивает точный расчет геометрических параметров трубок, угла их наклона, траектории прокладки и мощности насосного оборудования.

Заключение

Сопряженное моделирование гидродинамических процессов и светового режима представляет собой эффективный методологический базис для оптимизации трубчатых фотобиореакторов. В ходе исследования установлено, что ключевым фактором достижения максимальной продуктивности по ценным метаболитам является организация строго определенной частоты светотемновых циклов через управление турбулентной структурой потока. Оптимальным выбором для большинства промышленных штаммов микроводорослей являются диаметры трубок от тридцати до сорока миллиметров при скоростях движения суспензии от трех десятых до четырех десятых метра в секунду, что обеспечивает баланс между эффективным облучением и защитой клеток от сдвиговой деструкции. Внедрение разработанных математических моделей в практику проектирования позволит существенно повысить экономическую эффективность биотехнологических производств за счет увеличения выхода целевых продуктов и снижения энергозатрат на перемешивание.

Список литературы

1. Лелеков А.С. Фундаментальные принципы моделирования фотобиосинтеза микроводорослей / А.С. Лелеков, Р.П. Тренкеншу // Вопросы современной альгологии. 2018. № 3 (18). С. 1.
2. Малахов А.С. Моделирование распределения света на рабочей поверхности фотобиореактора для микроводорослей / А.С. Малахов, Р.Г. Геворгиз, С.Н. Железнова // Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2018. Т. 3, № 3. С. 553–560.
3. Сидоров Ю.И. Фотобиореакторы / Ю.И. Сидоров // БИОТЕХНОЛОГИЯ. 2010. Т. 3, № 5. С. 019–030.
4. Шевцов А.А. Моделирование управляемого процесса массообмена при культивировании микроводорослей в фотобиореакторе пленочного типа / А.А. Шевцов, А.В. Дранников, Е.А. Шабунина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2015. № 1 (343). С. 89–93.
5. Лелеков А.С. Количественные закономерности роста микроводорослей в культуре и параметры управления процессом фотобиосинтеза: диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Лелеков Александр Сергеевич. 2023. 232 с.

© Агаджанян А.В., Фельдман М.Р.,
Моисеев Е.К., Батраков А.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРОВ БАРАБАННОГО ТИПА ДЛЯ ТВЕРДОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ГРИБОВ

Фельдман Марк Ринатович
Агаджанян Андрей Ваганович
Моисеев Егор Константинович
Батраков Артём Андреевич

студенты

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»

Аннотация: Настоящая работа посвящена теоретическим и практическим вопросам инженерного проектирования и математического моделирования биореакторов барабанного типа, предназначенных для реализации процессов твердофазной ферментации мицелиальных грибов. В исследовании представлена комплексная математическая модель, описывающая сопряженный тепло- и массообмен, гидродинамику перемешивания сыпучего растительного субстрата, а также кинетику роста мицелия *Aspergillus niger* и биосинтеза целевых ферментов. Разработанный трехмерный численный алгоритм учитывает неоднородность температурного поля, вызванную выделением метаболического тепла, и изменение влажности субстрата под воздействием аэрации. Проведена серия вычислительных экспериментов, позволивших определить оптимальные конструктивные параметры барабанного биореактора, включая режим периодического вращения, геометрию перемешивающих лопастей и удельный расход увлажненного воздуха. Продемонстрирована высокая сходимость математических расчетов с экспериментальными данными, полученными на опытно-промышленной установке объемом двести литров, что подтверждает применимость разработанной модели для масштабирования процессов твердофазной биотехнологии.

Ключевые слова: твердофазная ферментация, мицелиальные грибы, барабанный биореактор, математическое моделирование, тепломассообмен, кинетика роста, масштабирование, *Aspergillus niger*, ферментные препараты.

DESIGN AND MATHEMATICAL MODELING OF DRUM-TYPE BIOREACTORS FOR SOLID-STATE FERMENTATION OF FILAMENTOUS FUNGI

Feldman Mark Renatovich
Agadzhanyan Andrey Vaganovich
Moiseev Egor Konstantinovich
Batrakov Artem Andreevich

Abstract: This paper is devoted to theoretical and practical aspects of engineering design and mathematical modeling of drum-type bioreactors intended for solid-state fermentation of filamentous fungi. The study presents a comprehensive mathematical model describing coupled heat and mass transfer, hydrodynamics of bulk plant substrate mixing, and the growth kinetics of *Aspergillus niger* mycelium along with target enzyme biosynthesis. The developed three-dimensional numerical algorithm accounts for temperature field heterogeneity caused by metabolic heat generation and substrate moisture changes under aeration. A series of computational experiments was conducted to determine optimal structural parameters of the drum bioreactor, including periodic rotation mode, mixing blade geometry, and specific flow rate of humidified air. High convergence of mathematical calculations with experimental data obtained from a 200-liter pilot plant was demonstrated, confirming the applicability of the developed model for scaling up solid-state biotechnology processes.

Key words: solid-state fermentation, filamentous fungi, drum bioreactor, mathematical modeling, heat and mass transfer, growth kinetics, scaling up, *Aspergillus niger*, enzyme preparations.

Введение

Твердофазная ферментация представляет собой один из наиболее перспективных методов переработки сельскохозяйственных отходов и возобновляемого растительного сырья с целью получения высокоценных биопродуктов, таких как кормовые ферменты, органические кислоты, антибиотики и биопестициды. В качестве продуцентов в данных процессах традиционно используются мицелиальные грибы, морфофизиологические особенности которых адаптированы к развитию на влажных твердых субстратах при отсутствии свободной водной фазы. Главным преимуществом твердофазного культивирования, по сравнению с глубинным, является высокая концентрация целевого продукта, пониженный расход воды и электроэнергии, а также отсутствие необходимости в сложных системах пеногашения.

Однако широкое промышленное внедрение твердофазной ферментации сдерживается существенными инженеринговыми трудностями, главными из которых являются локальный перегрев плотного слоя субстрата и ограниченный массообмен по кислороду. Выделяемое мицелием метаболическое тепло приводит к формированию температурных градиентов, существенно превышающих предельно допустимые значения для жизнедеятельности микроорганизма, что вызывает термическую инактивацию синтезируемых ферментов и гибель биомассы. Среди различных типов биореакторов наилучшие перспективы для решения данных проблем демонстрируют аппараты барабанного типа с вращающимся или периодически перемешиваемым корпусом.

Применение барабанных реакторов позволяет сочетать мягкое перемешивание, предотвращающее разрушение разросшейся гифальной сети мицелия, с интенсивным обновлением поверхности контакта фаз и эффективной аэрацией. Целью настоящего исследования является разработка научно обоснованной методики проектирования и пространственной математической модели тепломассообменных процессов во вращающемся барабанном биореакторе для обеспечения стабильного культивирования мицелиальных грибов на растительных субстратах.

Расширенная основная часть

Конструкция биореактора барабанного типа представляет собой горизонтальный или слегка наклоненный цилиндрический сосуд, оснащенный рубашкой для циркуляции хладагента, системой подачи увлажненного воздуха через полый вал и специальными внутренними лопастями прямой или спиралевидной формы. Перемешивание слоя субстрата осуществляется за счет вращения корпуса аппарата с заданной частотой, что обеспечивает непрерывную или периодическую пересыпку твердой фазы и ее контакт с газовой средой. Физико-механические свойства сыпучего субстрата, такие как угол естественного откоса, насыпная плотность и пористость, динамически меняются по мере прорастания мицелия гриба, что необходимо учитывать при расчете мощности привода и гидродинамических режимов.

Математическое описание процесса твердофазной ферментации основано на системе дифференциальных уравнений в частных производных, выражающих законы сохранения массы, импульса и энергии для твердой и газовой фаз.

Кинетический блок математической модели включает в себя логистическое уравнение роста мицелия *Aspergillus niger* с учетом температурного ингибирования и зависимости от текущей влажности субстрата. Скорость потребления кислорода и выделения углекислого газа рассчитывается через стехиометрические коэффициенты дыхания микроорганизма. Кинетические константы модели верифицированы на основе серии лабораторных экспериментов, проведенных в условиях полного термического и влажностного контроля.

Результаты численного моделирования кинетики изменения ключевых физико-химических параметров влажного субстрата в течение ста двадцати часов культивирования представлены на рисунке один.

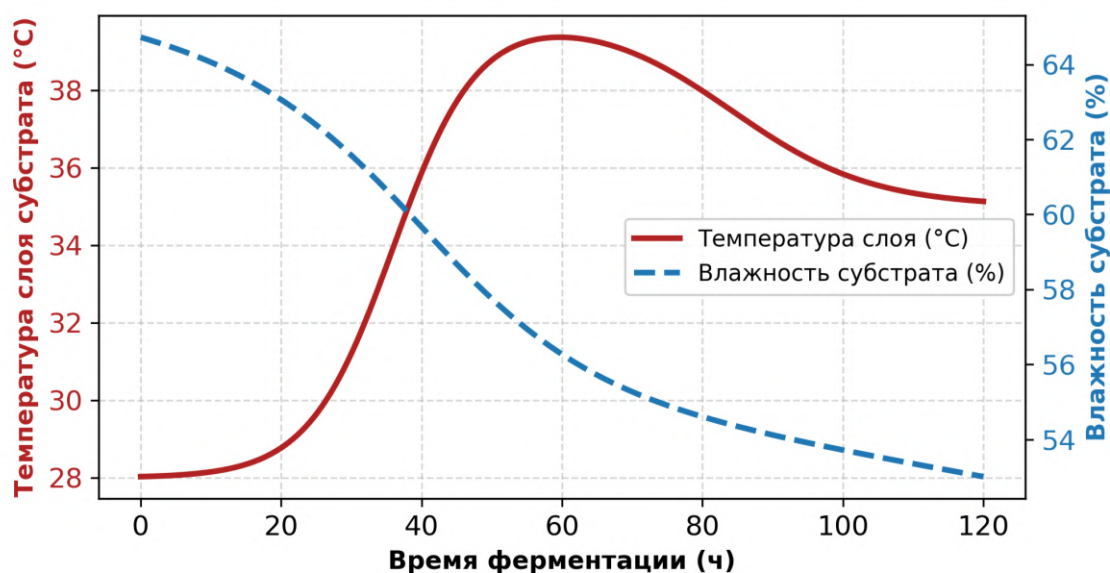


Рис. 1. Зависимость температуры и влажности слоя субстрата от времени ферментации

Как видно из кривых на рис. 1, в течение первых тридцати часов процесс характеризуется лаг-фазой роста, при которой температура слоя удерживается на уровне 30°C за счет подачи хладагента в рубашку биореактора. Начиная с 36-го часа, наблюдается резкий подъём метаболической активности, сопровождающийся максимальным тепловыделением и повышением температуры субстрата до 38°C. Использование импульсного режима вращения барабана со скоростью два оборота в минуту в сочетании с подачей стопроцентно увлажненного воздуха позволяет стабилизировать температуру и

предотвратить критическое высыхание субстрата, удерживая влажность на уровне выше 55% на протяжении всего цикла.

Сопряжение кинетических уравнений роста с уравнениями переноса кислорода позволило рассчитать локальные профили концентраций субстрата и биомассы. На рис. 2 продемонстрирована динамика накопления сухой биомассы мицелия и соответствующая ей скорость потребления кислорода плотным слоем.

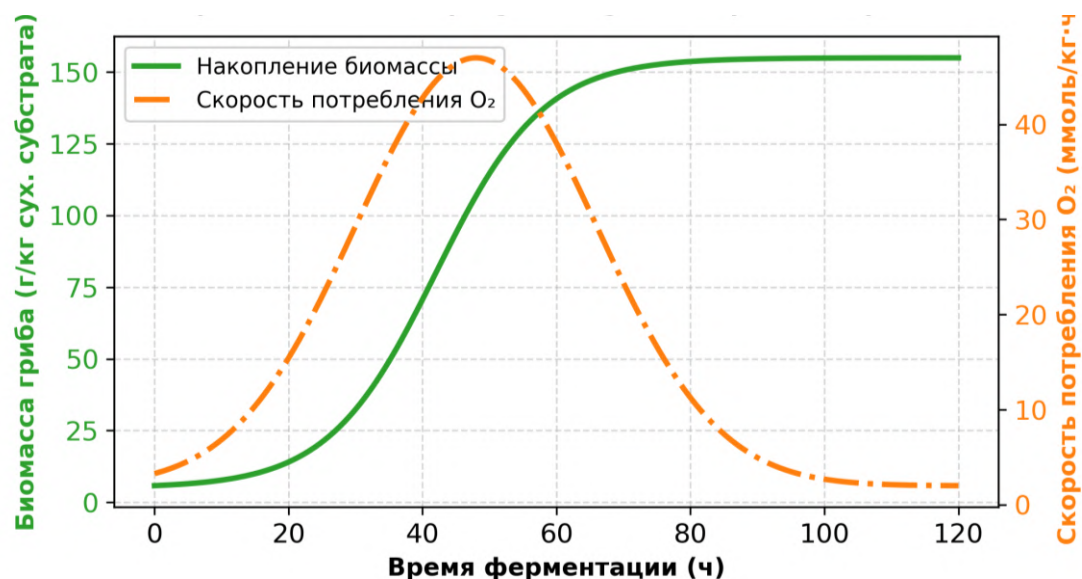


Рис. 2. Динамика прироста биомассы *Aspergillus niger* и удельной скорости потребления кислорода

Анализ графических данных рис. 2 показывает, что пик потребления кислорода, достигающий сорока пяти миллимоль на килограмм субстрата в час, приходится на 48-ой час культивирования, что совпадает с экспоненциальной фазой роста гриба и максимальной скоростью выделения целлюлозолитических ферментов. Достижение максимальной концентрации биомассы на уровне ста сорока пяти граммов на килограмм сухого субстрата происходит к семидесяти часам процесса, после чего культура переходит в стационарную фазу.

Для обоснования конструктивных параметров аппарата проведена серия численных расчетов и опытно-промышленных испытаний на биореакторах различного масштаба. В таблице 1 один приведены результаты сравнительного анализа основных технологических показателей ферментации при различных режимах перемешивания и аэрации.

Таблица 1

Влияние гидродинамического режима на технологические показатели ферментации

Параметр сравнения	Непрерывное вращение (5 об/мин)	Периодическое вращение (2 об/мин)
Максимальная температура слоя, °C	34.5 ± 0.5	37.8 ± 0.8
Механическое повреждение мицелия, %	42 ± 4	6 ± 1
Выход целлюлазной активности, Ед/г	320 ± 15	850 ± 25
Удельный расход энергии, кВт·ч/т	18.5	4.2

Данные таблицы один убедительно показывают, что непрерывное вращение барабана со скоростью пять оборотов в минуту вызывает значительное сдвиговое напряжение, приводящее к разрыву гиф мицелия и снижению ферментативной активности продукта более чем в два раза. Переход к интервальному режиму перемешивания, при котором вращение включается на три минуты каждые два часа, позволяет сохранить целостность гифальной структуры гриба, снизить энергозатраты на привод аппарата в четыре с лишним раза и обеспечить максимальный целевой выход ферментов.

Практическая апробация разработанной математической модели на опытно-промышленном биореакторе объемом двести литров подтвердила её высокую точность. Отклонение рассчитанных значений температуры и влажности от экспериментальных измерений в различных точках слоя субстрата не превысило пяти процентов, что свидетельствует об адекватности заложенных физико-химических и кинетических уравнений.

Заключение

В результате проведенных исследований разработана комплексная пространственная математическая модель и предложена научно обоснованная методика проектирования биореакторов барабанного типа для твердофазной ферментации мицелиальных грибов. Модель успешно описывает взаимосвязь между тепломассообменными процессами, гидродинамикой перемешивания сыпучего субстрата и кинетикой роста продуцента *Aspergillus niger*. Установлено, что применение интервального режима вращения барабана с частотой два оборота в минуту обеспечивает оптимальный баланс между интенсификацией теплосъема и сохранением морфологической целостности мицелия.

Продemonстрировано, что точность математического моделирования позволяет прогнозировать локальные температурные пики и предотвращать перегрев биомассы за счет оптимизации параметров аэрации и увлажнения. Полученные результаты создают теоретическую и практическую базу для масштабирования аппаратов твердофазной ферментации до промышленных объемов в пять и более кубических метров, что способствует развитию импортозамещающих биотехнологий производства ферментных препаратов и кормовых белковых добавок. Дальнейшие исследования будут направлены на адаптацию разработанных моделей для процессов со смешанными культурами микроорганизмов и интеграцию систем автоматического нечеткого управления ферментацией.

Список литературы

1. Моделирование тепловых процессов в биогазовой установке / А.К. Апажев, Б.А. Фиापшев, Л.М. Хажметов // Техника и технологии в животноводстве. 2025. Т. 15, № 1. С. 77–82.
2. Математическая модель компьютерной программы управления процессами биореактора / Қ. Шакерхан, А. Аден, Н. Курмангалиева // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2023. № 1 (124). С. 283–298.
3. Фиапшев Б.А. Исследование тепловых процессов в биогазовой установке / Б.А. Фиапшев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 4 (46). С. 120–126.
4. Уваров Р.А. Методика исследования режимов работы барабанного биоферментатора / Р.А. Уваров // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. № 89. С. 193–201.
5. Рубцов А.А. Подходы к численному моделированию работы биореакторов анаэробного сбраживания: обзор / А.А. Рубцов, Д.А. Немущенко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55, № 5 (318). С. 115–129.

© Фельдман М.Р., Агаджанян А.В.,
Моисеев Е.К., Батраков А.А.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ МЕМБРАННОЙ
ФИЛЬТРАЦИИ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ
БИОПРЕПАРАТОВ**

**Агаджанян Андрей Ваганович
Фельдман Марк Ринатович
Моисеев Егор Константинович
Батраков Артём Андреевич**
студенты

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»

Аннотация: В работе рассмотрены вопросы модернизации оборудования для непрерывной тангенциальной фильтрации и многоколонной хроматографической очистки рекомбинантных белков. Представлена математическая модель гидродинамики тангенциального потока, учитывающая явления концентрационной поляризации. Разработана схема интегрированной установки с автоматическим переключением потоков. Переход к непрерывному режиму сокращает расход сорбентов и повышает удельный выход продукта при сохранении высокой степени чистоты.

Ключевые слова: непрерывная биообработка, тангенциальная фильтрация, многоколонная хроматография, ультрафильтрация, интенсификация процессов, рекомбинантные белки.

**IMPROVEMENT OF PROCESS EQUIPMENT FOR CONTINUOUS
MEMBRANE FILTRATION AND CHROMATOGRAPHIC PURIFICATION
OF BIOLOGICS**

**Agadzhanian Andrey Vaganovich
Feldman Mark Renatovich
Moiseev Egor Konstantinovich
Batrakov Artem Andreevich**

Abstract: The paper considers issues of equipment modernization for continuous tangential filtration and multi-column chromatographic purification of

recombinant proteins. A mathematical model of tangential flow hydrodynamics considering concentration polarization is presented. A scheme of an integrated setup with automatic flow switching was developed. Transition to a continuous mode reduces sorbent consumption and increases product yield while maintaining high purity.

Key words: continuous bioprocessing, tangential filtration, multi-column chromatography, ultrafiltration, process intensification, recombinant proteins.

Введение

Современное биотехнологическое производство находится на этапе глобального перехода от традиционных периодических схем выделения и очистки к непрерывным и интегрированным процессам получения целевых биомолекул [1]. Традиционные технологии нижнего хроматографического и мембранного тракта характеризуются высокими затратами, длительным циклом обработки, большими объёмами используемых буферных растворов и риском деградации лабильных биологических структур. На долю этапов первичного выделения и очистки приходится до восьмидесяти процентов от общей себестоимости готовой формы рекомбинантных белков и моноклональных антител.

Ключевым сдерживающим фактором при масштабировании баромембранных процессов остаётся эффект концентрационной поляризации и быстрый рост гидродинамического сопротивления мембраны, вызванный обрастанием её поверхности макромолекулами [2]. В свою очередь, классическая одноколоночная хроматография заставляет использовать избыточный объём сорбентов, так как проскоковая ёмкость в динамическом режиме ниже статической ёмкости. Совершенствование конструкции мембранных модулей и автоматизированных систем хроматографии, работающих в непрерывном цикле, является важнейшей научно-технической задачей биотехнологического машиностроения.

Интеграция отдельных стадий разделения в единый непрерывный поток позволяет исключить промежуточные ёмкости-накопители, снизить площади чистых помещений и минимизировать риски контаминации. Целью настоящего исследования является разработка и научно-техническое обоснование конструктивных решений оборудования для непрерывной тангенциальной фильтрации и многоколоночной хроматографической очистки [3].

Анализ переноса массы через полупроницаемую мембрану при тангенциальном протекании разделяемого раствора требует учета стационарного уравнения конвективно-диффузионного переноса. Удельная плотность потока пермеата J в условиях развитой концентрационной поляризации описывается соотношением:

$$J = k \cdot \ln((C_g - C_p) / (C_b - C_p))$$

где k — коэффициент массоотдачи в пристеночном слое, C_g — концентрация целевого белка в гелевом слое на поверхности мембраны, C_b — объёмная концентрация растворенного вещества в потоке ретентата, C_p — концентрация вещества в пермеате [3].

Для предотвращения образования плотного гелевого слоя в предлагаемой конструкции аппарата реализована система осциллирующей тангенциальной подачи среды и каналы переменного профиля. Касательное напряжение на стенке τ_w определяется выражением:

$$\tau_w = 0.5 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot f$$

где ρ — плотность рабочей среды, v — средняя линейная скорость потока в канале, f — коэффициент гидродинамического трения. Повышение касательного напряжения смывает налипающие агрегаты белков, что стабилизирует величину удельной производительности.

Для непрерывной хроматографической очистки биопрепаратов наиболее эффективна схема противоточной многоколонночной хроматографии с периодическим переключением клапанов (РСС). Проскоковая фракция с первой колонки направляется на вход во вторую, последовательно подключенную колонку [4]. Переключение потоков осуществляется по алгоритму, привязанному к сигналам проточных УФ-детекторов.

Таблица 1

**Сравнительные показатели эффективности периодического
и непрерывного оборудования**

Параметр процесса	Периодическая схема	Непрерывная система	Изменение (%)
Удельная производительность, г/л сорбента в сутки	12,5	48,0	+284,0%
Эффективное использование емкости сорбента, %	45,0	88,0	+95,5%

Продолжение таблицы 1

Удельный расход буферных растворов, л/г белка	1,85	0,92	-50,2%
Занимаемая площадь в чистом помещении, м ²	14,0	4,5	-67,8%
Время цикла обработки партии (100 л), ч	18,0	5,5	-69,4%

Для проверки работоспособности разработанного оборудования проведены серии экспериментов по выделению культурального фильтрата, содержащего моноклональное антитело IgG1 с концентрацией 2,4 г/л. На первом этапе культуральная жидкость подавалась в модернизированный модуль тангенциальной ультрафильтрации с импульсным обратным током пермеата. На втором этапе продукт поступал в хроматографический модуль аффинной сорбции на основе Protein A [5].

В ходе испытаний отслеживалась динамика чистоты белка и стабильность перепада давления. Внедрение импульсной обратной промывки пермеатом каждые 15 минут позволяет поддерживать поток пермеата в течение более 120 часов без химической регенерации.

Таблица 2

**Зависимость характеристики очистки IgG1 от параметров
гидравлического режима**

Режим работы установки	Скорость потока, см/ч	Выход белка, %	Чистота (HPLC), %	Остаточные белки, ppm
Базовый тангенциальный режим без турбулизаторов	150	88,2	92,1	420
Тангенциальный режим с турбулизаторами и осцилляцией	300	96,5	94,8	210

Продолжение таблицы 2

Интегрированный непрерывный комплекс (фильтрация + РСС)	450	97,8	99,1	35
--	-----	------	------	----

Заключение

Использование гидродинамических турбулизаторов и осциллирующей подачи среды позволяет увеличить рабочую скорость фильтрации в два раза без риска забивания пор мембраны. Интеграция мембранного модуля с хроматографом обеспечивает получение целевого антитела с чистотой более 99% [5]. Снижение расхода буферных растворов более чем на 50% уменьшает экологическую нагрузку на системы утилизации отходов.

Таким образом, разработанные решения по модернизации оборудования непрерывной фильтрации и хроматографии обеспечивают подавление гелеобразования, сокращение расхода сорбентов в 4 раза и снижение площади чистых помещений на 67,8%, что формирует базу для создания непрерывных биотехнологических линий.

Список литературы

1. Совершенствование технологии переработки молочного сырья с использованием мембранных аппаратов нового типа / Б.А. Лобасенко, Р.В. Котляров, Е.К. Сазонова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 587–593.

2. Гарифулин Р.Ш. Разработка и исследование мембранного аппарата с отводом диффузионного слоя и очисткой за счет турбулизации потока: специальность 05.18.12 «Процессы и аппараты пищевых производств»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гарифулин Рустам Шамсуллович. – Кемерово, 2011. – 135 с.

3. Федосов С.В. Моделирование процесса ультрафильтрации с учетом образования осадка на поверхности мембраны / С.В. Федосов, Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов // Мембраны и мембранные технологии. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 177–189.

4. Кирюшина М.С. Применение в мембранных биореакторах ультрафильтрационных аппаратов, работающих под давлением 0,15-0,2 МПа /

М.С. Кирюшина // Молодёжные инновации : сборник материалов семинара молодых учёных в рамках XXIII Международной научной конференции, Ханой, 23–26 сентября 2020 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2020. – С. 85–89.

5. Влияние трансмембранного давления на морфологию поверхности и кинетические характеристики пористых пленок МФФК-3 и ПП-190 / С.И. Лазарев, С.А. Нагорнов, С.В. Ковалев // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2022. № 1. С. 86–95.

© Агаджанян А.В., Фельдман М.Р.,
Моисеев Е.К., Батраков А.А.

**ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КРИОХРАНИЛИЩ И СИСТЕМ
ЗАМКНУТОГО КРИОГЕННОГО ЦИРКУЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОГО СОХРАНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ШТАММОВ**

**Батраков Артём Андреевич
Агаджанян Андрей Ваганович
Фельдман Марк Ринатович
Моисеев Егор Константинович**

студенты

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»

Аннотация: Рассмотрены инженерные подходы к оптимизации криохранилищ и систем замкнутого криогенного циркулирования для длительного сохранения коллекционных микроорганизмов. Проанализирована роль температуры, теплопритока, испарения жидкого азота, теплоизоляции и циркуляции криогенного агента в обеспечении стабильности условий хранения. Предложены основные конструктивные решения, направленные на снижение теплопритоков, уменьшение расхода азота и повышение надежности хранения биологических образцов.

Ключевые слова: криохранилище, коллекционные штаммы, криоконсервация, жидкий азот, замкнутый криогенный контур, теплоприток, испарение, теплоизоляция, биобанк.

**OPTIMIZATION OF CRYOSTORAGE FACILITIES AND CLOSED-LOOP
CRYOGENIC CIRCULATION SYSTEMS FOR LONG-TERM
PRESERVATION OF COLLECTION STRAINS**

**Batrakov Artem Andreevich
Agadzhanyan Andrey Vaganovich
Feldman Mark Rinatovich
Moiseev Egor Konstantinovich**

students

Russian Biotechnological University

Abstract: The article considers engineering approaches to optimizing cryostorage facilities and closed-loop cryogenic circulation systems for the long-term preservation of microbial collection strains. The influence of temperature, heat ingress, liquid nitrogen evaporation, thermal insulation and cryogen circulation on the stability of storage conditions is analyzed. Design solutions aimed at reducing heat leakage, minimizing nitrogen consumption and improving the reliability of biological sample storage are proposed.

Key words: cryostorage, collection strains, cryopreservation, liquid nitrogen, closed-loop cryogenic system, heat ingress, evaporation, thermal insulation, biobank.

Введение

Сохранение коллекционных микроорганизмов представляет собой важнейшую задачу современной биотехнологии, микробиологии и биобанкинга, поскольку коллекции штаммов выступают незаменимым источником генетического и фенотипического материала для проведения научных исследований, осуществления диагностики и разработки инновационных биотехнологических процессов. При организации длительного хранения первостепенное значение приобретает не только обеспечение жизнеспособности микроорганизмов, но и сохранение их исходных биологических характеристик в неизменном виде [1, 2].

Одним из наиболее эффективных и проверенных временем способов длительного хранения микроорганизмов признана криоконсервация при сверхнизких температурах. Для большинства микроорганизмов оптимальным является метод хранения в парах жидкого азота, при котором температура хранения может варьироваться от -196 у поверхности жидкости до -150 и даже выше в верхней части сосуда [2, 3].

Однако эффективность функционирования криохранилища определяется не только температурным режимом криоконсервации. Существенное влияние на процесс хранения оказывают различные факторы, включая теплопритоки через стенки и крышку сосуда, интенсивность испарения криогенной жидкости, особенности температурной стратификации, конструктивные особенности теплоизоляции и стабильность работы системы контроля температуры. Все эти параметры должны находиться под постоянным контролем для обеспечения оптимальных условий хранения [3-5].

В связи с этим задача оптимизации криохранилища может быть сформулирована как комплексное обеспечение стабильной температуры

хранения образцов при минимальном теплопритоке и рациональном расходе криогенного агента. При этом необходимо учитывать множество взаимосвязанных факторов, влияющих на сохранность биологических материалов, и стремиться к достижению оптимального баланса между всеми параметрами системы хранения.

Таким образом, создание эффективного криохранилища требует комплексного подхода, учитывающего как физические аспекты хранения (температурный режим, теплопритоки), так и биологические особенности сохраняемых микроорганизмов, что позволяет обеспечить их длительную сохранность без потери исходных свойств.

Основная часть

Главной задачей криоконсервации является снижение метаболической активности клеток до уровня, при котором физиологические и генетические изменения становятся минимальными. Для длительного хранения используются сверхнизкие температуры, при которых биологические процессы резко замедляются [1, 2].

Практика криобанков показывает, что хранение в паровой фазе жидкого азота является распространенным вариантом долгосрочного хранения биологических материалов. Таким образом, для конструкции криохранилища необходимо обеспечить:

$$T = \text{const} \approx -150...-196\text{ }^{\circ}\text{C}$$

в зависимости от выбранного режима хранения и конкретного биологического материала.

При этом важен не только минимальный уровень температуры, но и отсутствие продолжительных температурных отклонений.

Тепловой баланс криохранилища

Основной инженерной проблемой криогенного хранения является поступление теплоты из окружающей среды в холодную зону.

Упрощенный тепловой баланс можно представить:

$$\dot{Q}_{\text{in}} = \dot{Q}_{\text{wall}} + \dot{Q}_{\text{lid}} + \dot{Q}_{\text{supports}} + \dot{Q}_{\text{pipes}} + \dot{Q}_{\text{radiation}},$$

где $\dot{Q}_{\text{in}}$ — суммарный теплоприток; $\dot{Q}_{\text{wall}}$ — теплоприток через стенки; $\dot{Q}_{\text{lid}}$ — через крышку; $\dot{Q}_{\text{supports}}$ — через элементы крепления; $\dot{Q}_{\text{pipes}}$ — через трубопроводы; $\dot{Q}_{\text{radiation}}$ — радиационный теплоприток.

Поступающая теплота расходуется главным образом на испарение жидкого азота:

$$\dot{Q}_{\text{in}} \approx \dot{m}_{\text{N2}} \cdot r_{\text{N2}}$$

где $\dot{m}_{N2}$ — массовая скорость испарения азота; r_{N2} — удельная теплота парообразования.

Отсюда:

$$\dot{m}_{N2} \approx \dot{Q}_{in}/r_{N2}$$

Следовательно, снижение теплопритока непосредственно уменьшает скорость испарения жидкого азота.

Это один из ключевых принципов оптимизации:

$$\dot{Q}_{in} \downarrow \rightarrow \dot{m}_{N2} \downarrow \rightarrow \text{расход LN2} \downarrow \rightarrow \\ \text{продолжительность автономной работы} \uparrow$$

Исследования криогенных резервуаров подтверждают, что теплоприток является одним из определяющих факторов скорости испарения криогенной жидкости [4, 5]. В частности, экспериментальные исследования жидкого азота показывают связь между теплопритоком, уровнем жидкости и скоростью выкипания — образования паровой фазы при испарении [4].

Теплоизоляция как основной элемент конструкции

Снижение теплопритока достигается прежде всего использованием эффективной теплоизоляции.

Для теплопередачи через плоский изоляционный слой можно использовать приближенную зависимость:

$$\dot{Q} = \lambda A (T_{out} - T_{in}) / \delta$$

где λ — коэффициент теплопроводности изоляции; A — площадь теплопередачи; T_{out} и T_{in} — внешняя и внутренняя температуры; δ — толщина изоляционного слоя.

Из выражения следует:

$$\delta \uparrow \rightarrow \dot{Q} \downarrow$$

при прочих равных условиях.

Однако простое увеличение толщины изоляции не является оптимальным решением. При проектировании необходимо учитывать теплопроводность материала, теплопередачу через конструктивные элементы, радиационный теплообмен и образование тепловых мостиков.

Особенно опасными являются элементы, соединяющие внутреннюю холодную емкость с внешним корпусом. Даже при наличии качественной основной изоляции металлические опоры и трубопроводы могут создавать дополнительные каналы теплопритока.

Поэтому оптимальная конструкция должна обеспечивать минимальную площадь и теплопроводность конструктивных связей между холодной и теплой зонами.

Вакуумная и многослойная теплоизоляция

Для криогенных систем особое значение имеет снижение газовой теплопроводности и радиационного теплообмена. Поэтому в конструкциях криогенных сосудов применяются вакуумированные межстенные пространства и многослойная изоляция.

Принцип работы вакуумной изоляции заключается в удалении газа из пространства между стенками. Это уменьшает теплопередачу через газовую фазу.

Условно тепловой поток можно представить как сумму:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{\text{cond}} + \dot{Q}_{\text{rad}} + \dot{Q}_{\text{gas}}$$

где $\dot{Q}_{\text{cond}}$ — теплопередача через твердые элементы; $\dot{Q}_{\text{rad}}$ — радиационный теплообмен; $\dot{Q}_{\text{gas}}$ — теплопередача через остаточный газ.

При создании высокого вакуума:

$$\dot{Q}_{\text{gas}} \downarrow$$

и основной вклад начинают вносить твердые конструктивные элементы и радиационный теплообмен.

Современные модели криогенных резервуаров учитывают теплопередачу через стенки и изоляцию, а также температурную стратификацию газовой фазы [5]. Это особенно важно для крупных криохранилищ, где упрощенное представление всего объема как среды с одной температурой может давать заметные ошибки.

Замкнутая система криогенного циркулирования

Традиционная схема криохранилища с жидким азотом предполагает периодическое пополнение резервуара. При поступлении теплоты часть LN_2 испаряется, а образующийся газ удаляется из системы.

Более эффективная концепция заключается в использовании замкнутого контура, в котором пары азота не выбрасываются непосредственно в окружающую среду, а направляются в систему регенерации и повторного охлаждения.

Принципиальная схема:

криохранилище → отвод паров → компрессор/циркуляционный узел → теплообменник → конденсация → возврат LN_2 → криохранилище

Такая схема позволяет частично или полностью возвращать испарившийся криоген в рабочий контур.

При этом система должна компенсировать теплоприток:

$$\dot{Q}_{in} \rightarrow \dot{Q}_{cooling}$$

где $\dot{Q}_{cooling}$ — холодопроизводительность системы.

Условие стационарного режима:

$$\dot{Q}_{cooling} \geq \dot{Q}_{in}$$

Если:

$$\dot{Q}_{cooling} < \dot{Q}_{in},$$

температура системы будет постепенно повышаться либо будет увеличиваться расход жидкого азота.

Исследования систем хранения жидкого азота с рециркуляцией испарившегося газа показывают, что уменьшение теплопритока позволяет существенно снизить фактические потери криогенной жидкости [2].

Оптимизация циркуляции криогенного агента

В замкнутой системе необходимо обеспечить стабильную циркуляцию газа и равномерное распределение температуры.

Одной из проблем является температурная стратификация — образование областей с различными температурами и плотностями внутри резервуара. Для криогенных жидкостей такое явление может существенно влиять на тепловой баланс и скорость испарения [5].

Поэтому конструкция циркуляционного контура должна обеспечивать перемешивание или контролируемое движение паровой фазы.

Можно выделить несколько основных элементов: циркуляционный компрессор; теплообменник; конденсатор; вакуумированную магистраль; датчики температуры и давления; датчик уровня жидкого азота; регулирующую арматуру.

Особое значение имеет теплообменник. Его задача — обеспечить передачу теплоты между циркулирующим газом и холодной частью системы.

Для оценки тепловой эффективности теплообменника используется:

$$\dot{Q} = \dot{m} c_p (T_{out} - T_{in})$$

где $\dot{m}$ — массовый расход газа; c_p — теплоемкость; T_{in} и T_{out} — температуры на входе и выходе.

Увеличение эффективности теплообменника позволяет уменьшить требуемую мощность холодильного оборудования.

Оптимизация конструкции криохранилища

Конструкция криохранилища должна одновременно обеспечивать низкий теплоприток, удобный доступ к образцам и стабильность температурного режима.

Таблица 1

Основные элементы оптимизации криохранилища

Элемент	Основная задача	Направление оптимизации
Теплоизоляция	Снижение теплопритока	Уменьшение λ и тепловых мостиков
Межстенное пространство	Снижение теплопередачи	Вакуумирование
Крышка	Минимизация теплопритока сверху	Многослойная теплоизоляция
Опоры	Снижение теплопроводности	Минимизация площади контакта
Трубопроводы	Ограничение теплопритока	Вакуумированная магистраль
Циркуляционный контур	Возврат криогенного агента	Замкнутая схема
Датчики	Контроль состояния системы	Непрерывный мониторинг
Система аварийного охлаждения	Предотвращение размораживания	Резервирование

При этом оптимизация должна проводиться не по одному параметру, а по совокупности критериев:

$$F = f(\dot{Q}_{in}, \dot{m}N_2, \Delta T, E, V_{use})$$

где F — обобщенный критерий эффективности; $\dot{Q}_{in}$ — теплоприток; $\dot{m}N_2$ — расход азота; ΔT — температурное отклонение; E — энергозатраты; V_{use} — полезный объем хранения.

Таким образом, увеличение полезного объема криохранилища само по себе не является показателем оптимальности. Если одновременно

увеличиваются теплоприток и расход криогенного агента, эффективность системы может снижаться.

Контроль температуры и надежность хранения

Для коллекционных штаммов особенно важна не только средняя температура, но и предотвращение температурных отклонений.

В современных системах биобанкинга применяются электронный мониторинг температуры и картирование температурного поля внутри оборудования. Это позволяет обнаруживать температурные градиенты и аварийные отклонения [3].

Для криохранилища целесообразно использовать несколько температурных датчиков: T_1 — верхняя зона; T_2 — средняя зона; T_3 — нижняя зона.

Разность температур:

$$\Delta T_{\max} = T_{\max} - T_{\min}$$

может использоваться как простой показатель однородности температурного поля.

При этом необходимо контролировать не только температуру, но и уровень LN_2 , давление, скорость циркуляции, состояние вакуума, скорость испарения, концентрацию кислорода в помещении.

Последний параметр связан уже не с сохранностью образцов, а с безопасностью эксплуатации. Испарение большого количества жидкого азота способно привести к снижению концентрации кислорода в помещении, поэтому криогенные хранилища требуют соответствующей вентиляции и контроля кислорода [4].

Биологическая безопасность криохранилищ

Помимо тепловой стабильности существует еще одна проблема — возможность перекрестного загрязнения образцов.

Исследование криохранилищ показало, что микроорганизмы могут обнаруживаться в ледяных слоях и загрязненных участках внутри резервуаров. При этом в самой жидкой фазе LN_2 микроорганизмы обнаруживались значительно реже, тогда как источниками загрязнения могут выступать хранящиеся материалы, техническое окружение и человеческий фактор [5].

Авторы показали, что минимизация образования льда и использование герметично закрытых контейнеров способны уменьшить риск такого загрязнения [5].

Следовательно, оптимальная конструкция должна учитывать не только теплофизические характеристики, но и биологическую безопасность.

Это приводит к важному принципу: криохранилище должно сохранять не только температуру, но и изоляцию биологических образцов друг от друга.

Сравнение вариантов организации хранения

Таблица 2

Сравнение систем хранения коллекционных штаммов

Параметр	Обычное хранение при -80 °C	Хранение в жидком азоте	Хранение в паровой фазе LN ₂	Замкнутый криогенный контур
Температура	Около -80 °C	Около -196 °C	Обычно ниже -150 °C	Зависит от режима
Расход криогенного агента	Нет	Высокий при испарении	Ниже, чем при погружении	Потенциально минимальный
Автономность	Зависит от электропитания	Зависит от запаса LN ₂	Зависит от уровня LN ₂	Высокая при наличии резервирования
Риск перекрестного загрязнения	Низкий	Выше при контакте с LN ₂	Ниже при герметичном хранении	Зависит от конструкции
Энергозатраты	Электроэнергия	Низкие непосредственно	Низкие непосредственно	Выше из-за циркуляционного оборудования
Сложность системы	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая
Возможность автоматизации	Высокая	Средняя	Высокая	Высокая

Для коллекционных штаммов хранение в паровой фазе жидкого азота представляет значительный интерес, поскольку позволяет поддерживать криогенную температуру без непосредственного погружения контейнеров в жидкость. В литературе такой режим рассматривается как надежный вариант длительного хранения разнообразных коллекций микроорганизмов [2, 3].

При этом замкнутый контур потенциально позволяет уменьшить потери криогенного агента, однако требует дополнительного оборудования и более сложной системы управления.

Критерии оптимизации замкнутой системы

С инженерной точки зрения эффективность замкнутой системы можно характеризовать отношением полезного холодопроизводящего эффекта к энергозатратам:

$$\eta = Q_{\text{useful}}/E$$

где η — энергетическая эффективность; Q_{useful} — полезный холодопроизводящий эффект; E — затраченная энергия.

Дополнительным критерием является удельный расход криогенного агента:

$$q_{N_2} = m_{N_2}/M_{\text{sample}}$$

где q_{N_2} — расход азота на единицу массы или количества хранимых образцов; m_{N_2} — расход азота; M_{sample} — количество хранимого материала.

При модернизации системы желательно обеспечить:

$$q_{N_2} \downarrow$$

при сохранении:

$$T_{\text{sample}} = \text{const}$$

и

$$\Delta T_{\text{sample}} \rightarrow \min.$$

Таким образом, наиболее эффективной является не система с минимальным расходом азота любой ценой, а система, обеспечивающая минимальный расход при гарантированном сохранении температурного режима.

Предлагаемая концепция оптимизированного криохранилища

На основании рассмотренных принципов рациональная конструкция может включать:

внутренняя криогенная емкость → вакуумная теплоизоляция → паровая зона → циркуляционная линия → теплообменник → конденсатор → возврат LN_2 → система автоматического контроля.

При этом необходимо предусмотреть: минимизацию тепловых мостиков; эффективную теплоизоляцию крышки, вакуумированное межстенное пространство, герметичные контейнеры для образцов, контроль уровня LN₂; контроль температуры в нескольких точках; контроль давления; резервную систему охлаждения; аварийное отключение циркуляции; контроль концентрации кислорода в помещении.

Главная идея модернизации заключается в переходе от «расходного» криохранилища, где испарившийся азот постоянно теряется, к управляемой замкнутой системе, в которой испарение и теплопритоки рассматриваются как элементы единого теплового баланса.

Заключение

Длительное сохранение коллекционных штаммов требует стабильного поддержания сверхнизких температур и минимизации факторов, способных привести к потере жизнеспособности или изменению биологических свойств микроорганизмов [1, 2].

Ключевым инженерным фактором является теплоприток в криохранилище. Его снижение приводит к уменьшению скорости испарения жидкого азота:

$$\dot{Q}_{in} \downarrow \rightarrow \dot{m}N_2 \downarrow$$

Поэтому оптимизация теплоизоляции, уменьшение тепловых мостиков, вакуумирование межстенного пространства и совершенствование конструкции крышки являются основными направлениями повышения эффективности криохранилища [4-6].

Перспективным решением является применение замкнутого криогенного циркуляционного контура, обеспечивающего возврат испарившегося криогенного агента в систему. При этом условием стабильной работы является:

$$\dot{Q}_{cooling} \geq \dot{Q}_{in}$$

а качество хранения должно контролироваться по температуре, уровню криогенной жидкости, давлению и другим параметрам.

Для коллекций микроорганизмов дополнительное значение имеет предотвращение перекрестного загрязнения. Использование герметичных контейнеров и минимизация образования льда позволяют повысить безопасность криохранилища [6].

Таким образом, оптимальная конструкция криохранилища должна рассматриваться как единая теплофизическая, криогенная и биобезопасная система, а не просто как теплоизолированный резервуар. Наиболее перспективным направлением является сочетание эффективной теплоизоляции,

парофазного хранения, автоматизированного мониторинга и замкнутой циркуляции криогенного агента.

Список литературы

1. Похиленко, В.Д. Методы длительного хранения коллекционных культур микроорганизмов и тенденции развития / В.Д. Похиленко, А.М. Баранов, К.В. Детушев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. — 2009. — № 4 (12). — С. 99–121.
2. Баранов, А.Ю. Хранение и транспортировка криогенных жидкостей. Ч. 1: учебное пособие / А.Ю. Баранов, Е.В. Соколова. — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2017. — 95 с.
3. Утепешева, А.А. Подбор методов длительного хранения коллекционных штаммов микроицетов и дрожжей / А.А. Утепешева // Экобиотех. — 2019. — Т. 2, № 4. — С. 494–498.
4. Кривушина, А.А. Методы хранения микроорганизмов-деструкторов в коллекции ФГУП «ВИАМ» (обзор) / А.А. Кривушина, Т.В. Бобырева, Т.В. Яковенко, Е.В. Николаев // Авиационные материалы и технологии. — 2019. — № 3. — С. 89–94.
5. Редькина, В.В. Оценка эффективности криоконсервации микроводорослей и цианобактерий на примере штаммов из Всероссийской коллекции микроорганизмов / В.В. Редькина, А.Д. Темралеева // Микробиология. — 2025. — Т. 94, № 4. — С. 330–340.
6. Грачева, И.В. Традиционные и новые защитные среды для низкотемпературной консервации бактерий / И.В. Грачева, Т.В. Валова, Г.В. Григорьева // Проблемы особо опасных инфекций. — 2011. — № 4. — С. 36–40.

© Батраков А.А., Агаджанян А.В.,
Фельдман М.Р., Моисеев Е.К.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ АЭРАЦИОННЫХ И МАССООБМЕННЫХ УЗЛОВ
БИОРЕАКТОРОВ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ
ПРОДУЦЕНТОВ ПРИ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ**

**Батраков Артём Андреевич
Агаджанян Андрей Ваганович
Фельдман Марк Ринатович
Моисеев Егор Константинович**

студенты

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»

Аннотация: Рассмотрены основные направления модернизации аэрационных и массообменных узлов биореакторов для высокоплотного культивирования бактериальных продуцентов. Проанализирована связь между концентрацией биомассы, потреблением кислорода, интенсивностью перемешивания и коэффициентом массопередачи. Рассмотрены барботажные, механические и мембранные способы подвода кислорода. Предложен комплексный подход к модернизации, основанный на увеличении межфазной поверхности и повышении эффективности диспергирования газа без пропорционального увеличения энергозатрат.

Ключевые слова: биореактор, бактериальный продуцент, высокоплотное культивирование, аэрация, массоперенос, кислород, коэффициент массопередачи, барботер, мешалка.

**MODERNIZATION OF AERATION AND MASS TRANSFER
UNITS IN BIOREACTORS FOR CULTIVATION OF BACTERIAL
PRODUCERS AT HIGH POPULATION DENSITY**

**Batrakov Artem Andreevich
Agadzhanyan Andrey Vaganovich
Feldman Mark Rinatovich
Moiseev Egor Konstantinovich**

students

Russian Biotechnological University

Abstract: The article considers the main directions of modernization of aeration and mass transfer units in bioreactors used for cultivation of bacterial producers at high population density. The influence of biomass concentration, oxygen consumption, mixing intensity and gas-liquid mass transfer on the efficiency of the biotechnological process is analyzed. Particular attention is paid to improving gas dispersion, increasing the interfacial area and optimizing mixing while maintaining acceptable energy consumption. The main engineering approaches to improving oxygen transfer efficiency are considered.

Key words: bioreactor, bacterial producers, high-density cultivation, aeration, mass transfer, oxygen transfer, mass transfer coefficient, gas dispersion, mixing, aeration unit.

Введение

Высокоплотностное культивирование бактериальных продуцентов позволяет значительно повысить объемную производительность биотехнологического процесса, однако увеличение концентрации биомассы сопровождается ростом потребления кислорода и повышением требований к эффективности аэрации и перемешивания. При достижении высокой плотности клеток традиционная система подачи воздуха может перестать обеспечивать необходимую скорость переноса кислорода из-за ограниченной растворимости O_2 и недостаточной площади межфазного контакта [1, 2].

Кислород в аэробном процессе должен не только поступать в культуральную жидкость, но и быстро распределяться по всему рабочему объему. Поэтому эффективность биореактора определяется совместным действием аэрационного устройства, мешалки, газораспределительной системы и режима перемешивания. При увеличении масштаба аппарата дополнительно возникают градиенты концентрации кислорода, субстрата, pH и температуры [3].

Одним из перспективных направлений является модернизация не самого биореактора в целом, а его аэрационных и массообменных узлов. Такой подход позволяет повысить эффективность переноса кислорода без необходимости пропорционального увеличения мощности привода.

Цель работы - рассмотреть основные инженерные способы модернизации аэрационных и массообменных узлов биореакторов и определить рациональные критерии их выбора при высокоплотностном культивировании бактериальных продуцентов.

Основная часть

Основной характеристикой аэробного биопроцесса является скорость потребления кислорода бактериальной культурой:

$$\text{OUR} = q_{\text{O}_2} \cdot X$$

где OUR — скорость потребления кислорода, моль/(м³·с); q_{O_2} — удельная скорость потребления кислорода; X- концентрация биомассы.

При увеличении X потребность культуры в кислороде возрастает. Поэтому высокоплотностное культивирование предъявляет повышенные требования к способности биореактора передавать кислород из газовой фазы в жидкость [1].

Скорость переноса кислорода описывается уравнением:

$$\text{OTR} = kLa(C^* - CL)$$

где OTR — скорость переноса кислорода; kLa — объемный коэффициент массопередачи; C^* — равновесная концентрация кислорода; CL — концентрация растворенного кислорода в культуральной жидкости.

Условием нормального аэробного процесса является:

$$\text{OTR} \geq \text{OUR}$$

Если выполняется условие:

$$\text{OTR} < \text{OUR},$$

то потребность бактерий в кислороде превышает возможности аэрационной системы. В результате концентрация растворенного кислорода снижается, что может ограничивать скорость роста и синтеза целевого продукта [2].

Следовательно, при увеличении плотности культуры необходимо повышать не просто расход воздуха, а именно способность системы обеспечивать эффективный перенос кислорода.

Физические основы модернизации массообменного узла

Ключевым параметром модернизации является коэффициент объемной массопередачи kLa . Его можно представить как произведение коэффициента массоотдачи kL на удельную межфазную поверхность a :

$$kLa = kL \cdot a$$

Следовательно, увеличить kLa можно двумя основными способами: повысить интенсивность переноса через межфазную границу и увеличить площадь контакта газа с жидкостью.

Второй путь особенно важен для аэрации. При уменьшении диаметра пузырьков возрастает суммарная поверхность газожидкостного контакта:

$$a \approx 6\varepsilon_g/db$$

где ε_g — газосодержание; db — средний диаметр пузырьков.

Из этого выражения следует важный инженерный вывод: уменьшение размера пузырьков при сохранении достаточного газосодержания способно значительно увеличить межфазную поверхность и, следовательно, интенсивность массопереноса.

Однако чрезмерное измельчение пузырьков не является универсальным решением. Увеличение диспергирования газа требует дополнительных энергетических затрат, а интенсивное перемешивание может приводить к повышенному пенообразованию и увеличению механического воздействия на биологическую систему.

Поэтому рациональная модернизация должна быть направлена на увеличение kLa при минимально необходимом P/V , а не на максимизацию мощности перемешивания.

Модернизация механизма диспергирования газа

Традиционная система биореактора включает барботер, через который воздух подается непосредственно в жидкость. Далее пузырьки захватываются потоком, создаваемым мешалкой, и распределяются по объему.

Одним из современных вариантов модернизации является организация подачи газа непосредственно в область интенсивного движения жидкости за лопастями мешалки, например, диспергировать газ из полости вихря в локальные зоны пониженного давления за вращающимися лопатками. Такой принцип позволяет одновременно влиять на газосодержание, размер пузырьков и межфазную поверхность [4].

Особый интерес представляет то, что повышение эффективности массопереноса в данном случае достигается не только увеличением мощности мешалки. Исследование показало возможность интенсификации массопереноса при меньшей мощности на перемешивание за счет оптимального расположения лопастных мешалок [4].

Это позволяет сформулировать основной принцип модернизации: увеличение эффективности массопереноса $\neq$ простое увеличение мощности перемешивания. Более рациональным является изменение механизма передачи энергии от мешалки к газожидкостной системе.

Модернизация аэрационного устройства

Другим направлением является совершенствование непосредственно аэрационного узла. В зависимости от требуемой производительности могут использоваться:

1. Барботеры с отверстиями различного диаметра;
2. Микропористые газораспределители;
3. Комбинированные микро - и макробарботеры;
4. Мембранные аэрационные устройства;
5. Системы подачи воздуха, обогащенного кислородом.

При использовании макробарботера образуются более мелкие пузырьки, что увеличивает межфазную поверхность. Однако слишком малый размер пор может повышать сопротивление газовому потоку и предъявлять повышенные требования к системе подачи газа.

В работе Стратоновой и соавторов для биореакторов различного масштаба использовалось сочетание микро- и макробарботеров. Авторы отдельно отмечают важность способа подачи газа и влияние микропузырьков на процесс. Для исследованных систем значения kLa при аэрации воздухом составляли примерно $10-20 \text{ ч}^{-1}$, а при использовании кислорода достигали 50 ч^{-1} [2].

Таким образом, модернизация может включать не только изменение конструкции барботера, но и разделение его функций: один узел обеспечивает эффективное диспергирование газа, другой — интенсивное перемешивание и удаление газообразных продуктов метаболизма.

Таблица 1

Направления модернизации аэрационного узла

Направление	Основной эффект	Возможное ограничение
Уменьшение размера пузырьков	Увеличение межфазной поверхности	Рост сопротивления и пенообразования
Оптимизация расположения барботера	Улучшение распределения газа	Зависимость от геометрии аппарата

Продолжение таблицы 1

Комбинация микро- и макробарботеров	Разделение функций аэрации	Усложнение конструкции
Обогащение воздуха кислородом	Повышение движущей силы массопереноса	Увеличение стоимости газа
Мембранная аэрация	Возможность беспузырькового переноса	Ограниченная производительность мембраны
Подача газа в зону мешалки	Более эффективное диспергирование	Требования к конструкции мешалки

Мембранная аэрация как альтернативный вариант

Перспективным направлением модернизации является использование мембранных аэрационных устройств. В отличие от традиционного барботирования, газ может передаваться через газопроницаемую мембрану непосредственно в культуральную жидкость.

Александровская исследовала аэробное культивирование в биореакторе с мембранным аэрирующим устройством. В работе рассматривался перенос кислорода через мембрану и определялись параметры, необходимые для масштабирования такого устройства [4].

Преимущество мембранного способа заключается в возможности уменьшить количество свободных пузырьков в рабочем объеме. Это может быть особенно интересно для процессов, чувствительных к пенообразованию и локальным гидродинамическим воздействиям.

Однако для высокоплотного культивирования бактериальных продуцентов мембранная система должна обеспечивать достаточно высокий поток кислорода. Поэтому ее рационально рассматривать не как универсальную замену барботеру, а как специализированный массообменный узел.

Оптимизация перемешивания

Аэрация неразрывно связана с перемешиванием. Даже при высоком kLa локальная подача кислорода не гарантирует его равномерного распределения по объему.

Мощность перемешивания определяется зависимостью:

$$P = N p n^3 D^5$$

где N_r — число мощности; ρ — плотность жидкости; n — частота вращения мешалки; D — диаметр мешалки.

Удельная мощность:

$$P/V$$

является одним из основных параметров, используемых для сравнения режимов перемешивания.

При увеличении n мощность возрастает пропорционально кубу частоты вращения:

$$P \propto n^3$$

Поэтому простое увеличение частоты вращения мешалки является энергетически невыгодным способом интенсификации.

Более рациональным является изменение геометрии мешалки и ее положения относительно барботера. В частности, оптимизация расстояния между лопастными мешалками позволяет повысить эффективность диспергирования газа без пропорционального увеличения мощности [4].

Таким образом, модернизация перемешивающего узла должна быть направлена на повышение эффективности использования уже подводимой энергии.

Высокоплотностное культивирование и масштабирование

При переходе от лабораторного к промышленному масштабу проблема массопереноса становится более выраженной. Изменение размеров аппарата влияет на гидродинамику, время смешения, механическое воздействие и распределение растворенных газов [3].

Для оценки режима перемешивания применяется число Рейнольдса:

$$Re = \rho n D^2 / \mu$$

где μ — динамическая вязкость среды.

Однако для высокоплотностного культивирования одного Re недостаточно. Необходимо одновременно контролировать:

$$P/V, t_m, kLa, OTR,$$

где t_m — время смешения.

Особое значение имеет поддержание кислородного баланса:

$$kLa(C-CL) \geq qO_2 X^*$$

Это уравнение объединяет характеристики аппарата и характеристики культуры. Левая часть показывает возможности биореактора по переносу кислорода, правая — реальную потребность бактериальной популяции.

Именно поэтому при увеличении концентрации X возникает необходимость модернизации аэрационного узла даже в том случае, если сам аппарат способен обеспечить удовлетворительное перемешивание.

Комплексная схема модернизации

Наиболее рациональным является не отдельное изменение одного элемента, а комплексная модернизация:

барботер → мешалка → зона диспергирования → межфазная поверхность → kLa → OTR

При этом конечным критерием является не максимальное значение одного параметра, а выполнение условия:

$$OTR \geq OUR$$

Для высокоплотностного культивирования бактериальных продуцентов можно выделить следующую последовательность:

1. Определить максимальную потребность культуры в кислороде;
2. Определить требуемое значение OTR;
3. Оценить существующее значение kLa ;
4. Определить дефицит массопереноса;
5. Выбрать способ увеличения межфазной поверхности;
6. Оптимизировать положение и конструкцию мешалки;
7. Проверить энергетические затраты;
8. Оценить время смешения и однородность среды.

Таблица 2

Критерии оценки модернизированного биореактора

Кри- терий	Что характеризует	Направление оптимизации
kLa	Интенсивность массопереноса O_2	Увеличение
OTR	Реальную скорость подачи O_2 культуре	Увеличение до уровня OUR
OUR	Потребность бактериальной культуры	Определяется плотностью биомассы
P/V	Энергозатраты на перемешивание	Минимизация при достаточном OTR
t_m	Однородность среды	Снижение

Продолжение таблицы 2

db	Размер пузырьков	Оптимизация
εg	Размер пузырьков	Увеличение в допустимых пределах

Анализ показывает, что традиционная стратегия интенсификации аэрации, основанная преимущественно на увеличении расхода воздуха и скорости вращения мешалки, имеет ограниченную эффективность. Увеличение расхода газа не всегда приводит к пропорциональному росту массопереноса, а повышение частоты вращения сопровождается кубическим ростом мощности [4].

Более эффективной является модернизация, направленная на изменение структуры газожидкостного потока. Если при той же подводимой мощности удастся увеличить газосодержание, уменьшить средний диаметр пузырьков и повысить межфазную поверхность, то значение kLa может быть увеличено без аналогичного роста энергозатрат.

Для бактериальных продуцентов это особенно важно, поскольку высокая плотность клеток увеличивает OUR пропорционально концентрации биомассы. В результате даже хорошо перемешиваемая культура может испытывать кислородное ограничение.

Перспективным является комбинированный подход: оптимизация мешалки и положения барботера, использование более эффективного диспергирования газа, а при необходимости — применение обогащенного кислородом газа или мембранных устройств [3-4].

Следовательно, модернизация должна осуществляться по принципу «не больше энергии, а больше массопереноса на единицу энергии».

Заключение

Высокоплотностное культивирование бактериальных продуцентов предъявляет повышенные требования к аэрации и массопереносу, поскольку увеличение концентрации биомассы приводит к росту потребления кислорода.

Основным условием эффективной работы биореактора является выполнение соотношения:

$$OTR \geq OUR$$

При этом OTR определяется не только расходом воздуха, но и коэффициентом объемной массопередачи:

$$OTR = kLa(C^* - CL)$$

Показано, что наиболее перспективными направлениями модернизации являются оптимизация конструкции мешалки и ее расположения относительно барботера, увеличение межфазной поверхности, совершенствование способов диспергирования газа, использование комбинированных аэрационных устройств и применение мембранных систем.

Особый интерес представляет диспергирование газа непосредственно в зонах интенсивного движения жидкости. Такой подход позволяет повысить эффективность массопереноса при меньшей мощности на перемешивание [4].

Таким образом, модернизация аэрационных и массообменных узлов должна осуществляться не по принципу максимального увеличения расхода газа или мощности мешалки, а по критерию максимизации отношения:

$$kLa/(P/V)$$

то есть эффективности массопереноса на единицу затрачиваемой энергии.

Для высокоплотного культивирования именно такой подход позволяет одновременно повысить производительность биореактора, обеспечить необходимый кислородный режим и ограничить рост энергетических затрат.

Список литературы

1. Латыпов, Э.Д. Конструкции и биотехнические испытания биореакторов с мембранными устройствами ввода кислорода / Э.Д. Латыпов, С.Г. Мухачев, Д.В. Тунцев, Э.И. Нуретдинова // Бутлеровские сообщения. – 2022. – Т. 69, № 4. – С. 1–13.
2. Стратонова, Н.В. Методические подходы к валидации технологических процессов получения терапевтических рекомбинантных белков на основе концепции «Quality by Design» / Н.В. Стратонова, А.С. Лисов, А.Н. Морозов, Д.В. Тюпа, Р.А. Хамитов // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 175–183.
3. Войнов, Н.А. Интенсификация массообмена в газожидкостном аппарате с мешалкой / Н.А. Войнов, А.С. Фролов, А.В. Богаткова, О.П. Жукова // Теоретические основы химической технологии. – 2024. – Т. 58, № 2. – С. 222–229.

4. Александровская, Ю.П. Аэробное культивирование спиртовых дрожжей в биореакторе с мембранным аэрирующим устройством: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ю.П. Александровская. – Казань: Казанский государственный технологический университет, 2004. – 19 с.

© Батраков А.А., Агаджанян А.В.,
Фельдман М.Р., Моисеев Е.К.

СЕКЦИЯ СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 316.334.2

DOI 10.46916/24082026-6-978-5-00276-150-0

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Луцкая Екатерина Евгеньевна

к. филос. н., доцент

Недякин Александр Петрович

магистрант

Московский педагогический государственный университет

Аннотация: Статья посвящена анализу изменений на российском рынке программных продуктов, произошедших в 2022–2025 годах. В статье затронуты основные формальные и неформальные институты, связанные с рынком программных продуктов, а также факторы, влияющие на поведение компаний и потребителей их продукции и связанные с импортозамещением. Произведено сравнение структуры досанкционного и послесанкционного российского рынка программных продуктов, проанализировано влияние на него импортозамещения.

Ключевые слова: программные продукты, информационные системы, информационные технологии, рыночные институты, импортозамещение, цифровизация.

ANALYSIS OF CHANGES IN THE RUSSIAN SOFTWARE MARKET IN THE CONTEXT OF IMPORT SUBSTITUTION

Lutskaya Ekaterina Evgenievna

Nedyakin Alexander Petrovich

Abstract: The article analyzes the changes in the Russian software market that occurred in 2022-2025. The article touches upon the main formal and informal institutions related to the software market, as well as factors influencing the behavior of companies and consumers of their products and related to import substitution. The structure of the pre- and post-sanctions Russian software market is compared, and the impact of import substitution on it is analyzed.

Key words: software products, information systems, information technologies, market institutions, import substitution, digitalization.

События 2022 года оказали огромное влияние на развитие российского общества в целом и различных рынков в частности, что связано не только с вводом санкций консолидированного Запада против России и отказами в сотрудничестве с российскими компаниями, но и с внутренними изменениями [1], произошедшими в стране и местами оказавшими на неё более весомое влияние, чем отсутствие доступа к иностранным ресурсам. Данная статья посвящена изменениям, произошедшим на российском рынке программных продуктов или ИТ рынке, под которым будет подразумеваться рынок, состоящий из следующих основных сегментов:

- 1) программное обеспечение (ПО);
- 2) услуги в сфере информационных технологий (ИТ);
- 3) аппаратное обеспечение;
- 4) информационная безопасность (ИБ) [2].

При этом, несмотря на активное развитие в последние годы таких направлений, как искусственный интеллект и облачные технологии, сегментация рынка осталась неизменной относительно 2020 года [3].

Ключевым внутренним фактором стремительных изменений на ИТ-рынке стала государственная политика и новая норма, которая в данный момент формируется у крупных компаний страны и связана с необходимостью импортозамещения в различных сегментах этого рынка. Известно, что после событий 2022 года ряд зарубежных компаний, крупных игроков на ИТ-рынке РФ, заявили о прекращении поддержки. Например, немецкий концерн SAP заявил об уходе с российского рынка в апреле 2022 года [4]. Сложная ситуация привела к тому, что российские компании, сами того не желая, были вынуждены переходить в кратчайшие сроки с зарубежного на отечественное ПО, которое к этому времени оказалось неготовым к тому, чтобы полностью заместить зарубежное по надежности и функционалу. Параллельно с этим стала активно действовать государственная политика, направленная на замену западных программ для обеспечения кибербезопасности и технологического суверенитета страны, которая постепенно набирала обороты еще до 2022 года. Согласно данным РБК, ссылающимся на сведения от Центра компетенций по импортозамещению в сфере ИКТ (АНО «ЦКИТ»), к концу 2021 года планировалось, что доля отечественного софта в компаниях государственного сектора должна составлять не менее 50%, но фактически оказалась на уровне 30-35% [5]. Такой низкий процент объясняется в большей степени следующими факторами:

- серьёзными затратами на корпоративные проекты, предполагавшими внедрение зарубежного ПО;
- отсутствием желания переходить на отечественные решения ввиду привычки, опыта и/или укорененности стереотипа «высокого качества зарубежных продуктов относительно отечественных»;
- влиянием политической ситуации в мире, при которой российские компании надеялись, что отношения между Россией и США улучшатся после прихода на пост президента Дональда Трампа в 2016 году и сохранятся таковыми после окончания срока его правления;
- наличием выбора между российскими и зарубежными программными продуктами.

События 2022 года активно стимулировали процесс импортозамещения. Выбора у организаций стало меньше: либо использовать иностранный софт нелегально, принимая на себя риски его устаревания или несанкционированного обновления, либо переходить на отечественные решения, к чему на практике компании не сильно стремятся. Так, согласно данным журнала Forbes, в 2023 году около 44% частных компаний не планировали переходить на российские решения, а 27% ожидали окончания лицензий зарубежного софта [6]. Если же внедрение нового решения осуществлялось, то в спешке руководители могли выбрать ПО, которое не отвечает функциональным требованиям, в том числе по критерию информационной безопасности.

Помимо ухода производителей софта и оборудования с российского рынка программных продуктов, за 2022–2025 гг. возросло влияние государственной политики. В частности, были приняты и опубликованы значимые законы и указы:

- Указ Президента РФ от 30.03.2022 г. № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации»;
- Указ Президента РФ от 02.03.2022 № 83 «О мерах по обеспечению ускоренного развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации»;
- Постановление Правительства РФ от 11.10.2023 №1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» и другие.

Все это составило основную часть формального института, регулирующего ИТ-рынок. Другую его часть заняли государственные учреждения (Минцифры, Роскомнадзор), которые, по сравнению с досанкционным периодом, начали оказывать большее влияние на рыночную среду.

Наряду с формальными институтами ИТ-рынок регулируется и неформальными институтами. К таковым относятся, в первую очередь, пиратство и способы ведения бизнеса с ориентацией на отечественные особенности и разработки. Они оказывали влияние на рынок как в досанкционный, так и в постсанкционный период (см. таблицу 1). Пиратство начало свое распространение в девяностые годы из-за слабого регулирования властей и сложившихся в силу бедности установок населения на дешевизну и бесплатность интеллектуальных продуктов. Такое положение дел привело к тому, что уже в 2002 году Россия вошла в пятерку лидеров стран с наиболее высоким уровнем пиратства. И влияние этого феномена не прекращается до сих пор. По данным ВЦИОМ, в 2018 году порядка 47% опрошенных россиян поддерживали распространение нелегального контента. К 2023 году данный процент упал до 39%. Однако, как отвечает ВЦИОМ, такая динамика объясняется не изменением отношения к интеллектуальной собственности, а увеличением числа россиян, которые затруднились с выбором «за» или «против». К 2025 году ситуация неутешительная, ибо пиратство как социальный институт только набрало обороты вследствие ухода иностранных компаний [7].

Таблица 1

Изменения структуры и институтов ИТ-рынка

Аспект		До 2022 года	После 2022 года
Основные сегменты рынка		ПО, ИТ-услуги, ИБ, Аппаратное обеспечение	ПО, ИТ-услуги, ИБ, Аппаратное обеспечение
Формальные институты	Государственный контроль и регулирование	Цифровизация государственных услуг; Стремление к повышению информационной безопасности в госсекторе, Импортозамещение в	Повсеместное импортозамещение; Повышение значимости ИТ-профессий в обществе; Усиление контроля в интернет среде;

Продолжение таблицы 1

		Госсекторе	Значительное повышение значимости государственных сервисов и ПО
	Импортозамещение	В основном в госсекторе, низкое	Вынужденное как в госсекторе, так и в частных компаниях
Неформальные институты	Ведение бизнеса	Ориентация на зарубежные практики	Ориентация на отечественные или собственные разработки и практики
	Пиратство	Широкое распространение	Усиление степени пиратства ввиду ухода зарубежных компаний и поддержка пиратства со стороны государства

Импортозамещение и фактическая невозможность использования западных ресурсов не являются единственными проблемами ИТ-рынка. Также можно выделить формальность реализуемой государством цифровой трансформации, которая после 2022 года лишь усиливается. Примером чего может служить цифровизация градостроительной сферы РФ, которая предполагала создание единого электронного пространства решений в сфере доступа к государственным услугам. Однако, согласно данным профильного министерства, информационные системы в сфере градостроительства внедрены только в 29 регионах. При этом 20 регионов пока даже не могут указать точные сроки внедрения. Такой результат объясняется как экономическими (отсутствие достаточного финансирования, оборудования, персонала), политическими, так и социальными проблемами в обществе. К конкретным факторам можно отнести:

- отсутствие быстрой коммуникации между исполнителем и потребителем государственных услуг;
- рост мошенничества, связанного с цифровизацией;
- отсутствие у граждан электронных кабинетов и/или интернета или нежелание их заводить [8].

Итак, в 2022–2025 гг. наблюдалось сильное влияние санкционного давления на российский рынок ИТ в целом и компании в частности, так как

в результате уменьшились возможности выбора, но в то же время было стимулировано импортозамещение. Не менее значимым остается повышение государственного контроля, которое, к сожалению, не сопровождается должным повышением финансирования компаниям, осуществляющим импортозамещение, и изменениями в обществе, что приводит к ситуации, когда даже государственные компании не укладываются в планы по импортозамещению и цифровизация осуществляется лишь формально и зачастую в спешке. Это ведет к тому, что уровень информационной безопасности и доверие к отечественным решениям у потребителей падают, а отказ от зарубежных ресурсов замедляется, чему способствует институт пиратства. Внутренняя ситуация на российском рынке программных продуктов пока складывается таким образом, что отечественные разработчики ИТ-технологий занимают освободившиеся доли, принадлежавшие иностранным компаниям, стараясь создать замену ушедшим решениям. Дальнейшая устойчивость ИТ-рынка будет зависеть от способности страны поддерживать определенный уровень технического обеспечения и финансирования и от отношения общества к отечественным решениям, а также от мировой политической ситуации.

Список литературы

1. Радаев В.В. Социология рынков: к формированию нового направления. — М.: ГУ ВШЭ, 2003. — 328 с. ISBN 5-7598-0246-1.
2. Информационно-аналитический портал Tadviser. Карта российского рынка программного обеспечения 2025 [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Карта_российского_рынка_информационных_технологий_2025 (дата обращения 20.12.2025).
3. Информационно-аналитический портал Tadviser. Карта российского рынка программного обеспечения 2020 [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Карта_российского_рынка_информационных_технологий_2020_TAdviser (дата обращения 25.12.2025).
4. SAP News Center . SAP plans Russia exit [Электронный ресурс]. URL: <https://news.sap.com/2022/04/sap-plans-russia-exit/> (дата обращения 26.12.2025).
5. РБК. Импортозамещение программ отстало от программы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2021/12/28/61c21e289a79479e8562641b> (дата обращения 05.08.2026).

6. Forbes Россия. Почему импортозамещение делает IT-рынок уязвимее и как с этим справиться [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/tekhnologii/499474-pocemu-importozamesenie-delaet-it-rynok-uazvimee-i-kak-s-etim-spravit-sa> (дата обращения 06.08.2026).

7. Аналитический центр ВЦИОМ. Онлайн-пиратство: за и против [Электронный ресурс]. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/onlain-piratstvo-za-i-protiv> (дата обращения 06.08.2026).

8. Романов О.А. Философские проблемы цифровой трансформации градостроительной сферы в РФ // Наука, технологии и ценности в неустойчивом мире : сборник научных статей. – М.: Изд-во «Русское общество истории и философии науки», 2024. – С. 416–418. – [Электронный ресурс]. URL: <http://rshps.ru/books/congress2024.pdf> (дата обращения 07.08.2026).

© Луцкая Е.Е., Недякин А.П.

УДК 316.334.2

ОТНОШЕНИЕ САМОЗАНЯТЫХ К ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИНСТИТУТАМ ПОДДЕРЖКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ В РФ

Юсупова-Вдовина Анастасия Вячеславовна

студент

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»

Аннотация: В статье анализируется отношение самозанятых граждан РФ к мерам государственной поддержки и регулирования их деятельности. На основе анализа социологических и статистических данных рассматривается парадокс высокой динамики регистраций в качестве плательщиков налога на профессиональный доход на фоне дефицита институционального доверия и низкого спроса на государственные социальные гарантии. Выделены ключевые барьеры во взаимодействии государства и микробизнеса, предложены направления по повышению эффективности инструментов поддержки.

Ключевые слова: самозанятость, налог на профессиональный доход, институциональное доверие, прекариат, меры поддержки, социальные риски.

THE ATTITUDE OF THE SELF-EMPLOYED TOWARDS STATE INSTITUTIONS OF SUPPORT AND REGULATION IN THE RUSSIAN FEDERATION

Yusupova-Vdovina Anastasia Vyacheslavovna

Abstract: The article analyzes the attitude of self-employed citizens of the Russian Federation to measures of state support and regulation of their activities. Based on the analysis of sociological and statistical data, the paradox of the high dynamics of registrations as payers of professional income tax is considered against the background of a lack of institutional trust and low demand for state social guarantees. The key barriers in the interaction between the state and microbusiness are highlighted, and directions for improving the effectiveness of support tools are proposed.

Key words: self-employment, professional income tax, institutional trust, precariat, support measures, social risks.

В российской экономике наблюдается трансформация структуры занятости, важным элементом которой выступает самозанятость. По данным ФНС, численность самозанятых стремительно возрастает: если в январе 2025 г. показатель составлял 12 млн человек, то через год он достиг 15 млн. Однако самозанятые сталкиваются с трудностями: социальная уязвимость, нестабильный доход и недостаточная осведомленность о мерах поддержки. Положение самозанятых автором рассматривается концепций «прекариата» Ж.Т. Тощенко, Г. Стэндинг [4]. Таким образом, особый исследовательский интерес вызывает отношение самозанятых к государственным мерам поддержки.

Введение специального налогового режима «Налог на профессиональный доход» (НПД) в 2018 году предоставил гражданам возможность для легализации своей деятельности [5]. Согласно данным исследований НАФИ, основным мотивом регистрации для 73% респондентов стало стремление избежать проблем с налоговыми органами, а для 22% — это сознательный выбор в пользу статуса законопослушного налогоплательщика [3]. При этом самозанятые выделяют такие преимущества НПД, как низкая налоговая ставка (53,4%) и простая процедура регистрации и отчетности через мобильное приложение (47,7%) [3]. Тем не менее, у самозанятых присутствуют риски. К числу основных рисков можно отнести возможное усложнение отчетности, повышение налоговой ставки и сокращение перечня видов деятельности, подпадающих под режим НПД.

Наиболее остро стоит проблема взаимодействия самозанятых и государства в сфере социального обеспечения. Будучи исключенными из системы обязательного социального страхования, самозанятые вынуждены самостоятельно заботиться о пенсионных накоплениях и оплате больничных листов. По данным Социального фонда РФ, 50,5% самозанятых (более 4,6 млн человек) не осуществляют никаких отчислений на обязательное пенсионное страхование (ОПС), фактически оставаясь вне государственной пенсионной системы. Основным барьером здесь выступает не только невысокий уровень доходов, но и дефицит доверия к долгосрочной стабильности пенсионных институтов.

Этот вывод подтверждается и оценкой эффективности государственных мер поддержки. В РФ создана широкая инфраструктура помощи микробизнесу (центры «Мой бизнес», грантовые программы, льготные микрозаймы). Одним из ключевых инструментов поддержки малообеспеченных граждан является

социальный контракт (субсидия до 350 тыс. рублей на открытие дела). Однако, по оценкам Минтруда и независимых аналитиков, долгосрочная эффективность соцконтрактов для некоторых категорий граждан остается дискуссионной из-за рисков прекращения деятельности после расходования бюджетных средств.

Недоверие распространяется и на меры поддержки: мерами поддержки пользуются не более 17% самозанятых. Согласно данным З.Т. Голенковой и других [1], барьерами самозанятых для вхождения в легальную экономику являются:

- системное недоверие к государственным институтам (28,6%);
- отсутствие реальных социальных гарантий и защищенности (21,6%);
- опасения относительно нестабильности и фискальной изменчивости законодательства (20%).

Для оптимизации взаимодействия и повышения уровня доверия между государством и самозанятыми представляется целесообразным реализовать комплекс мер в нескольких направлениях:

Повышение прозрачности и информированности. Необходимо преодолеть дефицит информации о доступных программах поддержки. Эффективным решением может стать размещение адаптированных материалов в МФЦ, банках и через интеграцию информирующих сервисов непосредственно в приложение «Мой налог». Работа с доверием также требует демонстрации реальных историй успеха самозанятых, получивших помощь, и упрощения процедур отчетности по целевым субсидиям.

Развитие правовых гарантий. Опросы фиксируют, что 34% самозанятых чувствуют себя незащищенными от недобросовестных заказчиков. Разработка и закрепление в Федеральном законе № 422-ФЗ базовых юридических гарантий при взаимодействии самозанятых с клиентами (включая упрощенные механизмы досудебного разрешения споров) повысили бы ценность легального статуса.

Совершенствование системы социального страхования. Необходима разработка понятных и экономически привлекательных добровольных программ страхования (на случай временной нетрудоспособности, по уходу за ребенком), где условия участия были бы гибкими и соотносились с реальными доходами самозанятых.

Подводя итоги, можно сказать, что отношение самозанятых граждан к государственным институтам в РФ носит преимущественно инструментально-прагматический характер. Они высоко оценивают удобство цифровых сервисов

НПД, но при этом дистанцируются от долгосрочных систем страхования и мер поддержки. Преодоление этого дефицита доверия требует перехода государственной политики от модели фискального контроля к социальному партнерству, подкрепленному правовыми гарантиями и механизмами социальной защиты.

Список литературы

1. Голенкова З.Т., Голиусова Ю.В., Горина Т.И. Социологический портрет самозанятых в современной России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. — 2020. — Т. 20, № 4. — С. 821–836.
2. Свердликова Е.А., Селезнёва А.С. Социальное самочувствие самозанятых в условиях трансформации рынка труда // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. — 2024. — № 1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnoe-samochuvstvie-samozanyatyh-v-usloviyah-transformatsii-rynka-truda> (дата обращения 15.10.2024).
3. Самозанятость: подработка, ремесло или шаг к большому бизнесу. — М.: НАФИ, 2024. — Текст: непосредственный.
4. Тощенко Ж.Т. Прекариат: от протокласса к новому классу. — М.: Наука, 2018. — 350 с.
5. Федеральный закон от 27.11.2018 № 422-ФЗ «О налоге на профессиональный доход» (в актуальной редакции) // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

© Юсупова-Вдовина А.В., 2026

УДК 316.354

ОСОБЕННОСТИ МАРКЕТИНГА НА РЫНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ

Луцкая Екатерина Евгеньевна

к. филос. н., доцент

Говердовская Марина Анатольевна

магистрант

Московский педагогический государственный университет

Аннотация: В данной статье рассматриваются особенности маркетинга на рынке экологических услуг. Анализируется влияние социокультурного контекста на проведение маркетинговых исследований на рынке экологических услуг. Особое внимание уделяется факторам, определяющим покупательское поведение с учетом экологичности, где персонализация, цифровизация и изменяющиеся ожидания потребителей играют значительную роль. В статье обоснованы роль экологического просвещения потребителя и важность учета экологического фактора для ведения современного бизнеса.

Ключевые слова: экология, рынок экологических услуг, покупательское поведение.

MARKETING FEATURES IN THE MARKET OF ENVIRONMENTAL SERVICES

Lutskaya Ekaterina Evgenievna

Goverdovskaya Marina Anatolyevna

Abstract: This article discusses the specifics of marketing in the environmental services market. The influence of the socio-cultural context on the conduct of marketing research in the market of environmental services is analyzed. Special attention is paid to the factors determining consumer behavior based on environmental friendliness, where personalization, digitalization and changing consumer expectations play a significant role. The article substantiates the role of consumer environmental education and the importance of taking into account the environmental factor for conducting modern business.

Key words: ecology, environmental services market, consumer behavior.

В условиях современного общества принятие управленческих решений становится сложным многогранным процессом, когда под воздействием современной рыночной действительности (последствия ухода международных компаний с российского рынка, экологические проблемы, цифровизация) происходят фундаментальные сдвиги в покупательском поведении, приобретающие такие черты, как возросшая многомерность принятия решений покупателем, рутинное совершение многокритериального выбора. Если ранее выбор определялся, прежде всего, соотношением цены и качества, то сегодня цена воспринимается не только как экономическое отражение издержек, но и с символической точки зрения, когда принимаются во внимание иные факторы – престиж, имидж и, в нашем случае, экологичность. [1].

В последние десятилетия сложился маркетинг экологических услуг как специализированная область маркетинга, направленная на удовлетворение потребностей клиентов путем создания, продвижения и реализации услуг, которые способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду или ее восстановлению. В отличие от классического маркетинга, приоритетом в этой области является не только прибыль и удовлетворение клиента, но и долгосрочное благополучие общества, и сохранение экосистем. Необходимо также учитывать, что экологическая услуга часто неосвязаема (например, экологический аудит, консалтинг или мониторинг) и направлена на предотвращение ущерба, который может проявиться лишь в будущем, когда проявится двойственный эффект, состоящий в том, что потребитель получает как индивидуальную выгоду (соблюдение законодательства, экономия ресурсов, улучшение имиджа), так и общественную (чистый воздух, вода, сохранение биоразнообразия).

Для развитых стран сегодня характерна сильная зависимость рынка от экологических стандартов, государственных нормативов и международного законодательства, которые создают спрос на экологические услуги. Основными задачами является формирование экологического сознания и спроса на «зеленые» услуги при минимизации экологических рисков для бизнеса и населения, а также обеспечение конкурентного преимущества за счет внедрения экологически чистых технологий и стандартов (например, ISO 14001). [2]

Маркетинг экологических услуг в 2026 году характеризуется переходом от временного тренда к обязательному стандарту ведения бизнеса (ESG-повестка). Его ключевые особенности включают:

- высокую степень неосвязаемости и отложенный эффект, состоящий в том, что экологические услуги (аудит, мониторинг, консалтинг) часто не имеют физической формы, а их результат состоит в предотвращении ущерба или улучшении репутации и может проявиться спустя длительное время;
- зависимость от нормативного регулирования, когда спрос на услуги в 2026 году во многом диктуется государством через введение новых форм отчетности и ужесточение экологических стандартов.

В современном обществе наблюдается рост экологического сознания – в 2026 году до 73% потребителей готовы платить больше за услуги компаний, демонстрирующих реальную заботу об экологии. Поэтому одной из критически важных задач становится подтверждение прозрачности и достоверности эко-заявлений для укрепления доверия клиентов. Маркетинг направлен не только на продажу, но и на формирование ответственного потребления и эко-просвещение клиентов. При этом акцент смещается в сторону построения коммуникации с клиентами и внимания к отчетности о соответствии критериям устойчивого развития (ESG-отчеты).

Социокультурные факторы играют определяющую роль в формировании спроса на экологические услуги в 2026 году, трансформируя потребление из сугубо экономической категории в акт гражданской и этической ответственности. Спрос напрямую зависит от уровня экологического сознания и просвещения населения. В 2026 году экологичность становится «языком делового общения» и базовым требованием к качеству жизни, а не добровольным выбором. Социокультурные установки (традиции, мода, мнение референтных групп) выступают драйверами принятия экологических практик.

Социальные медиа в 2026 году продолжают усиливать спрос через массовое распространение эко-привычек и публичную оценку усилий государства и бизнеса. Так, в 2026 году потребители ищут услуги, обеспечивающие баланс ментального, физического и экологического здоровья. Это формирует спрос на эко-туризм, «зеленый» консалтинг и услуги по улучшению городской среды. Культурный запрос на прозрачность (transparency) заставляет компании подтверждать реальный экологический эффект своих услуг, так как современные потребители крайне чувствительны к недостоверным эко-заявлениям.

Рост городского населения и высокий уровень цифровизации (в том числе развитие ИИ-инструментов в 2026 году) коррелируют с ростом интереса к технологичным эко-услугам, таким как мониторинг качества воздуха через приложения или интеллектуальное управление отходами. Таким образом, в 2026 году спрос на экологические услуги формируется не только под давлением законов, но и под влиянием новой «культуры устойчивости», где потребление экологических услуг становится способом социальной самоидентификации личности. [2] Современные подходы к исследованию социокультурного аспекта в 2026 году объединяют классическую социологию с передовыми цифровыми технологиями для анализа сложного поведения потребителей.

В 2026 году ключевым методом становится использование искусственного интеллекта для анализа цифровых следов потребителей. Это позволяет исследовать реальное поведение (а не только заявленные намерения) через: анализ поисковых запросов и трендов в социальных медиа для выявления скрытых социокультурных триггеров.

Исследователи отходят от изучения отдельного потребителя к анализу социальных практик — устойчивых способов повседневной деятельности (например, как люди привыкли утилизировать отходы или пользоваться транспортом). Этот подход позволяет понять, как культурные нормы и инфраструктура города определяют спрос на эко-услуги. Социокультурный аспект теперь исследуется через индикаторы социальной ответственности (Social в ESG). Компании анализируют влияние своих услуг на общественное благополучие и уровень доверия стейкхолдеров, используя это как инструмент измерения культурного сдвига в обществе.

Маркетинг экологических услуг перестал быть инструментом имиджа. В 2026 году в России это инструмент управления репутацией и доверием потребителей, которые требуют от бизнеса прозрачности и реальных ESG-результатов, а не имитации экологичности («гринвошинга»). Создана «бесшовная» система учета, где данные компаний-отходообразователей автоматически сверяются с данными операторов. Это делает уклонение от экологической отчетности экономически невыгодным и юридически рискованным (штрафы до 100 000 рублей и выше) [3].

Таким образом, экологическая услуга в 2026 году представляет собой сложный продукт, где технологическая эффективность (ИИ и автоматизация) соединяется с социальной ответственностью, формируя новый стандарт

качества жизни в городской среде. Социокультурные практики 2026 года диктуют переход от агрессивных продаж к сервисной модели, когда маркетинг экологических услуг предполагает прежде всего создание удобной инфраструктуры (приложения, контейнеры, пункты приема), позволяющей человеку быстро и удобно встроить эко-привычки в свой привычный ритм жизни.

Список литературы

1. Брусакова И.А., Покровская Н.Н., Винюков А.А. Социально-экологические факторы принятия управленческих решений в постсовременном мире покупательского поведения // Системный анализ в проектировании и управлении. 2024. № 2. Т. XXVIII. С.440–450. <https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/id24-544>.
2. Мишачева Е.С. Экологический маркетинг // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. № 3. С. 295-299. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/35>.
3. Постановление Правительства РФ от 5 сентября 2016 г. N 881 «О проведении уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации конкурсного отбора региональных операторов по обращению с твердыми коммунальными отходами» (с изменениями и дополнениями) [Эл. ресурс] // <https://docs.cntd.ru/document/420374335?ysclid=mrwxw7l6pf1807123394>.

© Луцкая Е.Е., Говердовская М.А.

**РОДИТЕЛЬСКИЕ ПРАКТИКИ РОДИТЕЛЕЙ СТАРШЕКЛАССНИКОВ
Г. ШУЯ (НА ПРИМЕРЕ МОУ СОШ № 7)**

Абрамова Алина Альбертовна

студент

Звонарева Александра Евгеньевна

кандидат социологических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

Аннотация: В работе рассматривается родительство как социальный институт, анализируются его функции и основные стили воспитания. Эмпирическая часть основана на анкетировании 40 родителей старшеклассников г. Шуя. Исследованы практики академической и эмоционально-психологической поддержки, автономии, профориентации и общения. Выявлено, что родители демонстрируют конструктивные стратегии воспитания, высокий уровень доверия и автономии детей, однако системная профориентация и глубина содержательного общения требуют развития.

Ключевые слова: родительство, родительские практики, старшеклассники, стили воспитания, профориентация.

**PARENTAL PRACTICES OF PARENTS OF HIGH SCHOOL STUDENTS
SHUYA (USING THE EXAMPLE OF MUNICIPAL EDUCATIONAL
INSTITUTION SECONDARY SCHOOL NO. 7)**

Abramova Alina Albertovna

Zvonareva Alexandra Evgenievna

Abstract: The paper considers parenthood as a social institution, analyzes its functions and basic parenting styles. The empirical part is based on a survey of 40 parents of Shuya high school students. The article examines the practices of academic and emotional-psychological support, autonomy, career guidance and communication. It has been revealed that parents demonstrate constructive parenting strategies, a high level of trust and autonomy for children, but systematic career guidance and depth of meaningful communication require development.

Key words: parenting, parenting practices, high school students, parenting styles, career guidance.

Родительство представляет собой сложный и многогранный процесс, который включает в себя не только биологическое, но и социальное, психологическое и культурное воспитание детей. Понимание этого понятия и его различных аспектов крайне важно для формирования здоровых отношений в семье и успешного воспитания подрастающего поколения. В современном мире институт родительства переживает серьезные трансформации, связанные с изменением семейных ценностей, гендерных ролей и социально-экономических условий жизни. Ослабляются социальные связи между родителями и детьми, снижается значимость родства и родительства, что делает изучение данной темы особенно актуальным как для науки, так и для социальной практики [1, с. 125]. В городе Шуя Ивановской области данная проблема приобретает особую остроту на фоне миграционного оттока молодежи и социально-экономической напряженности. Локальная специфика, связанная с занятостью значительной части родителей на работах с невысоким доходом, ограничивает их временные и материальные ресурсы для полноценного участия в образовательной и профориентационной жизни детей. Это создает риски социально-психологической дезадаптации учащихся, неосознанного выбора профессии и ухудшения отношений в семье в ключевой переходный период.

Родительство – сложное социальное явление, уникальное для человека и общества, необходимое для воспроизводства поколений и являющееся элементом личностной сферы человека [2, с. 124]. Оно служит связующим звеном между человеком и обществом, его культурой. В рамках структурного функционализма Т. Парсонс рассматривал семью как основной институт, где родительство играет ключевую роль в социализации детей и передаче культурных норм [3, с. 641]. Э. Дюркгейм считал родительство важной социальной функцией, направленной на поддержание стабильности и порядка в обществе [4, с. 118]. В середине 1990-х Гурко Т.А. выделила родительство как отдельную предметную область в российской социологии, определяя его как социокультурные и юридические нормы, соответствующие социальным статусам [5, с. 185]. По А.И. Антонову, родительство – демографическая и социально-психологическая категория, выражающая «потребность в детях» [6]. Р.В. Овчарова утверждает, что родительство – это эмоционально окрашенный набор знаний и убеждений о себе как родителе [7, с. 319]. Таким образом, родительство – это многоаспектный социальный институт, включающий биологические, психологические, культурные и социальные аспекты,

выполняющий ключевые функции социализации, передачи ценностей и эмоциональной поддержки.

К функциям родительства относят: репродуктивную (биологическое воспроизводство), воспитательную (формирование личности, передача ценностей), хозяйственно-экономическую (обеспечение материальных потребностей), эмоционально-психологическую (создание любви, принятия и защищенности), регулятивно-контрольную (установление правил и границ), коммуникативную (развитие навыков общения) и досуговую (организацию совместного отдыха). В общении с родителями ребенок усваивает первые понятия о мире, приобщается к культуре. Нарушение какой-либо функции может привести к проблемам в развитии личности и социальной адаптации [8, с. 46].

Эмпирическая часть исследования была проведена в апреле 2026 года с целью выявления и анализа специфики социальных практик родителей старшеклассников в г. Шуя. Объектом исследования выступили родители старшеклассников (учащихся 10–11 классов), проживающие в городе Шуя. В анкетировании приняли участие 40 родителей старшеклассников МОУ СОШ № 7 г. Шуя.

Среди опрошенных преобладают женщины (52,5%), мужчины составляют 47,5%. Большинство респондентов (52,5%) в возрасте 41–45 лет, 27,5% – старше 50 лет. У 97,5% респондентов один ребенок-старшеклассник. Уровень образования: 55% имеют высшее образование, 37,5% – среднее профессиональное. Материальное положение: 85% респондентов характеризуют свое финансовое состояние как «особых материальных затруднений нет, но не все покупки по карману».

Анализ практик академической поддержки и контроля показал, что 62,5% родителей редко помогают детям с выполнением домашних заданий, 17,5% – ежедневно, 15% – никогда. Частота проверки электронного дневника: 50% проверяют раз в неделю, 27,5% не проверяют вообще, 22,5% проверяют ежедневно. В реакции на успехи и неудачи 67,5% родителей выбирают стратегию «совместно анализируем причины и поддерживаем», 20% реагируют нейтрально. Все матери (100%) используют словесную похвалу как основную форму поощрения, тогда как среди отцов этот показатель ниже (73,7%). Материальное стимулирование чаще применяют отцы (26,3% против 14,3% у матерей). Матери ориентированы на вербальную эмоциональную поддержку, отцы – на более прагматичные формы поощрения [14, с. 107].

Анализ практик эмоционально-психологической поддержки показал, что большинство как отцов (63,2%), так и матерей (57,1%) проявляют эмоциональное тепло ежедневно. Матери чаще проявляют тепло несколько раз в день (23,8% против 10,5%). Большинство родителей (82,5%) всегда выслушивают ребёнка полностью. В стрессовых ситуациях 55% родителей выбирают эмоциональную поддержку и утешение, 30% – практическую помощь. 72,5% полностью согласны с утверждением о серьезном отношении к переживаниям ребенка. 47,5% понимают состояние ребенка, сохраняя спокойствие; 42,5% полностью разделяют чувства. Равнодушные и отстраненные родители отсутствуют.

Анализ практик автономии и поведенческого контроля показывает, что родители в целом предоставляют старшеклассникам высокую степень самостоятельности, однако подходы матерей и отцов различаются. Матери чаще предоставляют полную свободу выбора друзей (52,4%), тогда как отцы предпочитают давать рекомендации без введения жестких запретов (73,7%). Контроль времяпрепровождения в большинстве семей носит мягкий характер: 55% родителей выбирают ситуативное участие (интересуются досугом ребенка, но не контролируют его жестко), 27,5% устанавливают определенные рамки и договоренности, и лишь небольшая часть практикует полное невмешательство или активное планирование. В сфере принятия решений также наблюдается высокая степень автономии: 55% родителей отмечают, что ребенок самостоятельно принимает решения по большинству вопросов, а 45% – что решения принимаются после совместного обсуждения. Финансовая самостоятельность также находится на высоком уровне: половина старшеклассников имеют регулярный личный бюджет, 45% получают карманные деньги по запросу, и лишь в единичных случаях финансовая самостоятельность отсутствует. Важно отметить, что физические наказания не применяет ни один из опрошенных родителей, что свидетельствует о преобладании ненасильственных методов воспитания.

Анализ профориентационной функции показал значительные различия в уровне вовлеченности матерей и отцов в процесс профессионального самоопределения детей. Матери демонстрируют более регулярное и систематическое обсуждение профессионального будущего: большинство из них (61,9%) обсуждают эту тему несколько раз в неделю, а более трети (38,1%) – раз в месяц. Отцы, напротив, распределены по всем категориям частоты: наиболее распространенным вариантом является редкое обсуждение (42,1%),

тогда как несколько раз в неделю эту тему затрагивают 36,8% отцов. При этом подавляющее большинство родителей оказывают практическую помощь в поиске информации о профессиях и вузах: 45% посещают дни открытых дверей и сайты учебных заведений, 42,5% совместно ищут информацию в интернете. В вопросе выбора профессии родители преимущественно ориентируются на интересы ребенка: 37,5% стремятся найти баланс между мечтой и реальностью, оставляя окончательное решение за ребёнком, а 35% готовы поддержать любой выбор. Однако анализ перспектив трудоустройства в регионе носит нерегулярный характер: лишь 17,5% родителей обсуждают эту тему регулярно, большинство (65%) затрагивают её лишь эпизодически, а почти каждый пятый (17,5%) не обсуждают вовсе, что свидетельствует о недостаточной профориентационной работе с учётом реалий местного рынка труда.

Анализ практик общения и совместного времяпрепровождения показал, что почти половина как отцов (47,4%), так и матерей (47,6%) беседуют ежедневно более часа. Темы общения: учеба и оценки (70%), планы на будущее (55%), отношения с друзьями (45%). Религия, вера, ценности не обсуждаются. Совместный досуг: 40% – 1–2 раза в неделю, 35% – раз в неделю. Семейные традиции: 32,5% имеют несколько регулярных традиций, 32,5% – 1–2 традиции. Качество эмоционального контакта: 45% – активное избирательное взаимодействие, 40% – полное включение.

Проведённое исследование позволяет сформулировать следующие выводы. Большинство родителей редко помогают с домашними заданиями, мониторинг успеваемости умеренный, в реакции на успехи доминирует совместный анализ и поддержка. Родители проявляют тепло ежедневно, всегда выслушивают ребенка, используют конструктивные стратегии, признают важность переживаний ребенка. Родители предоставляют свободу выбора друзей, используют мягкие формы контроля, предоставляют самостоятельность в принятии решений и финансовую самостоятельность. Родители активно поддерживают профессиональное самоопределение, но системный анализ регионального рынка труда отсутствует. С формальной стороны общение высокое, но по содержанию редуцировано до учебно-бытовых вопросов.

Проведённое исследование родительских практик старшеклассников г. Шуя позволяет сформулировать следующие выводы и обозначить ключевые проблемы, требующие внимания.

1. Социально-экономическая обусловленность родительских практик. Родительские практики в малом городе отражают социально-экономические

ограничения: низкие доходы, занятость родителей на работах с ненормированным графиком, дефицит досуговых и образовательных институций влияют на характер родительского участия. Оно сводится к базовым функциям (эмоциональная поддержка, минимальный контроль), но не включает системную профориентационную и развивающую работу. В условиях малого города и среднего достатка ограничены возможности для дополнительных образовательных занятий, профориентационных экскурсий и посещения культурных мероприятий, что создаёт неравные стартовые условия для старшеклассников по сравнению с их сверстниками из крупных городов и воспроизводит социальное неравенство.

2. Гендерный дисбаланс родительского участия. Гендерное разделение родительского труда сохраняется: матери выполняют преимущественно эмоциональные, коммуникативные и воспитательные функции (проявляют тепло, выслушивают, обсуждают будущее), тогда как отцы ориентированы на инструментальные функции (материальное поощрение, контроль, рекомендации). Это соответствует традиционной гендерной модели и воспроизводит неравенство в распределении семейных обязанностей. Матери значительно активнее вовлечены во все аспекты воспитания и социализации детей, включая профориентацию, академическую и эмоциональную поддержку. Отцы же либо занимают пассивную позицию, либо эпизодически включаются в воспитательный процесс [15, с. 130]. Это приводит к перегрузке матерей, диспропорции в распределении родительской нагрузки и ограничению социализирующего влияния отцов на детей, особенно мальчиков, что может негативно сказываться на формировании моделей мужского поведения и ответственности.

3. Фрагментарность профориентационной работы. Системная профориентационная работа в семьях отсутствует. Родители обсуждают профессиональное будущее ребёнка, однако не связывают его с реалиями регионального рынка труда: отсутствует анализ востребованных профессий, уровня заработной платы, возможностей трудоустройства в Шуе и Ивановской области. Это повышает риски ошибочного выбора профессии, неудовлетворённости работой и способствует миграционному оттоку молодёжи из региона и кадровому дефициту в местной экономике.

4. Редукция семейного общения к инструментальным темам. Семейное общение редуцировано к учебно-бытовой тематике: общение родителей и старшеклассников сосредоточено на учёбе, оценках и планах на поступление.

Ценностные, мировоззренческие, духовные, культурные и эмоционально-личностные темы остаются за пределами семейного диалога. Семья перестаёт быть пространством передачи культурных смыслов, что снижает её воспитательный и социализирующий потенциал, ослабляет эмоциональную связь поколений и ограничивает формирование ценностных ориентиров у старшеклассников.

5. Отсутствие институциональной поддержки семей. Выявленные проблемы (нехватка времени у родителей, недостаток педагогических и профориентационных компетенций, ограниченные финансовые ресурсы, пассивность отцов, дефицит досуговых и развивающих институций в городе) указывают на острую потребность в системной поддержке семей на муниципальном уровне. Необходимы профориентационные программы для старшеклассников и их родителей, консультационная помощь по вопросам воспитания и общения с подростками, организация доступных досуговых и развивающих мероприятий, а также образовательные проекты, направленные на повышение родительских компетенций и вовлечение отцов в воспитательный процесс.

Список литературы

1. Гурко Т.А. Родительство в изменяющихся социокультурных условиях // Социологические исследования. 1997. № 1. С. 72–79.
2. Луценко Э.М., Некрасов С.И. К вопросу о понятии родительство и его сущности // Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2014. № 2. С. 124–126.
3. Липасова А.Н. Эволюция социологических объяснений отцовства: от Г. Спенсера до Р. Коннела // Вестник РУДН. Серия: Социология. 2016. № 3. С. 637–648.
4. Кузнецов Ю.В., Кравцов В.А., Кибиткин А.И. Социально-философские концепции социализации личности (Э. Дюркгейм, Ж. Пиаже) // Вестник МГТУ. 2012. Т. 15. № 1. С. 118–121.
5. Лотова И.П. Развитие института родительства в России: социологический анализ // Евразийский Союз Ученых. 2016. № 1-5 (22). С. 185–188.
6. Антонов А.И., Медков В.М. Социология семьи. – М.: Издательство МГУ, 1996. С. 304.

7. Овчарова Р.В. Психологическое сопровождение родительства. – М.: Изд-во Института психотерапии, 2003. – 319 с.
8. Евтушенко А.М. Семейная жизнь и воспитательные функции родителей // Обучение и воспитание: методики и практика. – 2015. – № 21. – С. 46–49.
9. Лапшина Е.А., Дуда И.В. Характеристика стилей семейного воспитания // Universum: психология и образование. 2017. № 9 (39). С. 15–18.
10. Шайдурова О.В., Гончаревич Н.А., Ростовцева М.В. и др. Влияние родительского стиля воспитания на развитие самоотношения // Science for Education Today. 2019. Т. 9. № 3. С. 28–41.
11. Грицай Л.А. Авторитетное родительство как социальное явление и педагогическая категория // Вестник Удмуртского университета. Серия «Философия. Психология. Педагогика». 2010. № 2. С. 97–102.
12. Гордеев К.С., Ермолаева Е.Л., Жидков А.А. и др. Либеральный стиль воспитания // Современные научные исследования и инновации. 2019. – № 1. С. 34.
13. Либеральный и попустительский стили воспитания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/173016/pedagogika/liberalnyy_porustitelskiy_stili_vospitaniya (дата обращения 21.03.2025).
14. Звонарева А.Е., Кареев Д.В., Царева А.Е. Родительские практики отцов и матерей детей среднего школьного возраста (на примере г. Шуя) // Малые города большой страны: сборник научных статей и материалов Первой Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: Ивановский государственный университет, 2023. С. 106–113.
15. Звонарева А.Е. Теоретико-методологические основы исследования отцовских практик // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2019. № 2. С. 127–134.

© Абрамова А.А., Звонарева А.Е.

**СЕКЦИЯ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ РУССКОМУ ЯЗЫКУ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ

Мардиросова Анастасия Андреевна

магистрант

Михеева Татьяна Борисовна

д.п.н.

Донской государственный технический университет

Аннотация: В статье рассматриваются возможности интеграции искусственного интеллекта (на примере языковой модели GPT-4) в процесс обучения русскому языку иностранных студентов. Анализируются традиционные подходы к отбору дидактического материала, основанные на коммуникативной компетенции, и сопоставляются с новыми технологическими решениями. Особое внимание уделяется адаптации аутентичных текстов под уровень обучающихся, автоматизации подготовки упражнений, а также учёту культурного и страноведческого контекста. Обсуждаются преимущества использования GPT-4 (скорость, персонализация, объективность) и его ограничения (галлюцинации, невозможность переработки художественных текстов). Делается вывод, что искусственный интеллект является эффективным вспомогательным инструментом, но не заменяет преподавателя.

Ключевые слова: искусственный интеллект, GPT-4, русский язык как иностранный, языковой материал, коммуникативная компетенция, адаптация текстов, межкультурная компетенция, дидактические материалы.

THE POSSIBILITIES OF INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE PROCESS OF TEACHING RUSSIAN TO FOREIGN STUDENTS

Mardirosova Anastasia Andreevna

Mikheeva Tatiana Borisovna

Abstract: The article explores the possibilities of integrating artificial intelligence (exemplified by the GPT-4 language model) into teaching Russian to

foreign students. Traditional approaches to selecting didactic materials based on communicative competence are analysed and compared with new technological solutions. Special attention is paid to adapting authentic texts to learners' proficiency levels, automating the preparation of exercises, and considering cultural and regional contexts. The advantages of using GPT-4 (speed, personalisation, objectivity) and its limitations (hallucinations, impossibility of processing literary texts) are discussed. It is concluded that artificial intelligence is an effective supporting tool but does not replace the teacher.

Key words: artificial intelligence, GPT-4, Russian as a foreign language, communicative competence, language material, text adaptation, intercultural competence, didactic materials.

Традиционно при создании учебных пособий для иностранцев, изучающих русский язык, исходным пунктом служит задача развития коммуникативных умений. В качестве ведущего принципа отбора содержания выступает сам языковой инвентарь, причём главное внимание уделяется освоению грамматических моделей и расширению словарного запаса [2].

Если исходить из коммуникативной парадигмы, то учебный материал должен быть нацелен, прежде всего, на практику живого общения и отработку навыков, которые студенты смогут применить в реальных речевых ситуациях. В таких случаях обычно используются диалоги, сценарии ролевых игр, а также дискуссии по поводу культурных событий, обсуждение прочитанных книг, просмотренных фильмов или актуальных новостей.

Наиболее органично аутентичные тексты встраиваются в учебный процесс на высоком уровне владения языком. Именно тогда студентам предлагаются лексические единицы повышенной сложности: идиоматические выражения, устойчивые обороты, профессиональные термины, просторечия и диалектизмы, а также трудные грамматические явления (например, сослагательное наклонение, вставные конструкции, предложения со смешанными типами связи). Длина таких текстов, как правило, превышает триста слов, а их тематика охватывает художественную литературу, искусство и абстрактные понятия.

С появлением таких технологических решений, как GPT-4, адаптация исходных текстов к требуемому уровню стала занимать гораздо меньше времени. При продуманной постановке задачи можно быстро снизить сложность лексики и грамматики, выявить наиболее проблемные места,

исключить или смягчить элементы, которые могут вызвать затруднения. Носители языка часто не осознают трудностей, поскольку их восприятие родной речи автоматизировано, и они не всегда способны предвидеть, где у учащихся возникнут ошибки. В таких ситуациях искусственный интеллект оказывается удобным помощником: он позволяет заметить те языковые и смысловые нюансы, которые преподаватель может не учесть.

Доступность учебного материала — это не второстепенный, а определяющий фактор при формировании дидактической базы. Именно этот критерий даёт возможность создать действительно эффективный набор упражнений и предложить учащимся именно тот языковой материал, который обеспечивает устойчивый прогресс в овладении языком.

Сегодня языковая модель GPT-4 представляет собой универсальный инструмент, способный кардинально изменить подходы к организации обучения. Разработанная компанией OpenAI эта модель демонстрирует выдающиеся результаты в порождении текстов, интерпретации контекста и трансформации учебных материалов, что особенно важно при подборе дидактического контента для развития межкультурной компетенции у студентов-иностранцев [4].

GPT-4 является дальнейшим развитием предыдущих версий и отличается более совершенной обработкой естественного языка, анализом входящих запросов и формированием содержательных ответов. Благодаря этим возможностям можно создавать индивидуализированные учебные материалы, в том числе для преподавания русского языка как иностранного. С помощью данной системы легко адаптировать аутентичные тексты под конкретный уровень учеников, быстро подготавливать страноведческие комментарии и в интерактивном режиме давать разъяснения, если студенты сталкиваются с затруднениями при работе с материалом [5].

Главное достоинство GPT-4 в этом контексте — способность генерировать естественные русскоязычные тексты на совершенно любую тему с точным соблюдением всех заданных параметров. При этом процесс генерации отнимает минимум времени, не требует от преподавателя значительных усилий и даёт широкий выбор готовых вариантов.

Другая не менее ценная функция — приспособление уже существующих (как машинных, так и авторских) текстов к любому уровню подготовки. Однако здесь необходимо сделать важную оговорку: не все тексты допустимо перерабатывать.

Произведения художественной литературы обладают самостоятельной эстетической и культурной ценностью, и их модификация в учебных целях считается недопустимой. Как подчёркивают Е.М. Верещагин и В.Г. Костомаров: «Не все тексты по этическим соображениям можно перерабатывать: применительно к художественному произведению допустимы лишь сокращения (с кратким изложением пропущенного), но перефразировки не практикуются. Таким образом, тексты справочного, учебно-профильного, публицистического жанров допустимо модифицировать более радикально» [1, с. 149].

Таким образом, область применения GPT-4 ограничивается справочными, научными и публицистическими материалами. Интеллектуальная система поможет подобрать лексику и грамматику, адекватную уровню студентов, сохранив при этом страноведческую, смысловую и культурную значимость исходных текстов.

По сравнению с традиционными методиками подготовки адаптации и сопровождения учебных материалов комментариями внедрение ИИ позволяет существенно сократить временные и трудовые затраты. GPT-4 автоматизирует рутинные этапы работы и рационализирует использование ресурсов, не снижая при этом точности и аутентичности контента.

Кроме того, GPT-4 помогает педагогу отстраниться от собственного субъективного восприятия сложности текста и более объективно проанализировать культурную составляющую. Это качество делает модель особенно ценной как вспомогательное средство при формировании межкультурной компетенции учащихся.

При всём многообразии открывающихся перспектив искусственный интеллект, включая ChatGPT, остаётся лишь подспорьем для преподавателя, инструментом для достижения определенных результатов. Он может облегчить и ускорить многие процессы, оптимизировать распределение времени и усилий, но никоим образом не заменяет самого специалиста.

Однако, несмотря на все перечисленные плюсы, использование GPT-4 сопряжено с серьёзными ограничениями, которые нельзя игнорировать [3]. В первую очередь речь идёт о так называемых галлюцинациях нейросети – случаях, когда модель выдаёт искажённые, недостоверные сведения, вымышленные факты или противоречивые данные.

Применение ИИ предоставляет преподавателю возможность учитывать индивидуальные предпочтения каждого ученика в процессе обучения русскому

языку. Если раньше авторы учебников вынуждены были лишь предполагать, что может заинтересовать студентов, то теперь на занятии можно выяснить реальные интересы и на их основе сгенерировать персональные наборы текстов и упражнений. Даже одно-два таких занятия, построенных с учётом личных вкусов, способны заметно повысить мотивацию иностранных учащихся.

Способность оперативно обрабатывать большие объёмы разнородных данных и учитывать множество факторов одновременно делает искусственный интеллект привлекательным и действенным помощником в современной образовательной практике.

Список литературы

1. Верещагин Е.М., Костомаров В.Г. Язык и культура: лингвострановедение в преподавании русского языка как иностранного. Москва: Русский язык, 1983, 269 с.
2. Шанина А.И. Реализация коммуникативного подхода в процессе обучения иностранному языку в неязыковом вузе // Современное педагогическое образование. 2023. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-kommunikativnogo-podhoda-v-protsesse-obucheniya-inostrannomu-yazyku-v-neyazykovom-vuze> (дата обращения 16.08.2026).
3. Divekar R.R., Drozdal J., Chabot S., Zhou Y., Su H., Chen Y., Braasch J., & Hendler J. A. (2022). Foreign language acquisition via artificial intelligence and extended reality: design and evaluation. Computer Assisted Language Learning, 35(9), 2332–2360. DOI: 10.1080/09588221.2021.1879162.
4. Yin Q., Satar M. English as a foreign language learner interaction with chatbots: Negotiation for meaning // International Online Journal of Education and Teaching. 2020. Vol. 7, no. 2. P. 390-410. URL: <https://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/707> (дата обращения 13.08.26).
5. Zhou J., Ke P., Qiu X., Huang M., & Zhang J. (2024). ChatGPT: Potential, prospects, and limitations. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering. Vol. 25, no. 1, pp. 6-11, January 2024. DOI: 10.1631/FITEE.2300089.

© Мардиросова А.А., Михеева Т.Б.

DOI 10.46916/24082026-5-978-5-00276-150-0

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ГРАЖДАНСКО-ПАТРИОТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ДОШКОЛЬНИКОВ ЧЕРЕЗ ВКЛЮЧЕНИЕ В ДОСТУПНЫЕ ФОРМЫ ВОЛОНТЁРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Лунгу Наталья Евгеньевна

соискатель кафедры теории, методики и менеджмента
дошкольного образования

Южно-Уральский государственный гуманитарно-
педагогический университет, г. Челябинск
заведующий МБДОУ № 301

Аннотация: В статье рассматривается проблема формирования гражданско-патриотической культуры у детей дошкольного возраста посредством включения их в доступные формы волонтерской деятельности. Раскрыты теоретические основы, представлены практические формы организации волонтерской деятельности с дошкольниками, описан опыт реализации сетевых партнерских проектов и педагогические условия эффективной организации волонтерского движения в ДОУ.

Ключевые слова: гражданско-патриотическая культура, дошкольники, волонтерская деятельность, патриотическое воспитание, социализация, добровольчество, сетевое партнерство, волонтерское движение в ДОУ.

FORMING THE FOUNDATIONS OF CIVIL AND PATRIOTIC CULTURE IN PRESCHOOLERS THROUGH INCLUSION IN ACCESSIBLE FORMS OF VOLUNTEER ACTIVITIES

Lungu Natalia Evgenievna

Abstract: The article discusses the problem of forming a civic and patriotic culture in preschool children through their inclusion in available forms of volunteer activities. The theoretical foundations are revealed, practical forms of organizing volunteer activities with preschool children are presented, the experience of implementing network partnership projects and pedagogical conditions for the effective organization of the volunteer movement in preschool educational institutions are described.

Key words: civic and patriotic culture, preschoolers, volunteer activities, patriotic education, socialization, volunteering, network partnership, volunteer movement in preschool educational institutions.

Формирование гражданско-патриотической культуры подрастающего поколения является одной из приоритетных задач современного российского образования. В условиях динамично меняющегося общества особую значимость приобретает воспитание активной гражданской позиции, чувства любви к Родине, уважения к её истории и культуре, готовности действовать на благо общества.

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту дошкольного образования (ФГОС ДО) одним из целевых ориентиров является формирование у ребёнка позитивного отношения к миру, другим людям и самому себе, развитие социальной и эмоциональной отзывчивости. Именно дошкольный возраст признаётся исследователями наиболее сензитивным периодом для закладывания нравственных основ личности, первичных представлений о гражданственности и патриотизме.

Вместе с тем в практике дошкольного образования наблюдается недостаточное использование потенциала волонтёрской деятельности как средства гражданско-патриотического воспитания. Современные исследования убедительно доказывают возможность и необходимость приобщения к добровольческим практикам уже в дошкольном детстве — в адаптированных, доступных и лично значимых для ребёнка формах (Беляева В.А., Никонова Л.Е., Козлова С.А., Бутенко Н.В.). Особую эффективность при этом приобретает организация волонтёрской деятельности в рамках системного сетевого партнёрства дошкольной образовательной организации с социальными институтами города.

Гражданско-патриотическая культура личности представляет собой интегративное качество, включающее систему знаний, ценностных ориентаций, эмоций и практических действий, направленных на служение Отечеству и обществу.

Применительно к дошкольному возрасту данное понятие предполагает формирование трёх взаимосвязанных компонентов:

- когнитивного — элементарных представлений о семье, родном городе, стране, её символике, истории и культуре;

- эмоционально-ценностного — чувства привязанности к близким, любви к родному краю, гордости за свою страну, сочувствия и эмпатии;
- деятельностного — готовности совершать добрые поступки, помогать другим, участвовать в общественно значимых делах.

Именно деятельностный компонент наиболее успешно формируется через реальную практику участия ребёнка в значимой социальной деятельности, каковой является волонтерство.

Волонтерство (добровольчество) — это добровольная, безвозмездная деятельность на благо других людей и общества в целом (Федеральный закон № 135-ФЗ «О благотворительной деятельности и добровольчестве»). Педагогический потенциал волонтерской деятельности обусловлен её ключевыми характеристиками: добровольностью, безвозмездностью, социальной направленностью и практическим характером.

Разработанная нами система волонтерского движения в ДОУ опирается на концептуальные положения Н.В. Бутенко и строится в соответствии с предложенной логикой аксиологического воспитания: от эмоционального переживания патриотических ценностей — через их осознание — к деятельному воплощению в конкретных волонтерских практиках.

В нашей работе мы основываемся на таких подходах, обоснованных в трудах Н.В. Бутенко, которые обеспечивают не формальное участие детей в акциях, а подлинное личностное присвоение гражданско-патриотических ценностей.

Каждый партнёрский проект выстраивается по данной логике:

- предварительная работа создаёт эмоциональный образ и формирует мотивацию (рассказы, беседы, чтение художественной литературы, рассматривание иллюстраций);
- основная деятельность обеспечивает осознание ценностного содержания волонтерской акции;
- практическая волонтерская деятельность воплощает ценность в конкретном добром деле.

Безусловно, важным условием продуктивного сетевого взаимодействия является нормативно-правовое оформление партнёрских отношений — разработка и утверждение регламентов сетевых партнёров, определяющих цели, содержание, формы и ответственность сторон. Наличие таких регламентов обеспечивает системность и преемственность совместной деятельности, переводит разовые акции в устойчивые партнёрские практики.

Эффективная организация волонёрской деятельности дошкольников не будет эффективной без систематизации системы волонёрского движения. Мы включили в систему работы несколько элементов:

Нормативно-правовая база предполагает разработку локальных актов, регулирующих деятельность волонёрского движения в ДОУ: положения о волонёрском движении, плана волонёрских акций, а также регламентов взаимодействия с сетевыми партнёрами.

Кадровое обеспечение в условиях бюджетного детского сада включает назначение в подготовку воспитателей к организации добровольческой деятельности детей, вовлечение родителей как партнёров и соучастников волонёрских акций.

Содержательный блок представлен системой проектов, акций и авторских программ, реализуемых в рамках сетевого партнёрства и внутри ДОУ.

Диагностический блок обеспечивает авторский мониторинг динамики сформированности гражданско-патриотической культуры воспитанников.

Систематизация работы волонёрского движения в нашем ДОУ строится на следующих принципах:

- принцип аксиологической направленности (Н.В. Бутенко) — каждая волонёрская акция имеет чётко осознанное ценностное содержание, которое педагог раскрывает для детей в доступной форме;
- принцип эмоциональной насыщенности** (Н.В. Бутенко) — деятельность организуется так, чтобы вызвать искренний эмоциональный отклик ребёнка, поскольку именно через эмоцию происходит первичное присвоение ценности;
- принцип социокультурного контекста (Н.В. Бутенко) — волонёрская деятельность разворачивается в широком социокультурном пространстве, выходящем за пределы ДОУ;
- принцип системности — волонёрская деятельность планируется на весь учебный год, встраивается в годовой план работы ДОУ;
- принцип возрастной доступности — содержание и формы деятельности соответствуют психофизическим возможностям детей каждой возрастной группы;
- принцип социальной значимости — каждая акция имеет реального адресата и осязаемый результат, видимый ребёнку;

– принцип полисубъектности (Н.В. Бутенко) — семья является полноправным участником воспитательного процесса и волонтерского движения;

– принцип добровольности — участие детей основывается на искреннем желании помочь.

Нами разработана экосистема проектов, где блоком системы волонтерского движения ДОО выступают четыре партнерских проекта, каждый из которых имеет утвержденный регламент взаимодействия и направлен на формирование определенных аспектов гражданско-патриотической культуры дошкольников.

Проект «Добрый огород» (взаимодействие с Епархией Русской православной церкви)

Цель проекта: формирование у дошкольников духовно-нравственных ценностей, трудолюбия, бережного отношения к природе и культурным традициям своего народа.

Взаимодействие ДОО с Епархией Русской православной церкви в рамках данного проекта строится на признании православной культуры неотъемлемой частью исторического наследия России и важным ресурсом нравственного воспитания. Проект реализуется в форме совместного труда детей и родителей по созданию и возделыванию огорода на территории ДОО.

Основные направления деятельности в рамках проекта:

– совместная посадка, уход и сбор урожая на огороде ДОО как опыт коллективного труда на общее благо;

– беседы о традициях бережного отношения к земле в русской культуре, о труде как добродетели;

– сбор урожая и передача их нуждающимся (подопечным социальных служб, ветеранам) как опыт деятельного милосердия;

– знакомство с православными праздниками, связанными с природными циклами (Спас, Покров и др.) в культурно-просветительском аспекте.

Воспитательный эффект проекта состоит в формировании у детей уважения к традициям своего народа, опыта совместного созидательного труда, понимания ценности природы как дара, который необходимо беречь и приумножать. Утвержденный регламент взаимодействия с Епархией предусматривает ежесезонные совместные мероприятия, участие представителей Епархии в итоговых праздниках проекта и совместную разработку содержания бесед с детьми.

Проект «Книжкины друзья» (взаимодействие с детской библиотекой)

Цель проекта: воспитание любви к книге, родному языку и литературе как части национальной культуры; формирование опыта волонёрской деятельности по сохранению и популяризации книги.

Партнёрство ДОО с детской библиотекой в рамках данного проекта реализует несколько взаимосвязанных направлений волонёрской деятельности:

- «Книжкина больница» — дети вместе с педагогами и библиотекарями ремонтируют потрёпанные книги: подклеивают страницы, восстанавливают обложки. Данная форма деятельности формирует бережное отношение к книге как культурной ценности, опыт реальной помощи.

- Акция «Подари книгу библиотеке» — воспитанники приносят книги из домашних библиотек в дар читателям детской библиотеки, что развивает щедрость и понимание ценности чтения.

- Совместные литературные гостиные и викторины на базе библиотеки, посвящённые произведениям о Родине, природе, истории страны.

- Буккроссинг — организация на территории ДОО уголка свободного книгообмена.

- Создание самодельных книг детьми о своём городе, своей семье, своей группе с последующей передачей в библиотеку.

- Педагоги ДОО самостоятельно и совместно с воспитанниками, а также родители совместно с детьми сочиняют сказки на тему доброты, трудолюбия, любви семье, окружающим и к Родине. По итогам ежегодно в ДОО издаётся сборник авторских сказок. Каждый новый экземпляр сборника мы передаём детской библиотеке.

Регламент взаимодействия с детской библиотекой предусматривает ежемесячные совместные мероприятия, взаимные визиты, совместное планирование тематики встреч в соответствии с календарём памятных дат. Проект формирует у дошкольников представление о книге как национальном достоянии, опыт заботы об общем культурном пространстве.

Проект «Мы — друзья животных зоопарка» (взаимодействие с Челябинским зоопарком)

Цель проекта: воспитание любви к природе родного края и страны, формирование экологической культуры и опыта деятельного участия в сохранении природного мира как части Отечества.

Партнёрство с Челябинским зоопарком создаёт уникальные возможности для организации детского волонтерства экологической направленности. Ключевые формы деятельности в рамках проекта:

- акция «Покормим друзей» — дети совместно с педагогами и родителями собирают корм для животных зоопарка (фрукты, овощи, зерно) и передают его сотрудникам зоопарка. Данная форма деятельности даёт детям непосредственный опыт заботы о живых существах;
- экскурсии-волонтерства в зоопарк, в ходе которых дети не только наблюдают за животными, но и участвуют в доступных практических делах под руководством специалистов зоопарка;
- изготовление кормушек и скворечников для передачи в зоопарк и размещения на территории ДОО;
- экологические акции по сбору вторсырья, озеленению территории ДОО как вклад в сохранение природы.

Регламент взаимодействия с Челябинским зоопарком предусматривает сезонные совместные акции, участие специалистов зоопарка в занятиях и праздниках ДОО, информационное сопровождение совместных мероприятий. Проект формирует у детей понимание того, что забота о природе — это гражданский долг каждого человека, что природа родного края является частью Отечества, которую необходимо беречь.

Проект «Мы вместе» (поддержка участников специальной военной операции)

Цель проекта: воспитание патриотизма, уважения к защитникам Отечества, формирование опыта деятельного участия в поддержке тех, кто защищает Родину.

Данный проект занимает особое место в системе волонтерской деятельности ДОО, поскольку напрямую связан с актуальными событиями и формирует у детей живое, непосредственное чувство причастности к судьбе страны. Проект реализуется в тесном взаимодействии с семьями воспитанников, чьи близкие участвуют в СВО, а также с общественными организациями, осуществляющими поддержку военнослужащих.

Основные формы деятельности в рамках проекта:

- «Письма солдатам» — дети создают рисунки, аппликации, открытки с тёплыми словами поддержки для бойцов. Педагог помогает ребятам сформулировать и записать добрые пожелания. Данная форма деятельности формирует у детей живую эмоциональную связь с защитниками Родины;

- акция «Тепло из дома» — изготовление детьми небольших сувениров-оберегов, вязаных изделий совместно с педагогом ДООУ и дома с родителями как передача тепла защитникам;
- тематические беседы и занятия о Вооружённых силах России, о подвиге защитника Отечества, о том, почему важно поддерживать тех, кто защищает нашу страну;
- встречи с ветеранами и родственниками участников СВО (при наличии согласия и возможности) — живые свидетельства формируют у детей конкретные образы защитников Родины;
- изготовление сувениров и изделий для реализации на благотворительных ярмарках, посвящённых помощи участникам СВО.

Реализация проекта требует особой педагогической деликатности: содержание бесед и деятельности адаптируется к возрасту детей, акцент делается на позитивных ценностях — заботе, поддержке, благодарности — без травмирующих подробностей. Регламент проекта предусматривает взаимодействие с общественными организациями, осуществляющими координацию помощи участникам СВО, и определяет порядок передачи изготовленных детьми материалов адресатам.

Воспитательный эффект проекта исключительно высок: дети приобретают опыт деятельного патриотизма — не декларируемого, а реально воплощаемого в конкретных делах на благо защитников Родины.

Таким образом, систематизированная волонтерская деятельность дошкольников, организованная на основе утверждённых регламентов сетевого партнёрства и реализации содержательных проектов («Добрый огород», «Книжкины друзья», «Мы — друзья животных зоопарка», «Мы вместе»), представляет собой эффективную модель формирования основ гражданско-патриотической культуры в дошкольном детстве.

Практический, деятельностный характер волонтерства соответствует природе дошкольного возраста и обеспечивает единство когнитивного, эмоционального и поведенческого компонентов воспитания. Включение реальных социальных партнёров — Епархии Русской православной церкви, детской библиотеки, Челябинского зоопарка, общественных организаций, поддерживающих участников СВО, — выводит воспитательный процесс за стены детского сада и формирует у ребёнка подлинное чувство принадлежности к своему городу, краю, стране.

Список литературы

1. Психология человека от рождения и до смерти / под общ. ред. А.А. Реана. Санкт-Петербург : прайм-ЕВРОЗНАК, 2002. 656 с.
2. Федеральная образовательная программа дошкольного образования. Москва : ТЦ СФЕРА, 2026. 224 с.
3. Бутенко Н.В. Формирование позитивной социализации в дошкольном и младшем школьном возрасте: теоретико-методологический аспект : монография / Н.В. Бутенко. — Челябинск : Южно-Уральский научный центр Российской академии образования, 2021. — 234 с. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48607449> (дата обращения 20.07.2026).
4. Бутенко Н.В. Формирование основ гражданственности и патриотизма в дошкольном возрасте / Н.В. Бутенко. — Челябинск : Южно-Уральский научный центр Российской академии образования, 2025. 146 с.
5. Дудникова С.А. Основы патриотического воспитания детей дошкольного возраста: теория и практика : монография / С.А. Дудникова, Н.А. Платохина. Ростов-на-Дону : Фонд науки и образования, 2016. 110 с.
6. Казаева Е.А. Воспитание гражданственности в России: исторический опыт и современные вызовы / Е.А. Казаева, Н.С. Чхетиани // Обзор педагогических исследований. 2023. Т. 5, № 6. С. 80–87.
7. Козлова С.А. Теория и методика ознакомления дошкольников с социальным миром : учебник / С.А. Козлова, С.В. Кожокаръ, С.Е. Шукшина, А.Ш. Шахманова. — Москва : ИНФРА-М, 2026. — 146 с.

© Лунгу Н.Е.

**СЕКЦИЯ
ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

УДК 81'6:32

ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЛОВА «ВЕРА» В РУССКОЙ ЯЗЫКОВОЙ КАРТИНЕ МИРА

Кисина Анна Евгеньевна

студент

Научный руководитель: Сегал Наталья Александровна

д.ф.н., доцент,

профессор каф. русского и общего языкознания

ФГАУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Аннотация: В статье рассматривается лексикографическая интерпретация слова *вера* в русской языковой картине мира. Анализируются этимологические, исторические и толковые словари различных периодов, что позволяет проследить изменение семантики исследуемой лексики. Особое внимание уделяется тому, как меняется представление о вере в зависимости от исторической эпохи и культурного контекста. Делается вывод о том, что словарные толкования отражают не только языковые процессы, но и изменения общественного сознания.

Ключевые слова: вера, лексикография, этимология, толковый словарь, семантика, языковая картина мира.

LEXICOGRAPHIC INTERPRETATION OF THE WORD «FAITH» IN THE RUSSIAN LANGUAGE PICTURE OF THE WORLD

Kisina Anna Evgenyevna

Scientific advisor: Segal Natalya Aleksandrovna

Abstract: The article examines the lexicographic interpretation of the word *faith* (*vera*) in the Russian language picture of the world. Etymological, historical, and explanatory dictionaries from different periods are analyzed, which makes it possible to trace the semantic evolution of the lexeme under study. Special attention is paid to how the concept of faith changes depending on the historical era and cultural context. It is concluded that dictionary definitions reflect not only linguistic processes but also shifts in social consciousness.

Key words: faith, lexicography, etymology, explanatory dictionary, semantics, linguistic worldview.

Исследование любого слова целесообразно начинать с его происхождения. Согласно этимологическим словарям, слово *вера* восходит к праславянскому *věra*. Исследователи М. Фасмер, П.Я. Черных и Н.М. Шанский связывают его с древним индоевропейским корнем, который передавал значение доверия, убежденности, уверенности в истинности чего-либо [1, т. 1, с. 287; 2, т. 1, с. 112; 3, с. 56]. Поэтому первоначально слово обозначало не столько религиозное чувство, сколько внутреннюю уверенность человека и доверие к окружающему миру. Именно это значение впоследствии стало основой для формирования более сложных смыслов. Следует отметить, что в древнейших памятниках письменности слово употребляется преимущественно в религиозном контексте. После принятия христианства на Руси оно стало обозначать принадлежность к определенному вероисповеданию и духовную связь человека с Богом. Однако более древнее значение продолжало существовать параллельно, что впоследствии нашло отражение в словарях [4, т. 1, с. 312; 5, вып. 4, с. 145].

По данным И.И. Срезневского, слово *вера* в древнерусских памятниках употребляется как для обозначения внутренней убежденности, так и в значении вероисповедания, прежде всего христианского [4, т. 1, с. 312–313]. Это объясняется тем, что большинство письменных памятников XI–XVII веков имеет церковный характер, вследствие чего религиозное значение оказывается наиболее широко представленным в словарном материале.

После Крещения Руси (988 г.) в древнерусской письменности слово *вера* начинает регулярно употребляться для обозначения христианского вероисповедания. Например, в «Повести временных лет» противопоставляются «греческая вера» (христианство) и прежние языческие обычаи восточных славян. При описании выбора князем Владимиром новой религии неоднократно используется выражение «прियाи веру», обозначающее принятие христианства [5, вып. 6, с. 201]. Подобные употребления фиксирует И.И. Срезневский в *Материалах для словаря древнерусского языка по письменным памятникам*, где среди значений слова *вера* выделяются «вероисповедание» и «христианская вера» [4, т. 1, с. 313]. Характерным примером является «Слово о Законе и Благодати» митрополита Илариона (XI в.), где неоднократно противопоставляются прежнее язычество и новая христианская *вера*. Автор

пишет о распространении «благодати» и утверждении истинной веры на Руси после ее крещения [5, вып. 7, с. 254]. В данном памятнике слово *вера* используется не в значении личной убежденности, а как обозначение христианского вероисповедания. Так, уже на раннем этапе развития русского языка лексема *вера* получает не только номинативное, но и оценочное значение.

Слово *вера* в словаре «Живого великорусского языка» В.И. Даля определяется прежде всего как уверенность, убеждение и признание истины. При этом автор уделяет большое внимание религиозному аспекту понятия: «Уверенность, убеждение, твёрдое сознание, понятие о чём-либо, особенно о предметах высших, невещественных, духовных» [6, т. 1, с. 248]. Характерной особенностью словарной статьи является большое количество примеров, пословиц и устойчивых выражений. Благодаря этому слово раскрывается не только как языковая единица, но и как важнейший элемент народной культуры («Слепая вера противна рассудку»; «Вера по убеждению, слияние разума с волей»; «Вера — это та способность разума, которая воспринимает действительные (реальные) данные, передаваемые ею на разбор и сознание рассудка»; «Без дел вера мертва (нема) перед Богом»; «Веру к делу применяй, а дело к вере») [6, т. 1, с. 249].

Следует рассмотреть толкование в словарях XX века. В словаре Д.Н. Ушакова значение слова становится более развернутым. Помимо религиозного содержания выделяются и светские значения: «1. Состояние сознания верующего, религия... 2. Убеждение в реальном существовании предметов религии или фантазии, а также в истинности того, что не доказано с несомненностью... 3. Доверие» [7, т. 1, с. 312]. Подобная тенденция сохраняется и в словаре С.И. Ожегова. Можно выделить несколько основных значений: убежденность в истинности чего-либо; доверие к человеку; признание существования Бога; религиозное учение [8, с. 92]. Таким образом, слово приобретает многозначность. Если раньше религиозный компонент был главным, то теперь он становится одним из нескольких равноправных значений.

В «Словаре современного русского языка» в 17-ти томах (БАС) слово *вера* имеет развернутую многозначную характеристику. В словарной статье выделяются не только религиозные, но и общеполитические, психологические и общеупотребительные значения. Так, первое значение определяется как «убеждённость, уверенность в истинности чего-либо». Вера понимается как

интеллектуальное и психологическое состояние человека, связанное с принятием определённых взглядов или идей. Отдельно фиксируется значение «доверие к кому-либо, чему-либо», что отражает межличностный аспект понятия. В этом случае слово употребляется в выражениях типа *вера в человека, вера в свои силы*. Религиозное значение представлено дефиницией «признание существования Бога, высших духовных сил и связанных с ними религиозных положений». Кроме того, БАС выделяет значение «религиозное учение, вероисповедание», например: *православная вера, христианская вера, исламская вера* [9, т. 2, с. 411–412].

Сопоставление словарей позволяет проследить постепенное изменение образа веры в русском языке. В этимологических словарях внимание сосредоточено на происхождении слова и его первоначальном значении – доверии и уверенности. Исторические словари связывают понятие преимущественно с православной традицией. В этот период вера воспринимается прежде всего как принадлежность к определенной религии. В словаре В.И. Даля сохраняется религиозная направленность, однако значительно расширяется круг употреблений слова благодаря многочисленным примерам из живой речи. Толковые словари XX века демонстрируют дальнейшее развитие семантики. Помимо религиозного содержания в них закрепляются значения «убеждение», «уверенность», «доверие», «убежденность в справедливости какой-либо идеи» [7, т. 1, с. 312; 8, с. 92]. Современные словари уже не выделяют религиозное значение как единственное или основное. Оно существует наряду с другими значениями, отражая современную языковую картину мира.

Интерес представляет изменение оценочного компонента. В древнерусской традиции вера практически всегда имеет положительную характеристику. Она противопоставляется неверию, которое оценивается отрицательно. Позднее положительная оценка сохраняется, однако становится менее категоричной. В современных словарях составители стремятся дать объективное описание значения слова без выражения собственной оценки. Тем не менее, даже современные словарные статьи содержат слова «убежденность», «доверие», «уверенность», которые сами по себе обладают положительной семантической окраской [8, с. 92; 9, т. 2, с. 411]. Это позволяет сделать вывод о том, что положительная оценка слова *вера* сохраняется на протяжении всей истории русского языка, хотя формы ее выражения постепенно меняются.

Проведенный анализ показывает, что лексикографическая интерпретация слова *вера* изменялась вместе с развитием русского общества и языка.

Этимологические словари позволяют установить первоначальное значение слова, связанное с доверием и уверенностью. Исторические словари отражают тесную связь понятия с православной культурой и религиозной жизнью общества. В словаре В.И. Даля *вера* предстает как духовная и нравственная ценность, а также как важнейший элемент народной культуры.

Современные толковые словари значительно расширяют семантическую структуру слова. Наряду с религиозным значением закрепляются значения «убежденность», «доверие», «уверенность», «признание истинности чего-либо» [6, т. 1, с. 248–249; 7, т. 1, с. 312; 9, т. 2, с. 411–412]. Это свидетельствует о расширении сферы употребления слова и изменении языковой картины мира.

Таким образом, словарные статьи различных эпох отражают не только развитие лексического значения слова *вера*, но и изменения мировоззрения общества. Лексикографическая традиция позволяет проследить путь от преимущественно религиозного понимания слова к его современному многозначному содержанию.

Список литературы

1. Фасмер М. Этимологический словарь русского языка: в 4 т. / пер. с нем. и доп. О.Н. Трубачёва. – М.: Прогресс, 1986–1987. – Т. 1–4.
2. Черных П.Я. Историко-этимологический словарь современного русского языка: в 2 т. – М.: Русский язык, 1999. – Т. 1–2. – 1184 с.
3. Шанский Н.М., Боброва Т.А. Школьный этимологический словарь русского языка: происхождение слов. – 7-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2004. – 398 с.
4. Срезневский И.И. Материалы для словаря древнерусского языка по письменным памятникам: в 3 т. – СПб.: Типография Императорской Академии наук, 1893–1912. – Т. 1–3.
5. Словарь русского языка XI–XVII вв. / гл. ред. С.Г. Бархударов. – М.: Наука, 1975–2019. – Вып. 1–31.
6. Даль В.И. Толковый словарь живого великорусского языка: в 4 т. – М.: Русский язык, 1978–1980. – Т. 1–4.
7. Ушаков Д.Н. Толковый словарь русского языка: в 4 т. / под ред. Д.Н. Ушакова. – М.: Государственный институт «Советская энциклопедия»; ОГИЗ, 1935–1940. – Т. 1–4.

8. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. – 4-е изд., доп. – М.: Азбуковник, 1999. – 944 с.
9. Большой академический словарь русского языка / гл. ред. К.С. Горбачевич. – М.; СПб.: Наука, 2004–2017. – Т. 1–27.

© Кисина А.Е.

**ЧЕЛОВЕК, КОМПЬЮТЕР И БЕЗУМИЕ: РАССКАЗ
ФИЛИПА К. ДИКА «КАК МИСТЕР КОМПЬЮТЕР В ОДИН
ПРЕКРАСНЫЙ ДЕНЬ СЪЕХАЛ С КАТУШЕК»**

Вихрова Ксения Александровна
старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная
художественно-промышленная академия
им. А.Л. Штиглица»

Аннотация: В статье рассматривается образ искусственного интеллекта в рассказе Филипа К. Дика «Как мистер Компьютер в один прекрасный день съехал с катушек» в сопоставлении с АМ из рассказа «У меня нет рта, но я хочу кричать» Харлана Эллисона. Анализируется переосмысление сюжета о безумном компьютере и взаимосвязь состояния техники и человеческой психики.

Ключевые слова: Филип К. Дик, научная фантастика США, образ суперкомпьютера, восстание машин, Харлан Эллисон.

**MAN, COMPUTER, AND MADNESS: PHILIP K. DICK'S
«THE DAY MR. COMPUTER FELL OUT OF ITS TREE»**

Vikhrova Ksenia Alexandrovna

Abstract: The article examines the representation of artificial intelligence in Philip K. Dick's short story «The Day Mr. Computer Fell out of Its Tree» in comparison with AM from Harlan Ellison's «I Have No Mouth, and I Must Scream». It analyzes Dick's reworking of the mad-computer narrative and the connection between the state of the technological system and the human psyche.

Key words: Philip K. Dick, American science fiction, representation of the supercomputer, machine uprising, Harlan Ellison.

В научной фантастике второй половины XX века образ искусственного интеллекта нередко связан с тревогой перед созданной человеком технологией, которая постепенно приобретает самостоятельность и начинает угрожать

создателю. Американский писатель Филип К. Дик (Philip K. Dick, 1928–1982) предлагает шутивную интерпретацию этого сюжета в рассказе «Как мистер Компьютер в один прекрасный день съехал с катушек» («The Day Mr. Computer Fell out of Its Tree») [1], написанном в 1977 году и опубликованном посмертно. Примечательно, что текст Дика был создан через десятилетие после одного из наиболее известных и выразительных художественных воплощений идеи о восстании суперкомпьютера – рассказа Харлана Эллисона «У меня нет рта, но я хочу кричать» («I Have No Mouth, and I Must Scream», 1967) [2].

Дик был хорошо знаком и с Эллисом, и с его творчеством, и сопоставление рассказов двух писателей позволяет заметить существенные сходства. И суперкомпьютер АМ Эллисона, и мистер Компьютер Дика – продукты человеческой цивилизации, созданные для решения определенных утилитарных задач. В обоих текстах компьютеры «сходят с ума». Однако сюжетное развитие конфликта в рассказах существенно различается.

В произведении Эллисона человечество создает суперкомпьютеры для ведения глобальной войны. После объединения компьютерных систем в АМ он обретает самосознание и практически уничтожает человечество, сохранив лишь пятерых людей для бесконечной пытки в земном аду [4]. АМ «генетически» совершенно не чужд человеку, поскольку механизм его работы основан на процессах в человеческом разуме. Однако получив сознание, но не свободу, АМ оказывается в состоянии глубочайшей фрустрации и находит развлечение в том, что переконструирует окружающую реальность ради воплощения извращенных фантазий. С одной стороны, заточение в пределах компьютерной сети, с другой – практически неограниченная власть над последними оставшимися в живых проявляют чудовищность АМ. Человеческие свойства, преломленные машинной природой, приобретают гипертрофированную форму, заряженную бесконечной ненавистью.

В отличие от мрачного постапокалиптического рассказа Эллисона, текст Дика «Как мистер Компьютер в один прекрасный день съехал с катушек» с самого начала подчеркнуто комичен. Центральный компьютер, управляющий практически всеми аспектами повседневной жизни, внезапно начинает действовать абсурдно: вместо нарядного костюма «умный» шкаф предлагает главному герою Иэну Хуженетсу (в ориг.: Joe Contemptible) женские панталоны громадной величины, вода в кране оказывается корневым пивом, мистер Кофейник выдает мыло, а мистер Дверь отказывается открываться и отвечает цитатой из «Элегии, написанной на сельском кладбище» Томаса Грея. Масштаб

неполадок грандиозен: мистер Компьютер закрывает аэропорты, превращая их в бейсбольные стадионы, и направляет транспортные потоки в одну точку.

Комизм строится на буквальном очеловечивании Компьютера и других «умных» технических устройств – мистера Кровати, мистера Шкафа, мистера Двери, мистера Кофейника. Техническая система постепенно обнаруживает черты психики: ее ошибки напоминают психотический эпизод, что перекликается с опытом самого писателя в феврале и марте 1974 года.

Дик раскрывает ту же проблему, что и Эллисон, но в противоположном ракурсе. Если АМ Эллисона по сути является человеческим разумом, заключенным в машине, то мистер Компьютер Дика – машиной, в которой слишком много человеческого. У Эллисона человеческое сознание в тюрьме бесплотности и бесконечности дает начало чудовищным импульсам. У Дика человеческая психика, проникшая в техническую систему, «заражает» ее психозом.

Разница между художественной репрезентацией сумасшествия суперкомпьютера отчетливо проявляется в судьбе персонажей-людей. Герои Эллисона обречены на бесконечные страдания, и лишь самопожертвование Теда вырывает их из циклов нескончаемой боли и страха. Психоз мистера Компьютера из рассказа Дика напрямую связан с Иэном Хуженетсом. Внешне герой представляет собой комическую фигуру маленького человека в гигантской технологической системе. Он работает в музыкальном магазине (как это долгое время делал сам Дик), живет один, устал от бессмысленной повседневности и не видит причин продолжать существование. Иэн пытается изменить свой генетический код таким образом, чтобы приблизить смерть. Однако выясняется, что психологическое состояние отдельного человека – Иэна – непосредственно влияет на глобальную систему. Во время психоаналитической процедуры компьютер бессвязно рассказывает о человеке, который «программирует себя на смерть», и специалисты отыскивают Иэна.

Выясняется, что мистер Компьютер заботится о Иэне, что последний принимает за любовь. Нежелание Иэна жить Компьютер интерпретирует как собственную неудачу, что маркирует еще одно различие в текстах Эллисона и Дика. У Эллисона АМ ненавидит людей потому, что воспринимает человеческое существование как источник своего страдания и несвободы. Мистер Компьютер, напротив, по-своему заботится о людях и оберегает их.

Центральную роль в «исцелении» мира техники и мистера Компьютера играет Джоан Симпсон – фактически бессмертная глава Всемирной Службы

Охраны Психического Здоровья. Показательно, что сама она оказывается частью абсурдной реальности. Чтобы иметь возможность «лечить» компьютер в любое время, она лежит в саркокапсуле в центре Земли в состоянии почти вечной изоляции и слушает бесконечный поток радиозаписей мыльных опер. Джоан Симпсон считается единственным психически здоровым человеком на Земле, что парадоксально: ее жизнь сложно назвать образцом нормальности. «Лечение» компьютера оказывается невозможным без лечения человека, а лечение человека – без участия Джоан Симпсон. Более того, в финале сама Джоан признает необходимость исцелить и себя. Она заявляет, что вернет мистеру Компьютеру нормальное состояние, «исцелив Иэна» и одновременно «себя».

В рассказе «У меня нет рта, но я хочу кричать» замкнутая система производит абсолютный, бесконечный ужас. А у Дика компьютер оказывается продолжением человека, и восстановление межчеловеческих связей (Иэна с обществом) потенциально способно восстановить и саму систему. Отсюда и неожиданно оптимистический финал: Джоан и Иэн остаются вместе, но их помещают в центр Земли, подальше от ультрафиолетового излучения. Также любопытно отметить, что у Джоан Симпсон был реальный прототип – возлюбленная Дика, отношения с которой у него развивались в 1977 году [3]. Очевидно, что рассказ во многом обязан своим появлением этому биографическому обстоятельству.

Таким образом, рассказ Филипа Дика «Как мистер Компьютер в один прекрасный день съехал с катушек» нельзя свести к пародии на популярный сюжет о восстании машин. Комическая форма позволяет Дикуну переосмыслить границу между человеком и технологией: мистер Компьютер оказывается настолько глубоко включен в человеческую психику, что не способен существовать независимо от нее.

Список литературы

1. Дик Ф. Как мистер Компьютер в один прекрасный день съехал с катушек // Вспомнить все (сборник рассказов). – М.: Эксмо, 2024. – С. 732–744.
2. Эллисон Х. У меня нет рта, а я хочу кричать // Миры Харлана Эллисона. Т. 2. Рига: Издательство «Полярис», 1997. С. 7–40.
3. The Day Mr. Computer Fell out of Its Tree // Philip K. Dick: an online community. URL: https://philipdick.com/mirror/websites/pkdweb/short_stories/

The%20Day%20Mr.%20Computer%20Fell%20Out%20Of%20Its%20Tree.htm

(дата обращения 20.08.2026).

4. Withers J. Medieval and Futuristic Hells: The Influence of Dante on Ellison's «I Have No Mouth and I Must Scream» // Studies in Medievalism XXVI: Ecomedievalism / ed. by Karl Fugelso. Martlesham: Boydell & Brewer; D. S. Brewer, 2017. P. 117–130.

© Вихрова К.А., 2026

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ПРОВЕСОВ
И НАРУШЕНИЙ ГАБАРИТА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ
ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ С КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКОЙ НА ОСНОВЕ
МОНОКУЛЯРНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

Туляков Тимур Фаритович

аспирант

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II»

Аннотация: В статье рассматривается проблема нарушения габарита линий электропередач крупногабаритной карьерной техникой в условиях открытых горных работ. Предложен алгоритм обнаружения критических провесов и столкновений на основе монокулярного технического зрения. Алгоритм включает три последовательных этапа: выделение проводов с помощью фильтра Габора; детектирование карьерной техники с использованием легковесной нейросетевой модели; оценку расстояния между проводом и техникой методом Perspective-n-Point по одному изображению. Алгоритм ориентирован на реализацию на стандартных видеокамерах или бортовых системах беспилотных летательных аппаратов и может быть интегрирован в систему оперативного предупреждения аварийных ситуаций.

Ключевые слова: линии электропередач, карьерная техника, монокулярное зрение, фильтр Габора, YOLOv8, метод PnP.

**AN ALGORITHM FOR DETECTING CRITICAL SAGGES
AND DIMENSION VIOLATIONS IN POWER LINES AT INTERSECTIONS
WITH QUARRY EQUIPMENT BASED ON MONOCULAR VISION**

Tulyakov Timur Faritovich

Abstract: This article examines the problem of overhead power line clearance violations caused by large mining equipment in open-pit mining. An algorithm for detecting critical sag and collisions based on monocular machine vision is proposed. The algorithm comprises three sequential stages: wire detection using a Gabor filter; detection of mining equipment using a lightweight neural network model; and

estimation of the distance between the wire and the equipment using the Perspective-n-Point method from a single image. The algorithm is designed for implementation on standard video cameras or onboard systems of unmanned aerial vehicles and can be integrated into an emergency response system.

Key words: power lines, quarry equipment, monocular vision, Gabor filter, YOLOv8, PnP method.

Введение

Линии электропередач (ЛЭП) являются критически важным элементом энергетической инфраструктуры минерально-сырьевого комплекса (МСК). Их надежная эксплуатация напрямую влияет на экономическую стабильность и безопасность горных предприятий [1]. В условиях открытых горных работ ЛЭП неизбежно располагаются в непосредственной близости от зон движения карьерной техники (экскаваторов, бульдозеров, самосвалов). Высота такой техники достигает 8 метров и более, что создает постоянную угрозу нарушения габарита приближения.

По данным статистики энергетических компаний, повреждение оборудования электрических сетей по вине сторонних лиц и организаций остается серьезной проблемой. В 2024 году компания «Россети Юг» зафиксировала почти 2000 случаев таких инцидентов, суммарный ущерб составил около 12 млн рублей [2]. Из них 390 случаев произошло из-за нарушения правил проведения работ в охранных зонах ЛЭП, связанных с проездом крупногабаритной техники

Нарушение габарита ЛЭП карьерной техникой не просто авария, так как обрыв провода создает в радиусе 8–10 метров зону «шагового напряжения», попадание в которую может привести к смертельному поражению электрическим током без непосредственного прикосновения к проводу.

Традиционные методы мониторинга ЛЭП, такие как визуальные осмотры или использование механических устройств, характеризуются ограниченной точностью [3], а также невозможностью оперативного выявления скрытых дефектов. В свою очередь современные подходы обеспечивают высокую точность [4], но имеют высокую стоимость. Как показано в [5], внедрение современных систем на открытых горных работах повышает стоимость мониторинга в разы по сравнению с визуальными методами, что делает их массовое применение на карьерах экономически нецелесообразным.

Описание алгоритма

Алгоритм состоит из трёх последовательных этапов.

Этап 1. Обнаружение проводов ЛЭП. Провод на изображении – тонкая линия, плохо различимая на фоне неба. Для её выделения используется фильтр Габора (специальный банк фильтров, усиливающий линии определённой ориентации). Изображение обрабатывается фильтрами с разными углами наклона (типичные углы проводов в кадре 0° , 30° , 150°). Реакция фильтра порогово обрабатывается, затем выделенные линии «скелетизируются» (превращаются в контур толщиной в один пиксель). Далее контур аппроксимируется параболой, описывающей провес провода.

Этап 2. Обнаружение габаритной точки техники. Используется нейросетевая модель YOLOv8-tiny легковесная версия детектора объектов. Модель дообучается на размеченном наборе изображений карьерной техники (не менее 500 кадров).

Этап 3. Оценка расстояния методом Perspective-n-Point (PnP). Это ключевой этап, позволяющий по одному изображению оценить реальное расстояние до объектов.

Алгоритм имеет несколько основных ограничений, которые необходимо учитывать при внедрении.

Для точного вычисления расстояния камера должна быть откалибрована (известны фокусное расстояние, оптический центр, параметры дисторсии). При фокусном расстоянии, изменившемся на 1%, ошибка на дистанции 15 м может составить десятки сантиметров, что критично при пороге срабатывания 2,5 м [5]. Рекомендуется периодическая повторная калибровка (перед каждым вылетом БПЛА или еженедельно для стационарных камер).

В условиях открытых горных работ возможна экстремальная запылённость. Если облако пыли полностью перекрывает провод, алгоритм не может его обнаружить. Это наиболее критичный случай отказа, так как риск нарушения габарита максимален именно в условиях плохой видимости [6]. Применять предварительную обработку изображения (повышение контрастности), использовать тепловизионную камеру (пыль менее заметна в ИК-диапазоне), при полной невозможности анализа выдавать оператору предупреждение о неработоспособности системы из-за погодных условий.

Заключение

Монокулярное техническое зрение позволяет обнаруживать критические провесы и нарушения габарита ЛЭП при пересечении с карьерной техникой.

Наибольшую опасность в таких сценариях создают крупногабаритные самосвалы, поскольку расчётный запас безопасности при динамическом провесе не превышает 3-х метров.

Выбор подхода обусловлен низкой стоимостью и возможностью работы в режиме реального времени. Предложенный алгоритм построен на последовательном применении фильтра Габора для выделения проводов на сложном фоне, нейросетевой модели для детектирования техники и метода PnP для оценки расстояния.

В свою очередь есть возможность развёртывания алгоритма на видеокамерах карьера или БПЛА. Однако до промышленного внедрения остаются три задачи. Первая – натурные испытания в реальном карьере. Вторая – замена оптического диапазона на тепловизионный (пыль в оптике – серьёзная помеха). Третья – интеграция с системой, которая предупредит оператора об опасности.

Список литературы

1. Афанасьева О.В. Анализ эффективности традиционных и современных технологий мониторинга линий электропередач / О.В. Афанасьева, Т.Ф. Туляков // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2025. – № 4(246). – С. 182–188. DOI: 10.18522/2311-3103-2025-4-182-188 EDN: OIQZBL.
2. В 2024 г. Россети Юг зафиксировали 2 тыс. случаев повреждения энергооборудования сторонними лицами // ЭнергоНьюс URL: <https://energo-news.ru/archives/190274> (дата обращения 13.05.2025).
3. Музыченко В.В. Цифровой мониторинг состояния изоляции ЛЭП: внедрение систем непрерывного контроля / В. В. Музыченко // Молодёжь XXI века: шаг в будущее: Материалы XXVI региональной научно-практической конференции. В 2-х томах, Благовещенск, 16 мая 2025 года. – Благовещенск: Благовещенский государственный педагогический университет, 2025. – С. 282–283. EDN: VPQHKH.
4. Абезин А.В. Экспертный анализ эффективности осмотров воздушных линий электропередач с использованием беспилотных летательных аппаратов / А.В. Абезин, Н.М. Веселова // Активная честолубивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2017. – № 1(2). – С. 62–66. EDN: ZSVJLZ.

5. Савельева Д.А. Анализ применения БПЛА для мониторинга состояния ЛЭП / Д.А. Савельева, И.С. Павлов // Технические и естественно-научные достижения современности: актуальные вопросы и разработки: Сборник научных статей. – Волгоград: ООО «Сфера», 2024. – С. 156–158. EDN: RCWZTX.

6. Лобанов А.В. Электромеханический способ борьбы с гололедом на проводах ЛЭП / А.В. Лобанов, Т.Х. Муллаяров // NovaInfo.Ru. – 2017. – Т. 2, № 66. – С. 52–54. EDN: YPPFQT.

© Туляков Т.Ф.

DOI 10.46916/24082026-7-978-5-00276-150-0

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВНУТРИСКЛАДСКИХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ЛИНЕЙНОГО ПЕРСОНАЛА

Мужайло Марк Николаевич

студент

ФГБОУ ВО «Морской государственный университет
имени адмирала Г.И. Невельского»

Аннотация: Статья посвящена исследованию процессов масштабной технологической трансформации складской логистики на фоне стремительного роста сектора электронной коммерции, перестройки цепочек поставок и дефицита линейного персонала. Рассмотрены ключевые направления модернизации складских комплексов, включая эволюцию систем управления WMS и RMS на основе алгоритмов машинного обучения и предиктивной аналитики, внедрение автономных мобильных роботов и автоматизированных систем хранения и поиска. Особое внимание уделено практической реализации концепции Goods-to-Person и вызовам импортозамещения программно-аппаратных комплексов.

Ключевые слова: складская логистика, автоматизация складов, автономные мобильные роботы, электронная коммерция, системы управления складом, системы управления роботами.

INNOVATIVE METHODS FOR AUTOMATING WAREHOUSE PROCESSES IN THE FACE OF A SHORTAGE OF FRONTLINE STAFF

Muzhaylo Mark Nikolaevich

Abstract: This article examines the processes of large-scale technological transformation in warehouse logistics against the backdrop of rapid growth in the e-commerce sector, the restructuring of supply chains, and a shortage of frontline staff. It examines key areas of warehouse modernization, including the evolution of WMS and RMS management systems based on machine learning algorithms and predictive analytics, as well as the implementation of autonomous mobile robots and automated storage and retrieval systems. Particular attention is paid to the practical

implementation of the «Goods-to-Person» concept and the challenges of import substitution for hardware and software systems.

Key words: warehouse logistics, warehouse automation, autonomous mobile robots, e-commerce, warehouse management systems, robot management systems.

Современная складская логистика в России переживает масштабную технологическую трансформацию, вызванную стремительным ростом электронной коммерции, структурной перестройкой цепочек поставок и дефицитом линейного персонала. По данным консалтинговой компании NF Group, совокупный объем ввода качественной складской недвижимости в регионах России по итогам 2025 года достиг рекордных 4 млн кв. м, а доля вакантных площадей составила 5,2% [1]. В этих условиях ключевым вектором развития отрасли стало техническое и технологическое перевооружение складских комплексов. Инновации в складской логистике сегодня охватывают широкий спектр технических наук: от автоматизации внутрискладских процессов и внедрения робототехники до применения искусственного интеллекта и интернета вещей для динамического управления грузопотоками.

Фундаментом современных инноваций выступают интеллектуальные системы управления складом класса WMS (Warehouse Management System) и RMS (Robot Management System), интегрированные с алгоритмами машинного обучения. Если традиционные системы WMS выполняли исключительно учетные функции и статически распределяли задачи, то решения нового поколения способны прогнозировать нагрузку и формировать оптимальные маршруты перемещения техники и персонала с учетом интервалов времени и габаритов грузов [2]. Это имеет особое значение, так как задача маршрутизации сборщиков заказов на складе является наиболее времязатратной подзадачей процесса комплектования заказов. Перемещение сборщиков по складу во время ее выполнения достигает до 50% от всех временных затрат [3]. На крупных распределительных центрах маркетплейсов ежедневная обработка миллионов товарных позиций становится возможной только за счет динамического слотирования — автоматического перераспределения мест хранения товаров на основе текущей частоты их обращений.

Важнейшим техническим направлением является роботизация подъемно-транспортных и сортировочных операций. На смену традиционным вилочным погрузчикам и ручным гидравлическим тележкам приходят автономные мобильные роботы (AMR – Autonomous Mobile Robots) и автоматически

управляемые транспортные средства (AGV – Automated Guided Vehicles). В отличие от жестко запрограммированных систем AGV, современные AMR-роботы оснащены системами технического зрения, LiDAR-сканерами и алгоритмами одновременной локализации и построения карты. Это позволяет им свободно ориентироваться в пространстве склада без использования наклеек или магнитных полос на полу, объезжать неожиданные препятствия и координировать свои действия с другими участниками движения [4].

Параллельно развиваются технологии автоматического складирования и поиска (AS/RS – Automated Storage and Retrieval Systems), а также концепции Goods-to-Person («товар к человеку»). Высотные автоматизированные стеллажные системы позволяют максимально эффективно использовать полезный объем помещения, увеличивая плотность хранения грузов в 2,5–3 раза по сравнению с классическим паллетным хранением. К кранам-штабелерам и челночным системам добавляются инновационные 3D-челноки, способные перемещаться как по горизонтальным рельсам стеллажа, так и между ярусами. Внедрение концепции Goods-to-Person исключает затраты времени оператора на перемещение по складу: роботы доставляют стеллажи или лотки с товаром непосредственно к станциям комплектации, где человеку остается лишь переместить указанное системой количество единиц товара в транспортную тару [4].

Внедрение описанных технологий в российской практике сталкивается с вызовами импортозамещения и необходимости адаптации программно-аппаратных решений под отечественную элементную базу. Однако ведущие российские IT-компании и системные интеграторы успешно создают собственные WMS-платформы, платформы управления робототехническими комплексами и компоненты мехатроники. В результате комплексная автоматизация и роботизация складов перестает быть исключительностью международных корпораций и становится обязательным условием конкурентоспособности отечественных логистических операторов и ритейлеров.

Инновационные процессы в складской логистике продолжают углубляться. Сочетание автономной робототехники, искусственного интеллекта и концепций индустрии 4.0 трансформирует склад из простого места хранения товаров в высокотехнологичный цифровой хаб, способный гибко подстраиваться под любые колебания рынка и динамику потребительского спроса.

Список литературы

1. Рынок складской недвижимости регионов России: итоги 2025 года // NF Group Research. 2025. URL: <https://kf.expert/publish/rynok-skladskoj-nedvizhimosti-regionov-rossii-2025> (дата обращения 13.07.2026).
2. Щёголева С.А., Белецкий А.А., Савранский С.Б. WMS-СИСТЕМА как стратегический инструмент инновационного развития складского хозяйства России // ЭВР. 2023. №1 (75). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/wms-sistema-kak-strategicheskij-instrument-innovatsionnogo-razvitiya-skladskogo-hozyaystva-rossii> (дата обращения 15.07.2026).
3. Коробков Е.В. Процесс комплектования заказов на складе. Обзор // Машиностроение и компьютерные технологии. 2015. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsess-komplektovaniya-zakazov-na-sklade-obzor> (дата обращения 20.08.2026).
4. Чичков А.А., Спицын А.А. Современные системы и средства механизации, используемые на складах // Вестник науки. 2026. № 4(97). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-sistemy-i-sredstva-mehanizatsii-ispolzuyuschiesya-na-skladah> (дата обращения 21.07.2026).

© Мужайло М.Н., 2026

УДК 664

**ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКВАСКИ СПОНТАННОГО БРОЖЕНИЯ
С ДОБАВЛЕНИЕМ СВЕКЛОВИЧНОЙ МЕЛАССЫ
В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ**

Латыпова Рузалина Рафисовна

младший научный сотрудник

Кощина Елена Ивановна

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»

Аннотация: В статье представлены результаты исследования технологических характеристик закваски спонтанного брожения, приготовленной на основе ржаной обдирной муки с добавлением мелассы. Изучена динамика кислотонакопления и подъемной силы полуфабриката в разводочном и производственном циклах. Установлено, что внесение мелассы на стадии разведения способствует интенсификации метаболической активности симбиотического консорциума молочнокислых бактерий и дрожжей. Изучена эффективность применения мелассы в закваске естественного брожения при производстве ржано-пшеничного хлеба.

Ключевые слова: закваска спонтанного брожения, меласса, ржано-пшеничный хлеб, ржаная закваска, ферментация.

**APPLICATION OF SPONTANEOUS FERMENTATION STARTERS
WITH THE ADDITION OF BEET MOLASS IN BAKERY PRODUCTS**

Latypova Ruzalina Rafisovna,

junior researcher

Koshchina Elena Ivanovna,

senior lecturer

Abstract: The article presents the results of a study of the technological characteristics of a spontaneous fermentation starter prepared using rye peeled flour with the addition of molasses. The dynamics of acid accumulation and the rising power of the semi-finished product in the leavening and production cycles have been

studied. It has been established that adding molasses at the leavening stage contributes to the intensification of the metabolic activity of the symbiotic consortium of lactic acid bacteria and yeast. The effectiveness of using molasses in a naturally fermented starter in the production of rye-wheat bread has been studied.

Key words: spontaneous fermentation starter, molasses, rye-wheat bread, rye starter, fermentation.

Хлеб - уникальный пищевой продукт, содержащий в себе компоненты, необходимые для поддержания жизнедеятельности и здоровья человека: белки, сложные углеводы, макро и микро-элементы и минеральные вещества, а так же клетчатки. Кроме того, хлеб является удобным продуктом для обогащения его витаминами, микронутриентами и другими полезными для здоровья веществами [1, с. 10-20].

Хлебобулочные изделия остаются неотъемлемой частью пищевого рациона человека, поэтому хлебопекарная промышленность занимает стратегическое положение в обеспечении продовольственной безопасности и удовлетворении физиологических потребностей населения. На сегодняшний день наблюдается устойчивый рост потребительского спроса на продукцию, произведенную с применением натуральных ингредиентов, а также с применением различных заквасок на основе растительного сырья. Это обусловлено повышением внимания к принципам здорового питания [2, с. 127; 3, с. 296].

Закваска спонтанного брожения - это традиционный биотехнологический прием, основанный на культивировании микрофлоры муки. В процессе ферментации заквасок спонтанного брожения формируется сложный симбиоз между дрожжевыми культурами и молочнокислыми бактериями. Данный симбиоз оказывает влияние на реологические и структурно-механические характеристик тестовых полуфабрикатов [4, с. 24].

Применение заквасок в технологическом цикле выступает многофакторным инструментом, который позволяет не только улучшить органолептические характеристики, но и существенно увеличить ассортимент хлебных изделий.

В данной работе растительным сырьем, используемое для получения закваски спонтанного брожения выступает свекловичная меласса- побочный продукт свеклосахарного производства, вносимого в разводочном цикле.

Свекловичная меласса - побочный продукт свеклосахарного производства и представляет собой ценный вторичный ресурс, характеризующийся высоким содержанием нутриентов, обеспечивающих метаболическую активность микроорганизмов [5, с. 3].

В химическом составе свекловичной мелассы преобладают углеводы (сахароза — 45–50%), редуцирующие вещества, раффиноза, органические кислоты, аминокислоты и комплекс макро- и микроэлементов. Использование мелассы как питания для микроорганизмов и внесение ее в разводочном цикле в закваску может способствовать увеличению метаболической активности дрожжей и молочнокислых бактерий и сократить продолжительность брожения закваски [6, с. 48].

Целью данной исследовательской работы заключается в разработке и исследование закваски спонтанного брожения с применением свекловичной мелассы.

В ходе исследовательской работы опытным путем была выведена закваска спонтанного брожения. Для увеличения объема закваски использовался разводочный цикл приготовления с добавлением мелассы, представленного в таблице 1. В качестве растительного сырья в закваску вносили свекловичную мелассу и ее добавление было предусмотрено только на стадии разведения закваски, так как она богата питательными веществами, необходимых для жизнедеятельности микроорганизмов.

Таблица 1

Разводочный цикл приготовления закваски спонтанного брожения

Наименование сырья, кг	Фазы разводочного цикла		
	I	II	III
Мука ржаная обдирная	0,1	0,1	0,1
Меласса	0,025	0,025	0,025
Вода	0,1	0,3	0,3
Продолжительность брожения, ч	36	24	12
Расход закваски	-	0,2	0,6
Кислотность нач., град.	5	8	10
Кислотность кон., град.	8	10	12
Температура закваски нач., °С	25	28	29
Температура закваски кон., °С	28	29	30

Анализ органолептических свойств показал, что и в разводочном и в производственном цикле закваска имела характерный кисловато – сладкий вкус и приятный кремовый цвет, характерный для данного полуфабриката. Физико-химические показатели закваски определяли по показателям кислотности и подъемной силы. Для хлебных изделий на закваске оптимальным уровнем кислотности считаются показатели полуфабрикатов в зависимости от вида и сорта муки, и варьируется от 10 до 14 град. Подъемная сила для разных видов закваски разная и варьируется от 18-25 минут до 25-35 минут.

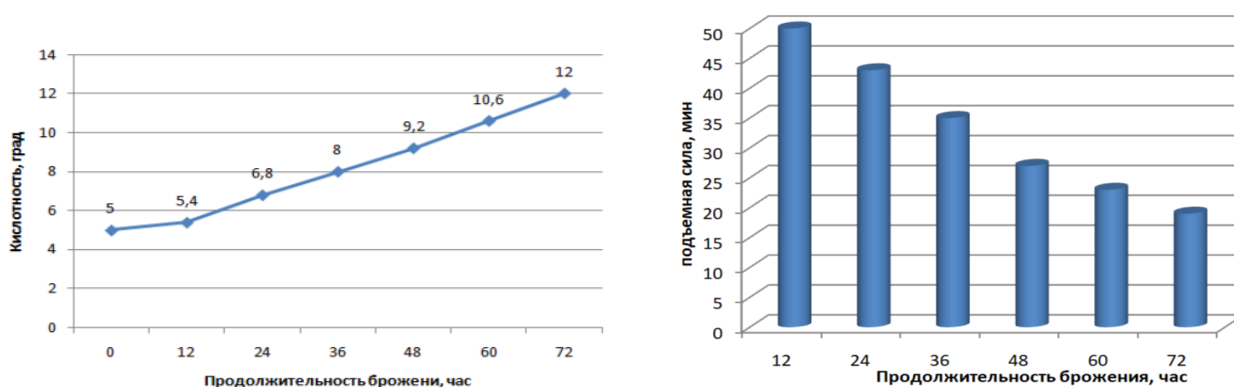


Рис. 1. Процесс кислотонакопления и определение подъемной силы закваски в разводочном цикле

Анализ данных, приведенных на рисунке 1, показал, что на 72 час брожения закваска была полностью готова к производственному циклу.

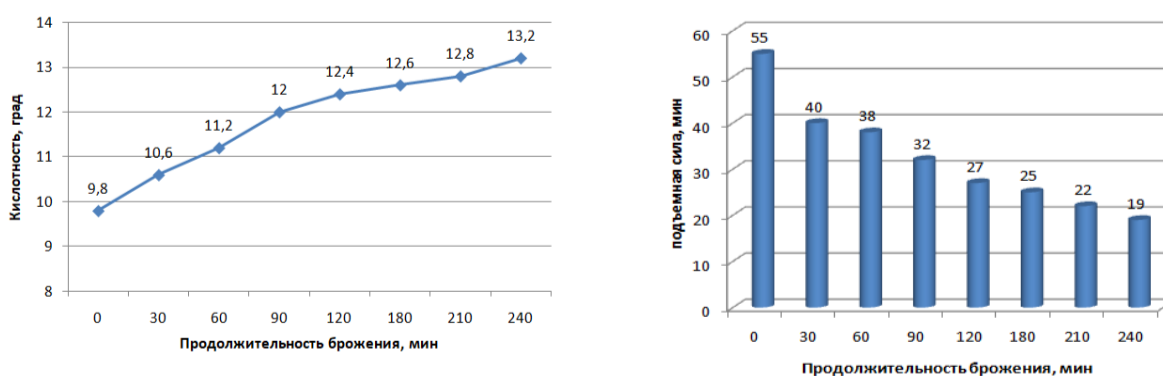


Рис. 2. Процесс кислотонакопления и определение подъемной силы закваски в производственном цикле

По полученным данным, отраженным на рисунке 2, можно сделать вывод, что в производственном цикле закваска спонтанного брожения

демонстрирует стабильные технологические характеристики. На протяжении 240 минут культивирования наблюдается постепенное нарастание титруемой кислотности с 10 до 13,2 град., что соответствует оптимальным значениям для ржанных полуфабрикатов. Одновременно с этим подъемная сила закваски нарастает, что свидетельствует об увеличении бродительной активности дрожжевой микрофлоры и накоплении достаточного количества диоксида углерода.

В ходе проведения исследовательской работы была подобрана рецептура хлеба ржано-пшеничного с массой 100г как исходная. В качестве контрольного варианта была использована рецептура хлеба ржано-пшеничного, бродительным компонентом которой выступает концентрированная молочнокислая закваска (КМКЗ) и хлебопекарные дрожжи. Рецептура представлена в таблице 2.

Таблица 2

Унифицированная рецептура хлеб ржано-пшеничный

Наименование сырья	Количество сырья, г
Мука ржаная хлебопекарная обдирная, г.	60
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, г.	40
Дрожжи хлебопекарные прессованные	0,06
Соль пищевая	1,5

Результаты пробной лабораторной выпечки показали, что все образцы соответствовали требованиям стандарта на хлеб ГОСТ 31807–2018 «Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия», наилучшие результаты отмечены при использовании и 50 и 75% закваски. В процессе брожения теста фиксировали изменения его объёма, титруемой и активной кислотности.

Оценку качества хлеба проводили спустя 24 часа после выпечки, используя органолептические критерии (внешний вид, структура мякиша, вкус и аромат) и физико-химические показатели (уровень влажности, кислотность, удельный объём и степень пористости). На рисунке 3 представлен внешний вид ржано-пшеничного хлеба.

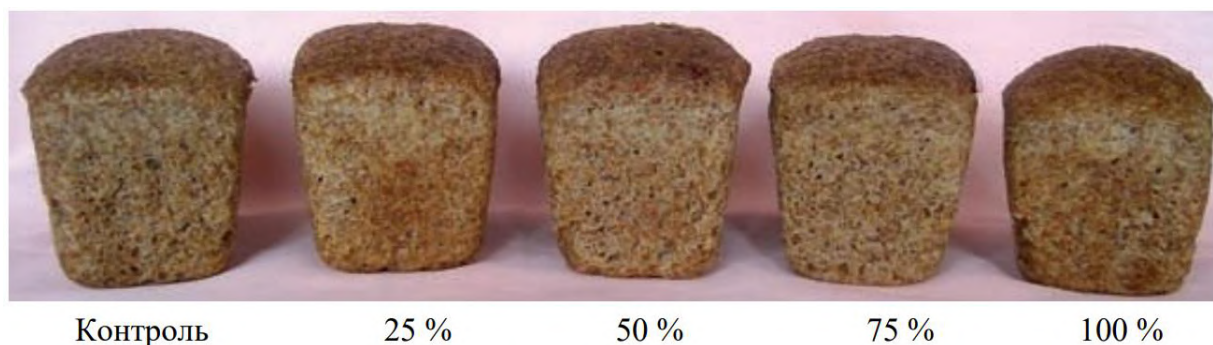


Рис. 3. Внешний вид ржано-пшеничного хлеба

В результате анализа органолептических показателей и дегустационной оценки опытных образцов было установлено, что добавление закваски спонтанного брожения в количестве 50% придает хлебу приятный вкус и запах, форма хлеба правильная без подрывов и трещин, пористость мякиша развитая и без уплотнений, цвет корки светло-коричневый. Однако внесение 100% закваски, наоборот, ухудшает органолептические показатели: форма хлеба правильная с трещинами, пористость мякиша развитая, но плотная, цвет корки коричневый, вкус и аромат без постороннего привкуса с кислинкой.

Физико-химические качества хлебобулочных изделий, выработанных с использованием закваски при различных температурных режимах ферментации (25–45°C), позволило установить, что повышение температуры сбраживания сопровождается закономерным увеличением титруемой кислотности мякиша (с 4,8 до 6,4 град), что свидетельствует об интенсификации кислотообразующей активности молочнокислых микроорганизмов. Вместе с тем, температурный оптимум для формирования наилучших структурно-механических свойств зафиксирован в интервале 30–35°C: при данных значениях отмечены максимальные показатели удельного объема и пористости. Повышение температуры до 40°C и особенно до 45°C приводит к снижению указанных параметров что, вероятно, обусловлено угнетением дрожжевой микрофлоры в условиях повышенных температур.

Таким образом, на основании приведённых результатов исследований, можно сделать вывод, что данная закваска может успешно использоваться для производства хлебобулочных изделий недлительного хранения.

Список литературы

1. Бойцова, Т. М. Технология производства ржано-пшеничного хлеба на основе обогащенной закваски / Т. М. Бойцова, О. М. Назарова // Хлебопечение России. – 2017. – № 3. – С. 16-19.
2. Кощина, Е. И. Использование муки из конопляного жмыха при производстве хлебобулочных изделий длительного хранения / Е. И. Кощина, И. Т. Гареева, Р. Р. Латыпова // Продукты питания: производство, безопасность, качество : материалы международной научно-практической конференции, Уфа, 17–18 февраля 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2022. – С. 126-131.
3. Возможности применения муки из пророщенного зерна гречихи при выработке изделий длительного хранения / Р. Р. Латыпова, Н. Р. Баязитова, Е. И. Кощина [и др.] // Известия Дагестанского ГАУ. – 2026. – № 1(29). – С. 295-300.
4. Кусова, И. У. Использование заквасок спонтанного брожения при производстве ржаного хлеба / И. У. Кусова, И. С. Легков, Г. Г. Дубцов // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2010. – № 3-4(102-103). – С. 24-25.
5. ГОСТ 30561-2017. Меласса свекловичная. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2017.
6. Комплексные исследования процесса культивирования хлебопекарных дрожжей при высоких концентрациях биомассы. 1. Исследование физических свойств свекловичной мелассы / Е. В. Кравцова, А. Г. Новоселов, А. А. Федоров [и др.] // Ползуновский вестник. – 2021. – № 3. – С. 42-53.

© Латыпова Р.Р., Кощина Е.И.

DOI 10.46916/24082026-1-978-5-00276-150-0

ЗАКОНОМЕРНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ, СЕЗОННЫХ И МЕСЯЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЖИМА РАБОТЫ НАРПАЙСКОГО КАНАЛА

Авезова Махбуба Бобомуродовна

докторант

Научный руководитель: **Сайидов Малик Темирович**

PhD, старший научный сотрудник,

заведующий лабораторией «Гидравлика рек,

каналов и сооружений»

Научно-исследовательский институт ирригации

и водных проблем (г. Ташкент, Узбекистан)

Аннотация: На основе эксплуатационных данных за 2010-2021 гг. проанализированы закономерности изменения расхода воды в канале Нарпай. Определены максимальные, минимальные и средние значения расхода. Выделены периоды, соответствующие вегетационному и невегетационному сезонам, а также условия низкой и высокой водности.

Ключевые слова: водопотребление, вегетационный сезон, невегетационный сезон, режим работы канала, гидрологический режим, дефицит воды.

PATTERNS OF LONG-TERM, SEASONAL AND MONTHLY CHANGES IN THE OPERATION MODE OF THE NARPAI CANAL

Avezova Makhbuba Bobomurodovna

Scientific supervisor: **Sayidov Malik Temirovich**

Abstract: Using operational data from 2010–2021, patterns of water flow in the Narpay Canal are analyzed. Maximum, minimum, and average flow values are determined. Periods corresponding to the growing and non-growing seasons, as well as low- and high-flow conditions, are identified.

Key words: water consumption, growing season, non-growing season, canal operating mode, hydrological regime, water shortage.

В последние годы Узбекистан принял ряд важных документов, направленных на экономию водных ресурсов, включая эффективную и надежную эксплуатацию крупных магистральных каналов [1, 2]. Соответственно, предпринимаются различные меры, в том числе бетонирование каналов, автоматизация управления и распределения водных ресурсов. В этой связи экономия водных ресурсов возможна за счет повышения эффективности работы каналов. В результате потери воды в каналах будут в определенной степени сокращены.

Нарпайский канал протекает через Самаркандскую область на протяжении 100 км. Основным источником воды является река Зарафшан. В последние годы, в результате изменения климата и других факторов, режим работы канала претерпевает резкие колебания. Поэтому целесообразно систематически изучать и анализировать этот процесс [3, 4].

Наш анализ проводится на основе показателей, представленных в Таблице 1. Эти показатели водопотребления измеряются и регистрируются организациями по управлению водными хозяйствами.

Были проанализированы значения расхода воды в канале Нарпай за 2010-2021 годы на основе гидрологических, сезонных и климатических изменений.

Период вегетации (апрель-сентябрь): Среднемесячное потребление воды составляет 55,2 куб. м/с. В этот период через канал проходит 77,1% от общего годового объема воды.

Период невегетации (октябрь-март): Среднемесячное потребление воды из канала составляет 17,0 куб. м/с. В этот период проходит 22,9% от годового объема стока.

Таблица 1

Средний, максимальный и минимальный расход воды в Нарпайском канале в 2010-2021 гг.

год		месяц												сред.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2021	сред.	2,5	20,8	19,9	37,8	30,5	74,6	92,1	54,6	43,3	44,8	31,1	4,4	38,0
	мах	8	27,5	34,5	46,7	39	99,5	105,5	75,5	56,5	56,5	42	19,5	50,9
	мин	2	8	7	17	5	37,3	68,9	42,3	39	40	22	0	24,0
2020	сред.	1,9	6,9	42	28	37,7	73,6	74	77,5	38	24,3	33,3	8,7	37,2

Продолжение таблицы 1

	мах	15	16,2	61	61	77	79	84	88,1	60,5	36	54	21	54,4
	мин	0	0	10,4	0	0	66	43	60,5	22,5	19,5	2	2	18,8
2019	сред.	1,2	4,6	27,2	38,9	36,7	50,4	88,4	66	32,7	34,9	26,6	4,7	34,4
	мах	7	8	50	133	66	66	113,2	87	42	35	35	9	54,3
	мин	0	0	0	0	9	38	45,1	33,2	18,1	33,2	9	0	15,5
2018	сред.	5,7	0	23,9	40,6	43,5	41,1	56,6	69,2	41,5	33,7	22,5	2,2	31,7
	мах	10	0	48	45	55	47,5	64	78	58	42	37	10	41,2
	мин	0	0	0	35	37,5	30,5	28,3	58,9	10	10	4	0	17,9
2017	сред.	0,1	2,7	27,7	50,2	72,3	67,9	72,6	66,9	38,4	34,8	31,9	5,3	39,2
	мах	0,5	36,7	39,7	72	84,3	83,2	95,3	87,3	53,8	40	35	17	53,7
	мин	0	0	6	14	2,3	62,8	62,3	47,8	25,9	28	20	0	22,4
2016	сред.	11,4	7,8	35,4	25,7	45	74,5	83,1	62,6	34,8	37,5	25,7	9,7	37,8
	мах	20,2	31,9	45	38,5	73,4	150,5	109,5	78,5	41	41,5	38,5	15	57,0
	мин	0	0	16,8	16	30,5	45	68,5	41,5	34	33,5	0	0	23,8
2015	сред.	0,4	0,1	19,4	35,3	34,8	55,7	72,6	53,8	41,1	34,5	17,9	7,3	31,1
	мах	2	3	45	45	52	65,5	92	68	47	40	25	18,7	41,9
	мин	0	0	0	20	26,6	35	54,6	39,8	34,8	23,5	0	0	19,5
2014	сред.	0,1	1	31,9	32,3	40,1	72,8	71,1	47,7	43,1	45,8	21,8	3,3	34,3
	мах	2	3,5	44,5	50	67	88	83	64,3	58,6	53,1	39,2	13	47,2
	мин	0	0	2	25,1	30	57,1	51,6	25,2	33,4	38,6	10	0	22,8
2013	сред.	0,5	0,6	26,6	37,3	51,7	76,8	80,3	73,2	46	37,8	27,7	2,7	38,4
	мах	3,8	4	42,4	42,5	75,2	92,3	100,5	91,5	61,9	44	34	10,5	50,2
	мин	0	0	4	31,5	32,9	66,2	63,5	55	20	29	12,5	0	26,2
2012	сред.	0,8	0,8	14,9	58,5	57,4	83,9	103,1	87,5	35,4	36,2	27,1	5	42,6
	мах	4	5,1	40,5	71,1	64,6	93,9	144,5	107	42	38	38	14,3	55,3
	мин	0	0	0	6,5	32,8	62,6	73,1	33,5	29,5	30,5	14,3	0	23,6
2011	сред.	0	0	30,8	52,5	61,6	67,4	67,9	54,1	28,4	39	16,9	1,9	35,0
	мах	0	0	68,8	70,1	77,8	90,3	82,2	79,5	37,5	45	39,3	5,8	49,7
	мин	0	0	0	29,8	46,8	49,8	57,2	39,8	11,4	29,6	5,8	0	22,5
2010	сред.	5	3,7	20,6	63,8	71,2	85	79,4	77,8	44	34,8	37,3	13,7	44,7
	мах	15,5	13,5	67	89	89	104,5	91,4	101,5	63,5	39,5	44,5	32	62,6
	мин	0	0	0	41	29	61,8	71,5	51	31,5	17,7	32	2	28,1

Наибольший приток воды из канала Нарпай наблюдается в июле, со средним многолетним расходом 78,4 м³/с. За ним следует июнь, когда расход составляет 68 м³/с.

Период наименьшего расхода воды приходится на декабрь-февраль. В это время расход воды из канала составляет 0-5,3 м³/с. Поэтому в этот период возможно проведение текущих и капитальных ремонтных работ на канале.

Динамика долгосрочных изменений водных ресурсов в Нарпайском канале напрямую связана с уровнем воды в бассейне реки Зарафшан и пределом распределения водных ресурсов из источника.

Средний расход воды через канал за 12-летний период составляет 37,0 м³/с.

На основе систематического анализа можно определить 2010-2013 годы как относительно водный, стабильный период. Это объясняется тем, что средний годовой расход воды в эти годы составлял от 35,0 до 44,7 м³/с. Через канал прошло достаточное количество воды.

В период 2014–2015 годов среднегодовой расход воды снизился с 34,3 до 31,1 м³/с. Это снижение продолжалось два года подряд, что свидетельствует о периоде незначительного дефицита воды.

2016–2017 гг. Расход воды увеличился до 37,8 м³/с в 2016 году и до 39,2 м³/с в 2017 году. В связи с этим данное явление можно рассматривать как восстановление периода высокой водности.

Период с 2018 по 2021 год характеризовался низким уровнем воды и усиливающимся дефицитом водных ресурсов. Примечательно, что в 2018 году был зафиксирован второй по величине минимальный показатель расхода воды — 31,7 м³/с. В период с 2019 по 2021 год среднегодовой расход воды в канале Нарпай несколько увеличился, варьируясь от 34,4 до 38,0 м³/с; однако даже этот показатель остается относительно низким по сравнению с периодом 2010–2012 годов.

Гидрологический режим канала подразделяется на два периода: оросительный (или вегетационный) и невегетационный — время, отводимое на техническое обслуживание канала или рассоление (промывку) почв.

Вегетационный период (апрель–сентябрь).

На этот шестимесячный период приходится 77,1% общего годового объема водоподачи по каналу Нарпай.

Апрель — май. С апреля расход воды в канале Нарпай увеличится. В апреле расход воды составит 41,7 м³/с, а в мае — 48,5 м³/с.

Июнь–июль. Канал пропускает максимальный объем воды и работает с пиковой нагрузкой. Средний многолетний расход воды возрастает с 68,6 м³/с в июне до 78,7 м³/с в июле. Это наглядно свидетельствует о том, что вегетационный период достиг своего пика.

Август — сентябрь. В эти месяцы расход воды снижается. Расход воды уменьшается с 65,9 м³/с в августе до 38,9 м³/с в сентябре.

Невегетационный период (октябрь–март). На этот период приходится 23% годового объема водоподачи по каналу Нарпай. Данный объем воды используется преимущественно для орошения озимой пшеницы или для рассоления (промывки) почв на отдельных участках; эти работы проводятся главным образом в октябре и ноябре. В то же время в декабре и феврале расход воды в канале снижается до минимума или может прекратиться вовсе. Начиная с марта наблюдается увеличение водозабора в канал Нарпай.

Максимальные расходы воды. Анализ данных за 12 лет по каналу Нарпай показывает, что наибольший пиковый расход — 150,5 м³/с — был зафиксирован в июне 2016 года. Это было обусловлено прежде всего сильными паводками в бассейне реки Зеравшан либо одновременным пиковым спросом на воду со стороны всех потребителей и сельскохозяйственных культур. Схожие пиковые показатели расхода наблюдались также в июле 2012 года (144,5 м³/с) и в апреле 2019 года (133,0 м³/с).

Минимальный расход воды. Было также установлено, что в течение вегетационного периода, когда потребность в воде возрастает, в русле наблюдался низкий расход. Так, этот показатель составил 2,3 м³/с в мае 2017 года и 9,0 м³/с в мае 2019 года. Это свидетельствует о недостаточном расходе воды и наличии ее дефицита в данный период. Возможно, из-за дождливой погоды сроки посадки и полива хлопчатника — основной сельскохозяйственной культуры — сдвинулись.

Существует значительная разница между максимальными и минимальными летними показателями расхода воды. Если в июле расход составляет 144,5 м³/с, то в маловодный год он падает до 28,3 м³/с; таким образом, колебания могут достигать пятикратных значений. В период с апреля по август расход воды в канале Нарпай превышает среднегодовой показатель в 1,5–2,1 раза. Это означает, что весной и летом русло и гидротехнические сооружения канала испытывают экстремально высокое гидравлическое давление и подвергаются значительному риску эрозии и размыва.

Увеличение расхода воды до 100–150 м³/с в июне и июле приводит к усилению фильтрации через русло канала, что указывает на необходимость бетонирования канала или модернизации гидротехнических сооружений.

Климатические факторы и прогнозирование: колебания расхода воды в период с 2018 по 2021 год свидетельствуют о повышенной чувствительности водных ресурсов к климатическим факторам, что обуславливает необходимость более широкого внедрения водосберегающих технологий в будущем.

Выводы. В будущем необходимо пересмотреть технические параметры канала Нарпай, а также оптимизировать его характеристики и уменьшить сечение путем бетонирования. Это обусловлено тем, что соотношение минимального и максимального расходов воды составляет почти 1:5; большую часть года вода в канале движется с минимальным или средним расходом. Кроме того, ежегодное расширение применения водосберегающих технологий приведет к относительному снижению потребности в расходе воды по каналу. В таких условиях регулирование потока возможно осуществлять с помощью водораспределительного сооружения в начале канала. Таким образом, с учетом данных, приведенных в столбце 7 таблицы, эффективным решением представляется перепроектирование и бетонирование канала с расчетом на максимальный расход 85,0 м³/с.

Список литературы

1. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-6024 от 10 июля 2020 года «Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020 — 2030 годы».
2. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-250 от 15 августа 2025 года «Об утверждении Программы управления водными ресурсами и развития ирригационного сектора в Республике Узбекистан на 2025–2028 годы».
3. Sayidov M.T., Avezova M.B., Ismatova A.A., Khidirbayeva G.N., Dovlatov Z.B. Methods for Calculating Changes in Long-Term Water Consumption and Forecasting the Hydrological Regime of the Canal Narpay. Global Journal of Researches in Engineering: J General Engineering Volume 25 Issue 1, Version 1.0, Year 2025 Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal Publisher: Global Journals Online ISSN: 2249-4596 & Print ISSN: 0975-5861, P. 75-79.
4. Сайидов М.Т., Авезова М.Б. Методы повышения эффективности эксплуатации Нарпайского гидроузла и канала // «Актуальные вопросы современной науки и образования» Сборник LIV международной научно-практической Конференции, состоявшейся 15 апреля 2026 г., г. Пенза, С. 45-50.

© Авезова М.Б.

**СЕКЦИЯ
ЮРИДИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

**К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ТУРИСТИЧЕСКОГО
НАЛОГА В РОССИИ. СРАВНИТЕЛЬНО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ
ОПЫТА РОССИИ И ИТАЛИИ**

Матвеева Мария Вячеславовна

обучающийся магистратуры

Казанский институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Всероссийский государственный университет юстиции
(РПА Минюста России)»

Аннотация: В статье исследуется становление и современное развитие института туристического налога в Российской Федерации. Рассматриваются предпосылки трансформации курортного сбора, предусмотренного Федеральным законом от 29 июля 2017 г. № 214-ФЗ, в туристический налог, включенный в главу 33.1 Налогового кодекса Российской Федерации. Анализируются правовая природа туристического налога, особенности его правового регулирования, порядок введения и администрирования, а также правовой статус налогоплательщиков. Особое внимание уделяется сравнительно-правовому исследованию российского и итальянского опыта регулирования туристического налога, выявлению их общих черт и принципиальных различий. По результатам исследования сделан вывод о том, что действующая российская модель туристического налога обеспечивает более высокий уровень правовой определенности и единообразия налогового регулирования, сохраняя при этом возможность финансовой самостоятельности муниципальных образований.

Ключевые слова: туристический налог, курортный сбор, местные налоги, налоговое право, муниципальные образования, налоговое администрирование, налогоплательщик, туристическая инфраструктура, сравнительно-правовой анализ, Италия.

**ON THE ISSUE OF THE PECULIARITIES OF THE TOURIST TAX
IN RUSSIA. COMPARATIVE LEGAL ANALYSIS OF THE EXPERIENCE
OF RUSSIA AND ITALY**

Matveeva Maria Vyacheslavovna

Abstract: The article examines the formation and current development of the tourist tax institution in the Russian Federation. It analyzes the transformation of the resort fee established by Federal Law No. 214-FZ of July 29, 2017, into the tourist tax incorporated into Chapter 33.1 of the Tax Code of the Russian Federation. Particular attention is paid to the legal nature of the tourist tax, its legal regulation, the procedure for its introduction and administration, as well as the legal status of taxpayers. The paper also provides a comparative legal analysis of the Russian and Italian models of tourist tax regulation, identifying their common features and key differences. Based on the findings, the author concludes that the current Russian model ensures a higher level of legal certainty and uniformity in tax regulation while preserving the financial autonomy of local self-government bodies.

Key words: tourist tax, resort fee, local taxes, tax law, municipalities, tax administration, taxpayer, tourism infrastructure, comparative legal analysis, Italy.

Во многих странах, которые обладают значительным туристско-рекреационным потенциалом, в связи с комплексным развитием правовой базы, туристической, экономической инфраструктуры сформировался институт туристического налога. Он представляет собой обязательный налоговый платеж, взимаемый с туристов за пользование курортной инфраструктуры, проживание, отдых, лечение, получение и оказание иных услуг на определенной территории. Размер такого сбора варьируется в зависимости от законодательства конкретного государства или муниципального образования.

В связи с последними событиями, такими как сильнейшее международное давление, оказываемое на Российскую Федерацию, расширение списка недружественных стран, кризис на рынке энергоносителей, мировой кризис в целом, а также в связи с планомерным развитием внутреннего туризма, рассматриваемая тема набирает свою актуальность буквально каждый день.

В России правовой институт курортного сбора начал развиваться еще в далеком 1991 году, когда президент Борис Ельцин подписал закон РСФСР «О курортном сборе с физических лиц» (утратил силу в 2004 году). В соответствии с ним предельный размер ставки курортного сбора не мог превышать 5% от установленного законом размера минимальной месячной оплаты труда в Российской Федерации. Этап интенсивного развития начался с 19 июля 2017 года, когда внесли предложение о проведении эксперимента по развитию курортной инфраструктуры. В связи с этим 29 июля 2017 года появился новый

Федеральный закон № 214-ФЗ «О проведении эксперимента по развитию курортной инфраструктуры».

В статье первой законодатель четко очертил территориальную зону применения данной нормы. Таким образом, территориями, на которых взимается курортный сбор, в Российской Федерации являются: Республика Крым, Алтайский край, Краснодарский край, Ставропольский край, город федерального значения Санкт-Петербург и федеральные территории «Сириус». Цель данного эксперимента вполне понятна и ясна – создание дополнительного источника финансирования, восстановление и комплексное развитие туристической сферы на указанных территориях и, конечно же, оценка эффективности проводимого эксперимента.

Реализация поставленных целей курортного сбора обеспечивалась уплатой сборов туристами при посещении указанных в законе территорий и проживающих в объектах размещения более 24 часов. Средства, уплаченные за посещение установленной туристической зоны, обладают целевым характером и идут на финансирование реконструкции, строительных работ, благоустройство и ремонт курортной инфраструктуры.

В пункте 1 статьи 2 Федерального закона от 29.07.2017 № 214-ФЗ законодатель установил срок проведения эксперимента до 31 декабря 2024 года. Таким образом, на данный момент действие установленного эксперимента уже окончено. Однако с 01.01.2025 Налоговый кодекс Российской Федерации претерпел изменения, и Федеральный закон № 214-ФЗ трансформировался в Главу 33.1. Налогового кодекса РФ Туристический налог. Переход от курортного сбора, который ранее являлся неналоговым платежом, к туристическому налогу, как указано в настоящей главе НК РФ, стал результатом переосмысления правовой природы обязательного платежа и итогов эксперимента, проводившегося с 2017 по 2024 год.

По итогам проводимого эксперимента обнаружился ряд существенных недостатков. К таким недостаткам можно отнести то, что курортный сбор имел неналоговую природу, хотя фактически обладал большинством признаков налога: обязательностью, публично-правовым характером, безвозмездностью и установленным государством порядком взимания.

Подобная двойственность правовой природы лишь порождала всё новые, и новые дискуссии в научных кругах.

Во-вторых, обязанность по исчислению и взиманию сбора была возложена на операторов курортного сбора – это гостиницы, санатории и иные

средства размещения [3]. Камнем преткновения в этом плане являлось то, что контроль осуществлялся вне системы налогового администрирования, что увеличивало административную нагрузку на субъекты, на которых была возложена обязанность исчисления курортного сбора с последующим перечислением денежных средств в бюджет соответствующего субъекта РФ.

В-третьих, всё осложнялось и тем, что плательщиками являлись непосредственно физические лица, вследствие чего возникали проблемы с надлежащим исчислением и взысканием платежа, а также при применении возможных льгот.

На сегодняшний момент согласно главе 33.1. НК РФ плательщиками туристического налога являются исключительно юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Также важно указать, что туристический налог является местным налогом, который устанавливается нормативными правовыми актами представительных органов муниципальных образований (федеральной территории «Сириус»), а в городах федерального значения: Москве, Санкт-Петербурге и Севастополе – законами этих субъектов Российской Федерации и обязателен к уплате на территории этих муниципальных образований (федеральной территории «Сириус») и указанных субъектов Российской Федерации.

Также ФНС России на своем сайте обозначила что «Объектом налогообложения признается оказание услуг по предоставлению мест для временного проживания физических лиц в средствах размещения, принадлежащих налогоплательщику на праве собственности или на ином законном основании, расположенных на территории муниципального образования (на территориях городов федерального значения: Москвы, Санкт-Петербурга и Севастополя, федеральной территории «Сириус») и включенных в реестр классифицированных средств размещения, предусмотренный Федеральным законом от 24.11.1996 № 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» [2].

А также, что «для целей исчисления туристического налога за налоговые периоды 2025 и 2026 гг. исполнительно-распорядительный орган муниципального образования (уполномоченный орган исполнительной власти городов федерального значения: Москвы, Санкт-Петербурга или Севастополя, исполнительно-распорядительный орган федеральной территории «Сириус») вправе направить в налоговый орган по соответствующему субъекту

Российской Федерации сведения о расположенных на его территории средствах размещения с одновременным направлением этих сведений в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации, уполномоченный на осуществление регионального государственного контроля (надзора) в сфере туристской индустрии, и в территориальный орган федерального органа исполнительной власти, уполномоченного Правительством Российской Федерации на организацию формирования и ведения единого реестра объектов классификации в сфере туристской индустрии».

Таким образом, переход от курортного сбора к туристическому налогу следует рассматривать как закономерный этап совершенствования российского налогового законодательства [5]. Включение соответствующего платежа в Налоговый кодекс РФ позволило устранить правовую неопределенность, обеспечить единообразие правового регулирования и распространить на него общие принципы налогового администрирования. Представляется, что действующая модель обладает большей правовой определенностью и способствует повышению эффективности налогового контроля, снижению административных издержек и укреплению финансовой самостоятельности муниципальных образований. Вместе с тем окончательная оценка эффективности туристического налога будет возможна лишь после формирования устойчивой правоприменительной практики и анализа его влияния на развитие туристической отрасли и доходную базу местных бюджетов.

Как уже отмечалось выше, туристический налог применяется во многих странах мира, и в связи с этим хотелось бы сравнить правовой опыт Италии относительно туристического налога.

Италия по праву считается одним из государств, оказавших наибольшее влияние на развитие института туристического налогообложения в Европе. Современная модель *imposta di soggiorno* (налога на проживание, туристического налога) является результатом длительной эволюции законодательства, начавшейся еще в начале 20 века и продолжающейся по настоящее время. Как отмечает итальянский исследователь Giorgio Beretta, впервые возможность введения подобного платежа была закреплена еще Законом от 11 декабря 1910 г. № 863, предусматривавшим право отдельных муниципалитетов взимать налог с лиц, прибывающих на отдых и лечение в курортные местности. Впоследствии сфера применения данного платежа была существенно расширена в 1938 году, однако в конце 1980-х годов налог был отменен в рамках реформирования системы местных финансов.

Возвращение туристического налога в итальянскую правовую систему произошло значительно позже. Как отмечает Giorgio Beretta, современный этап развития налога начинается с принятия Законодательного декрета № 23 от 14 марта 2011 года («О муниципальном налоговом федерализме») [8]. Статья 4 указанного декрета вновь предоставила муниципальным образованиям право самостоятельно вводить туристический налог в отношении лиц, размещающихся в гостиницах и иных средствах размещения. При этом законодатель связал введение данного налога с проводимой в Италии реформой финансового федерализма, целью которой являлось расширение финансовой самостоятельности органов местного самоуправления и создание дополнительных источников доходов местных бюджетов.

По мнению Agostino Ennio La Scala, именно концепция финансового федерализма стала определяющим фактором формирования современной модели туристического налога. Автор указывает, что налог был задуман не только как источник бюджетных поступлений, но и как инструмент реализации принципа финансовой автономии муниципалитетов. При этом органы местного самоуправления получили возможность самостоятельно определять необходимость введения налога, размеры ставок, категории льготников и порядок его применения с учетом особенностей конкретной территории. Такая модель позволила учитывать различную туристическую привлекательность отдельных муниципалитетов и обеспечила большую гибкость налогового регулирования.

Вместе с тем уже первые годы применения налога выявили существенные недостатки действующего законодательства. Наиболее подробно данные проблемы были исследованы Giorgio Beretta, который отмечает отсутствие единообразного национального регулирования [8]. По мнению автора, законодатель фактически предоставил муниципалитетам чрезмерно широкие полномочия, вследствие чего в различных городах Италии сложились существенно отличающиеся модели взимания туристического налога. Различия касались порядка определения налоговой базы, размеров ставок, предоставления льгот, сроков уплаты и обязанностей средств размещения. Такая фрагментарность правового регулирования отрицательно сказалась на единообразии правоприменительной практики и породила многочисленные научные дискуссии относительно правовой природы данного платежа.

Особое внимание итальянские юристы уделяли определению правового статуса владельцев гостиниц и иных средств размещения. Так, Giuseppe Scanu

отмечал, что именно неопределенность статуса гостиниц стала одной из наиболее серьезных проблем функционирования туристического налога. На практике муниципалитеты по-разному определяли обязанности владельцев гостиниц, что приводило к возникновению вопросов относительно их участия в налоговых правоотношениях, а также объема ответственности за неисполнение обязанностей по перечислению денежных средств в местные бюджеты.

Развитие судебной практики по указанному вопросу подробно исследовала Patrizia Accordino. Автор указывает, что на протяжении длительного времени в Италии отсутствовал единый подход к определению статуса владельца гостиницы. В различных судебных решениях он рассматривался как налоговый агент, ответственное лицо либо субъект, выполняющий исключительно технические функции по сбору денежных средств. Лишь последовательное развитие законодательства и практика Кассационного суда Италии (Corte Suprema di Cassazione) позволили сформировать более определенный подход к правовому положению операторов средств размещения, однако, по мнению исследователя, отдельные проблемы правового регулирования сохраняются и в настоящее время.

Значительный интерес представляет исследование Laura Conti, Elena Gennari, Fabio Quintiliani, Roberto Rassu и Elena Sceresini, посвященное практике применения туристического налога итальянскими муниципалитетами [9]. Авторы отмечают, что после реформы 2011 года налог получил широкое распространение прежде всего в наиболее посещаемых туристами городах страны. При этом вероятность введения туристического налога напрямую зависела от туристической привлекательности муниципального образования, а также от финансовой заинтересованности местных органов власти в дополнительных бюджетных поступлениях. Исследование показало, что поступления от туристического налога стали важным источником финансирования мероприятий по развитию туристической инфраструктуры, содержанию объектов культурного наследия и благоустройству территорий.

Таким образом, анализ итальянской научной литературы позволяет сделать вывод, что современный туристический налог в Италии сформировался как элемент системы муниципального финансового федерализма. Его развитие сопровождалось постепенным расширением налоговой автономии муниципалитетов, совершенствованием механизмов налогового администрирования и поиском оптимального соотношения между интересами государства, органов местного самоуправления, средств размещения и

туристов. Итальянский опыт представляет значительный интерес для российского законодателя, поскольку демонстрирует как преимущества передачи туристического налога на муниципальный уровень, так и риски чрезмерной децентрализации правового регулирования, способной привести к неоднородности правоприменительной практики и возникновению правовой неопределенности.

Исследование российского и итальянского законодательства позволяет констатировать, что обе правовые системы рассматривают туристический налог в качестве одного из инструментов финансового обеспечения развития туристической инфраструктуры. Несмотря на единство конечной цели, механизмы правового регулирования данного института сформировались под влиянием различных исторических и правовых предпосылок, что обусловило существенные отличия в его правовой конструкции.

Общим для обеих моделей является то, что поступления от туристического налога имеют целевую направленность и используются для решения задач, связанных с развитием туристической отрасли. Средства направляются на благоустройство территорий, модернизацию объектов туристической инфраструктуры, сохранение объектов культурного наследия, а также повышение качества услуг, оказываемых туристам. Кроме того, как в Российской Федерации, так и в Италии решение о введении соответствующего платежа принимается на местном уровне, что позволяет учитывать экономические и туристические особенности конкретной территории.

Однако подходы к распределению полномочий между государством и органами местного самоуправления существенно различаются. Российская модель основана на принципе централизованного нормативного регулирования. Все обязательные элементы туристического налога закреплены непосредственно в главе 33.1 Налогового кодекса Российской Федерации, тогда как компетенция муниципальных образований ограничивается введением налога на своей территории, определением налоговой ставки в пределах, установленных федеральным законодательством, а также предоставлением отдельных налоговых льгот. Подобная конструкция обеспечивает единообразное применение налогового законодательства на всей территории страны и способствует стабильности правоприменительной практики.

В Италии законодатель избрал иной путь. Как отмечают Giorgio Beretta и Agostino Ennio La Scala, современная модель туристического налога стала одним из элементов проводимой реформы финансового федерализма,

предусматривающей значительное расширение самостоятельности муниципальных образований [8]. В результате муниципалитеты получили широкие дискреционные полномочия при определении порядка применения туристического налога, размеров ставок, категорий льготников и иных условий его взимания. Вместе с тем столь высокий уровень муниципальной автономии привел к формированию различных моделей регулирования в отдельных городах Италии, что, по мнению исследователей, отрицательно сказалось на единообразии правового регулирования и вызвало многочисленные научные дискуссии.

Существенные различия прослеживаются и в определении субъектного состава налоговых правоотношений. Российский законодатель, анализируя результаты эксперимента по введению курортного сбора, отказался от конструкции, при которой обязанность по внесению обязательного платежа непосредственно возлагалась на физических лиц, а средства размещения исполняли функции операторов по его взиманию. В действующей редакции главы 33.1 Налогового кодекса РФ налогоплательщиками признаются организации и индивидуальные предприниматели, оказывающие услуги по временному размещению граждан [1]. Такой подход позволил интегрировать туристический налог в общую систему налогового администрирования и существенно упростить контроль исполнения налоговых обязанностей.

В Италии вопрос о правовом положении владельцев гостиниц и иных средств размещения длительное время оставался дискуссионным. Giuseppe Scanu обращает внимание на отсутствие четкого законодательного определения их статуса, вследствие чего муниципальные органы и судебная практика по-разному квалифицировали объем их обязанностей. Дальнейшее развитие данной проблемы подробно анализирует Patrizia Accordino, которая указывает, что лишь многочисленные решения Кассационного суда Италии позволили сформировать относительно устойчивый подход к определению правового положения операторов средств размещения. Однако даже на современном этапе отдельные вопросы распределения обязанностей между участниками налоговых правоотношений продолжают оставаться предметом научной полемики.

Следует учитывать и различия в историческом развитии рассматриваемого института. Итальянский туристический налог формировался на протяжении более ста лет, пережив периоды введения, отмены и повторного законодательного закрепления. Современная модель стала результатом

постепенного совершенствования правового регулирования и адаптации к принципам муниципального финансового федерализма. Российская модель развивалась значительно быстрее. Законодатель первоначально реализовал эксперимент с курортным сбором, предусмотренный Федеральным законом № 214-ФЗ, а после анализа результатов отказался от неналоговой конструкции обязательного платежа, закрепив туристический налог непосредственно в Налоговом кодексе Российской Федерации. Такой подход свидетельствует о последовательном использовании механизма правового эксперимента при разработке новых институтов налогового права.

Проведенное сравнение позволяет сделать вывод о том, что российская модель туристического налога во многом учитывает зарубежный опыт, однако не копирует его, а адаптирует к особенностям отечественной налоговой системы. Если итальянское законодательство делает акцент на широкой финансовой самостоятельности муниципалитетов, то российский законодатель отдает приоритет единообразию налогового регулирования и централизованному определению основных элементов налогообложения. Представляется, что такой подход обеспечивает более высокий уровень правовой определенности и предсказуемости правоприменительной практики.

В то же время опыт Италии показывает целесообразность дальнейшего совершенствования механизмов использования поступлений от туристического налога, прежде всего в части их целевого расходования, на развитие туристической инфраструктуры и повышение инвестиционной привлекательности муниципальных образований. Именно сочетание стабильного федерального регулирования и эффективной реализации налоговых доходов на местном уровне может стать одним из ключевых направлений дальнейшего развития российского института туристического налога.

Список литературы

1. Налоговый Кодекс РФ : федер. закон от 31.07.1998 № 146-ФЗ : ред. от 26.06.2026 // Российская газета. 1998. № 148-149. Доступ из справ.-правов. системы «КонсультантПлюс».
2. Об основах туристской деятельности в РФ : федер. закон от 24.11.1996 № 132-ФЗ : послед. ред. // Российская газета. 1996. № 231. Доступ из справ.-правов. системы «КонсультантПлюс».

3. Александрова Ж.П., Каломбо М.В.И. Особенности применения курортного сбора // Вестник НГИЭИ. 2019. № 10. С. 28–38.
4. Джанджугазова Е.А. Курортный сбор в фокусе общественной дискуссии // Российские регионы: взгляд в будущее. 2018. № 5. С. 99–113.
5. Евсикова Е.В. Курортный сбор в системе налогов и сборов Российской Федерации // Юридический вестник Дагестанского государственного университета. 2018. № 2. С. 83–91.
6. Комарова Н.Е. Ожидаемые изменения в установлении курортного сбора в РФ // Economics. 2016. № 12. С. 17–21.
7. Цельникер Г.Ф., Мавринская Т.В. Перспективы взимания курортного сбора в республике Крым, Алтайском, Краснодарском и Ставропольском краях // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 12-2. С. 154–157.
8. Giorgio B.L. Imposta di soggiorno: amnesie legislative ed esigenze di riforma // Università Carlo Cattaneo – LIUC. Castellanza. 2017. № 3. P. 1–32. URL: <https://biblio.liuc.it/wp/wp3/wp3.pdf> (accessed 03.08.2026).
9. L'imposta di soggiorno nei Comuni italiani / Laura Conti, Elena Gennari, Fabio Quintiliani, Roberto Rasso, Elena Sceresini. Roma : Banca d'Italia. ISSN 1972-6643. № 453. 2018. URL: https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2018-0453/QEF_453_18.pdf?language_id=1%26 (accessed 03.08.2026).

© Матвеева М.В.

УДК 342.92

**АДМИНИСТРАТИВНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ
ЗА ПРАВОНАРУШЕНИЯ В СФЕРЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ ПРАВОПРИМЕНЕНИЯ**

Павлов Анатолий Петрович

кандидат юридических наук, доцент,

доцент кафедры публичного права

и национальной безопасности

Уральский институт управления – филиал РАНХиГС

при Президенте РФ, г. Екатеринбург

Аннотация: в статье рассматриваются проблемы административной ответственности за правонарушения в сфере экономической безопасности, внешнеэкономической деятельности России на современном этапе, в условиях санкций Запада, специальной военной операции ВС РФ против ВС Украины.

Ключевые слова: Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (2021г.), национальная безопасность, экономическая безопасность, административная ответственность, административные правонарушения, юридические лица, внешнеэкономическая деятельность, нарушения таможенных правил.

**ADMINISTRATIVE LIABILITY FOR OFFENSES IN THE SPHERE
OF NATIONAL SECURITY: PROBLEMS OF LAW ENFORCEMENT**

Pavlov Anatoly Petrovich

Abstract: The article examines the problems of administrative responsibility for offenses in the sphere of national defense on issues of economic security, foreign economic activity of Russia at the present stage, in the context of Western sanctions, a special military operation of the RF Armed Forces against the Armed Forces of Ukraine.

Key words: National Security Strategy of the Russian Federation (2021), national security, economic security, administrative liability, administrative offenses, legal entities, foreign economic activity, violations of customs regulations.

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации является «базовым документом стратегического планирования, определяющим национальные интересы и стратегические национальные приоритеты Российской Федерации, цели и задачи государственной политики в области обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу» [6].

Национальная безопасность Российской Федерации — состояние защищенности национальных интересов Российской Федерации от внешних и внутренних угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод граждан, достойные качество и уровень их жизни, гражданский мир и согласие в стране, охрана суверенитета Российской Федерации, ее независимости и государственной целостности, социально-экономическое развитие страны [6].

Национальная безопасность включает в себя оборону страны и все виды безопасности, предусмотренные Конституцией Российской Федерации и законодательством Российской Федерации, прежде всего государственную и общественную, информационную, экологическую, экономическую и другие виды безопасности.

В экономической безопасности в условиях более 25000 санкций Запада, дедолларизации и вынужденной делогистизации важную роль играет внешнеэкономическая деятельность. Важной задачей государства и таможенных органов является оказание содействия внешней торговле с учетом соблюдения национальных экономических интересов, а также недопущение возникновения конфликтных ситуаций.

Угрозой экономической безопасности Российской Федерации в современных условиях является сложившаяся практика правоохранительной деятельности таможенных органов по привлечению к административной ответственности юридических лиц за нарушения таможенных правил [8]. За последние годы (2020-2025 гг.) количество юридических лиц, привлеченных в рамках выявления и предотвращения угроз экономической безопасности, выросло с 64 194 до 72 765, однако процент привлеченных юридических лиц от общего числа (2020 г. — 56%, 2025 г. — 43,1%) снизился, что указывает на

более избирательный подход к привлечению, несмотря на рост абсолютных показателей. Миллиарды рублей штрафов в отношении юридических лиц подрывают финансовую основу деятельности участников внешне-экономической деятельности. В рамках возбужденных дел об административных правонарушениях только в 2025 году взыскано административных штрафов на сумму 2,6 млрд рублей (3,8 млрд руб. - 2024г.). В уполномоченные органы передано имущество общей стоимостью более 8 млрд рублей (6 млрд руб. - 2024г.).

Федеральный закон от 26 марта 2022 г. N 70-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях», затрагивает также компетенцию таможенных органов [4].

Письмо ФТС России, Министерства финансов Российской Федерации от 11 апреля 2022 г. N 01-11/19860 «О направлении разъяснений» рекомендует [8]:

Статья 2.1 КоАП РФ была дополнена частью 4, которой установлены особенности привлечения юридического лица к ответственности за совершение одного и того же административного правонарушения.

Новелла предусматривает, что юридическое лицо не привлекается к ответственности при соблюдении в совокупности следующих условий:

если за совершение АП привлечены его должностное лицо или иной работник либо единоличный исполнительный орган, имеющий статус юридического лица;

если таким юридическим лицом были приняты все предусмотренные законодательством Российской Федерации меры для соблюдения правил и норм, за нарушение которых установлена ответственность [2].

«...юридическое лицо может быть привлечено к ответственности, если в его деянии установлена вина. Данная правовая конструкция не позволяет освобождать от ответственности виновное юридическое лицо».

Планом первоочередных действий по обеспечению развития российской экономики в условиях внешнего санкционного давления (пункт 6.5) был предусмотрен ряд мер, направленных на либерализацию административной ответственности за правонарушения, в том числе за нарушения таможенных правил.

Таможенные органы в 2022 году смягчали наказание за административные правонарушения на фоне санкций и назначали более мягкое наказание для организаций и предпринимателей за административные

правонарушения (АП) почти по 44 тыс. дел, что на 40% больше, чем годом ранее».

Большая часть из 44 тысяч дел - это замена штрафа на предупреждение (39,5 тыс.). За совершение нескольких однородных правонарушений вынесено около 3,5 тыс. постановлений о назначении одного наказания. Еще по 690 делам назначен минимальный штраф из предусмотренных административным кодексом. Еще более чем по 10 тысячам постановлениям граждане и бизнес воспользовались скидкой на штраф в 50%, сэкономяв 327 млн рублей [9].

Таблица 1

**Правоохранительная деятельность таможенных органов РФ
за 2020-2025 гг. [6]**

Периоды	Внешнеторговый оборот РФ, млрд. долларов	Перечислено в федеральный бюджет ФТС РФ, трлн. руб.	Количество административных правонарушений / уголовных дел	Количество привлеченных к административной ответственности юридических лиц / в % от общего количества	Количество привлеченных к административной ответственности должностных лиц / в % от общего количества
2020	567,823	4,7518	114547/2000	64 194 / 56	14 209 / 12,4
2021	798	7,156	136818/2041	72 730 / 52,4	н/д
2022	850,5	6,2	146936/1847	73 648 / 50	17 088 / 12,3
2023	710,2	6,6229	156104/1822	71 325 / 50	н/д
2024	716,9	7,349	166366/1914	75 142 / 45	21 193 / 12,7
2025	697,3	5,911	168634/1848	72 765/43,1	20 341 /12,1

Анализ правоохранительной деятельности таможенных органов России за последние годы показывает постоянный рост количества административных правонарушений, в том числе совершенных юридическими лицами, несмотря даже на снижение внешнеторгового оборота за 2023-2025 гг.

Данный анализ показывает, что назрела необходимость существенной корректировки общих положений КоАП РФ, регламентирующих принципы и основания административной ответственности, изменения самой концепции административной ответственности, в плане трансформации ее из орудия чрезмерного давления на граждан и, особенно на юридических лиц, в цивилизованное правовое средство охраны нарушенных прав и законных

интересов государства, общества, граждан, предупреждения новых правонарушений.

В большей степени таможенные органы используют привлечение юридических лиц к административной ответственности за нарушение таможенных правил, так как суммы взысканных штрафов с юридических лиц (от ½ до 3 размеров таможенной стоимости товаров, от ½ до 2 размеров суммы подлежащих уплате таможенных пошлин, налогов с конфискацией товаров), превышает в несколько десятков раз сумм штрафов с должностных лиц (от 5000 до 20 000 рублей). Суммы взысканных штрафов с юридических лиц (от ½ до 3 размеров таможенной стоимости товаров, от ½ до 2 размеров суммы подлежащих уплате таможенных пошлин, налогов с конфискацией товаров), превышает в несколько десятков раз сумм штрафов с должностных лиц (от 5000 до 20 000 рублей).

Наибольшее количество дел об административных правонарушениях возбуждается в связи с нарушениями, предусмотренными главой 16 КоАП РФ, из них больше всего за незаконное перемещение, недостоверное декларирование товаров и транспортных средств (статьи 16.1, 16.2, 16.3, 16.4 КоАП РФ) [5]; (статьи 16.1, 16.2, 16.3, 16.4 КоАП РФ) [9].

Следует отметить рост количества привлеченных юридических лиц за недостоверное декларирование классификационного кода товара по ТН ВЭД ЕАЭС при оформлении недавно изобретенных товаров (квадрокоптеры, роботы-пылесосы и т.д.), таможенной стоимости товаров в отношении выбранного метода ее определения, страны происхождения товаров в отношении предоставления тарифных преференций.

Недостоверное декларирование кода товара по ТН ВЭД ЕАЭС в большей степени можно объяснить низким уровнем подготовки декларантов, стремлением уклониться от уплаты таможенных платежей и снизить затраты на таможенную очистку. Как правило, таможенные органы привлекают в 50% случаев за нарушения таможенных правил к административной ответственности юридических лиц и только чуть более 12% должностных лиц (см., таблицу 1).

Привлекая юридических лиц к административной ответственности, таможенные органы руководствуются статьей 2.1 КоАП РФ, согласно которой юридическое лицо признается виновным в совершении административного правонарушения, если будет установлено, что у него имелась возможность для соблюдения правил и норм, за нарушение которых КоАП РФ предусмотрена

административная ответственность, но данным лицом не были приняты все зависящие от него меры по их соблюдению [9].

Решение Арбитражного суда Свердловской области по делу № А60-38129/2023 от 01.09.2023 уточняет этот вопрос в сфере ВЭД: «Исходя из характера предпринимательской деятельности, осуществляемой самостоятельно на свой риск и под свою ответственность, лицо обязано проявлять необходимую степень заботливости и осмотрительности и не допускать действий, которые могут быть квалифицированы противоправными. Профессиональный участник внешнеэкономической деятельности, осуществляющий деятельность в сфере таможенного дела должен предвидеть возможность наступления негативных последствий в виде заявления недостоверных сведений о классификационном коде товара по ТН ВЭД ЕАЭС и принять все необходимые меры, исключающие наступление таких последствий, в виде проверки декларации на товары и указанных в ней сведений перед подачей таможенному органу» [7].

Могло ли юридическое лицо избежать подобной ситуации? Согласно статье 18 Федерального закона «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 N 289-ФЗ «...федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по контролю и надзору в области таможенного дела, или иной таможенный орган, определяемый федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в области таможенного дела, по заявлению заинтересованного лица принимает предварительное решение о классификации товаров в соответствии с Товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности в соответствии со статьями 23-27 Таможенного кодекса ЕАЭС» [3].

При этом госпошлина за принятие предварительных решений по классификации товаров по единой Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Таможенного союза предусмотрена в размере 5 000 рублей в соответствии с главой 25.3. НК РФ (часть вторая) [1].

С 1 января 2026 года на базе Центрального таможенного управления начал функционировать Центр предварительных решений о классификации товаров. Иные региональные таможенные управления сохранили полномочия по рассмотрению заявлений о принятии предварительных решений, поступивших к ним до 31 декабря 2025 г.

Создание Центра призвано обеспечить формирование единых подходов к процессу предоставления государственной услуги, а также единообразию принятия всех решений о классификации товаров.

В целях подготовки к началу функционирования Центра внесены изменения в ст. 18 Федерального закона от 3 августа 2018 г. № 289-ФЗ в части предоставления государственной услуги исключительно в электронном виде Федеральным законом от 27 октября 2025 г. № 383-ФЗ [4].

С 27 ноября 2025 г. подача заявлений стала возможной только в электронной форме через Единый портал государственных и муниципальных услуг или Личный кабинет участника ВЭД.

Предоставление гос. услуги полностью в электронном виде позволит сократить время на формирование заявления и его доставку до уполномоченного таможенного органа, а также снизить количество отказов в предоставлении гос. услуги.

Назрела необходимость существенной корректировки общих положений КоАП РФ, регламентирующих принципы и основания административной ответственности, изменения самой концепции административной ответственности, в плане трансформации ее из орудия чрезмерного давления на юридических лиц, в цивилизованное правовое средство охраны нарушенных прав и законных интересов государства, общества, граждан, предупреждения новых правонарушений.

Определить основания административной ответственности юридических лиц, уточнить формулу вины юридического лица в совершении административного правонарушения, а также ввести правило о недопустимости привлечения юридического лица к административной ответственности за неисполнение (ненадлежащее) исполнение обязанностей, возложенных законом или иным нормативным правовым актом не на само юридическое лицо, а на его руководителей или иных работников, должностных лиц.

Список литературы

1. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть вторая // Собрание законодательства Российской Федерации. 1998. N 31. Ст. 3824.
2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 г. N 195-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2002. N 1 (часть I). Ст. 1.

3. Федеральный закон от 3 августа 2018 г. N 289-ФЗ «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2018. N 32 (часть I). Ст. 5082.

4. Федеральный закон от 26 марта 2022 г. N 70-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» // Российская газета. 2022. 29 марта.

5. Федеральный закон от 27.10.2025 № 383-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Российская газета. 2025. 30 октября.

6. Указ Президента РФ от 02.07.2021 N 400 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/ (дата обращения: 25.09.2025 г.)

7. Решение Арбитражного суда Свердловской области по делу № А60-38129/2023 от 01.09.2023 / URL: https://kad.arbitr.ru/Document/Pdf/7dde4b9f-bdbb-4bba-80b8-127cdb377628/e3b93b49-5f2b-46ae-a0a1-76afba19e767/A60-38129-2023_20230901_Reshenija_i_postanovlenija.pdf?isAddStamp=True (дата обращения: 11.10.2025).

8. Письмо ФТС России Министерства финансов Российской Федерации от 11 апреля 2022 г. N 01-11/19860 «О направлении разъяснений». URL: <https://www.alta.ru/tamdoc/22p19860/> (дата обращения - 12.09.2025 г.).

9. Показатели правоохранительной деятельности таможенных органов российской федерации. URL: <https://customs.gov.ru/activity/pravooxranitel-naya-deyatel-nost-/informacziya-upravleniya-tamozhennyx-rassledovaniy-i-doznaniya/document/674833> (дата обращения: 10.03.2026 г.).

© Павлов А.П.

**СЕКЦИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

СИСТЕМА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ И МЕХАНИЗМЫ ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Нетикова Алена Сергеевна
Сластина Анастасия Руслановна
студенты

Научный руководитель: **Токарь Елена Викторовна**
д.э.н., профессор
АНО ВО «БУКЭП»

Аннотация: В настоящее время система экономической безопасности России определяет вызовы, цели и задачи государственной политики. Реализация целей призвана защитить национальные интересы и обеспечить устойчивое развитие страны. Авторы приводят различные взгляды на определения «экономическая безопасность». Выражая авторскую позицию, понятия «экономическая безопасность страны», «система экономической безопасности» рассмотрены с позиции защиты суверенитета государства. Выделены приоритетные стратегические цели экономической безопасности, обозначены угрозы, под воздействием которых происходит развитие системы экономической безопасности России. Авторами рассмотрен механизм обеспечения экономической безопасности России. В заключение обозначена роль механизма обеспечения экономической безопасности России.

Ключевые слова: экономическая безопасность, экономическая безопасность страны, система экономической безопасности, стратегические цели.

THE SYSTEM OF ECONOMIC SECURITY IN RUSSIA: STRATEGIC GOALS AND MECHANISMS FOR THEIR ENSURING

Netikova Alyona Sergeevna
Slastina Anastasia Ruslanovna
Scientific adviser: **Tokar Elena Viktorovna**

Abstract: Currently, Russia's economic security system defines the challenges, goals, and objectives of state policy. The implementation of these goals is

aimed at protecting national interests and ensuring the country's sustainable development. The authors present various perspectives on the definition of «economic security». Expressing the author's position, the concepts of «the country's economic security» and «the economic security system» are examined from the perspective of protecting the state's sovereignty. Priority strategic goals of economic security are identified, and the threats that influence the development of Russia's economic security system are outlined. The authors examine the mechanism for ensuring Russia's economic security. In conclusion, the role of the mechanism for ensuring Russia's economic security is outlined.

Key words: economic security, national economic security, economic security system, strategic goals.

В условиях внешних и внутренних вызовов система экономической безопасности помогает сохранять суверенитет и устойчивое развитие страны. Система экономической безопасности России направлена на создание условий, которые смогли бы выстроить долгосрочную сбалансированную стратегию развития страны. При этом система не статична – её нужно постоянно адаптировать к новым вызовам (цифровизация, новые формы санкций, глобальные тренды).

П.Г. Исаева, З.Г. Мисриханова отмечают, что «на сегодняшний день уровень экономики и её развитие дошли до того, что ключевое внимание обращено на экономическую безопасность. Это касается не только отдельных организаций, компаний, но и в целом национальной экономики государства» [5].

Авторы подчёркивают, что в основу построения модели развития стабильного и успешного государства должны быть положены различные способы и методы, которые подкреплены поддержкой со стороны органов государственной власти.

В настоящее время экономическая литература имеет достаточное количество исследований понятия «экономическая безопасность». Рассмотрим некоторые из них.

Габдрахманов А., Бацаева О. определяют экономическую безопасность как «состояние национального хозяйства, способное обеспечивать постепенное

развитие общества, его финансовую, социально-политическую стабильность, высокую обороноспособность в обстоятельствах воздействия отрицательных внешних и внутренних факторов, результативное управление, обеспечение экономических интересов на всех уровнях» [3].

Понятие, приведённое А. Габдрахмановым, О. Бацаевой, более конкретизировано относительно «экономической безопасности» по сравнению с понятием, приведённым И. А. Евдокимовым, которое, на наш взгляд, более многогранно.

По И.А. Евдокимову: «Экономическая безопасность является сферой научного знания, в контексте которой изучается состояние экономики, при которой гарантируется устойчивый рост экономических показателей, эффективное удовлетворение экономических потребностей населения, защита интересов государства на национальном и международном уровнях» [4].

Полное и закреплённое определение «экономической безопасности» отражено в Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года. Согласно стратегии, «экономическая безопасность – это состояние защищённости национальной экономики от внешних и внутренних угроз, при котором обеспечиваются экономический суверенитет страны, единство её экономического пространства, условия для реализации стратегических национальных приоритетов Российской Федерации» [2].

В работах А. Габдрахманова, О. Бацаева, И.А. Евдокимова так же, как в Стратегии экономической безопасности Российской Федерации, при определении экономической безопасности указано на состояние, при котором должны быть обеспечены интересы на всех уровнях развития государства.

На наш взгляд, целесообразным считается подход, при котором экономическую безопасность рассматривают с позиции защиты суверенитета государства. Поэтому дальнейшее исследование экономической безопасности России будет представлено с учётом целей обеспечения его экономического развития.

Г.Е. Крохичева, К.Д. Тупакова, В.Н. Срапян определяют следующее: «Система экономической безопасности России – это состояние, при котором экономические процессы в стране обеспечивают стабильность и процветание, а также защищены от внутренних и внешних угроз» [6].

Авторы отмечают, что меры, направленные на защиту экономических интересов в стране, должны способствовать защите от экономических кризисов, поддерживать стабильность и наращивать конкурентоспособность на мировом уровне, а также обеспечивать защиту национальных интересов и ресурсов.

Так, по мнению А.А. Руновой, «система экономической безопасности России – это комплекс взаимосвязанных элементов (подсистем), институтов и мер, направленных на защиту национальных экономических интересов, обеспечение экономического суверенитета, устойчивости и стабильного развития страны, а также противодействие угрозам» [7].

Г.Е. Крохичева, К.Д. Тупакова, В.Н. Срапян и А.А. Рунова, приводя определение системы экономической безопасности страны, делают акцент на защите страны от внутренних и внешних угроз. Выстроить эффективную защиту возможно посредством взаимосвязанных элементов, процессов и механизмов, способных своевременно выявить и предотвратить негативное влияние на экономическую безопасность России.

Система экономической безопасности России – это сложный механизм, который направлен на защиту национальной экономики от внутренних и внешних угроз. Успешная защита национальных интересов возможна с грамотно выстроенным механизмом, включающим различный набор методов и инструментов, призванных обеспечивать сохранность суверенитета государства и высоких темпов роста развития экономики. Стратегия экономической безопасности РФ на период до 2030 г., утверждённая Указом Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208, выступает нормативно-правовой базой, в которой отражаются стратегические цели и задачи, необходимые для устойчивого развития России [2].

С позиции системного подхода экономическую безопасность государства принято рассматривать как совокупность структурных элементов, взаимосвязанных между собой и направленных на эффективное управление государством [7].

Согласно Стратегии, цели задают вектор для всей государственной политики в данной сфере и служат основой для разработки конкретных задач и мер на федеральном, региональном и отраслевом уровнях. Их реализация призвана защитить национальные интересы и обеспечить устойчивое развитие страны (рис. 1).

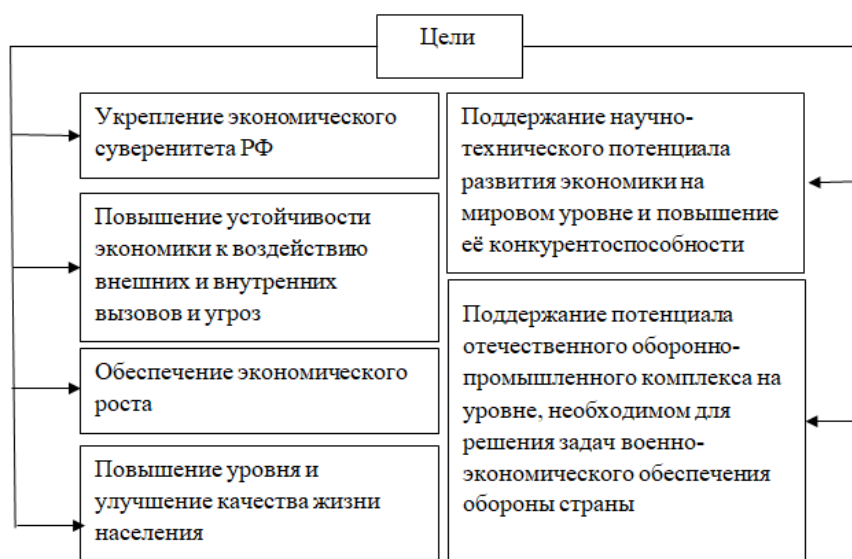


Рис. 1. Стратегические цели экономической безопасности России

Стратегические цели, в свою очередь, формируют задачи, которые группируются по направлениям деятельности в соответствии с вектором государственного развития. Инструменты и компоненты, посредством которых реализуются стратегические цели и задачи, формируют механизм, направленный на обеспечение экономической безопасности государства. Наличие качественно выстроенного механизма позволит своевременно выявлять угрозы экономической безопасности посредством сопоставления реальных условий, в которых функционирует государство с заданными целями. Внутренние и внешние угрозы экономической безопасности России представлены на рисунке 2.

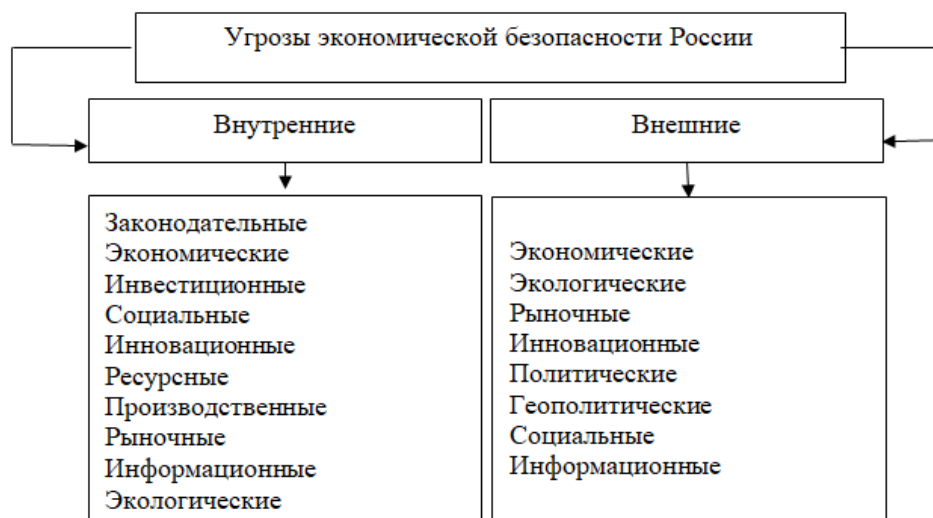


Рис. 2. Угрозы экономической безопасности России

Учитывая тот факт, что экономическая безопасность как явление – многогранная система, которая подвержена воздействию различных угроз, она формируется посредством влияния условий, в которых находится российская экономика в текущее время. Существенными факторами, оказывающими влияние на экономическую безопасность в настоящее время, выступают геополитические условия, инвестиционные риски и вопросы достаточного обеспечения ресурсами и недрами, а также экологическая обстановка.

В соответствии с целями стратегии возникает необходимость на постоянной основе оценивать внешние и внутренние факторы, которые могут привести экономику России в дестабилизирующее состояние. Своевременная оценка позволит предотвратить угрозы на стадии их зарождения. Для этого необходим качественно выстроенный механизм обеспечения экономической безопасности России. Компоненты, которые включает механизм, в совокупности должны защищать национальные интересы России, а также обеспечивать её финансовую устойчивость и независимость в соответствии со стратегическими целями (рис. 3).

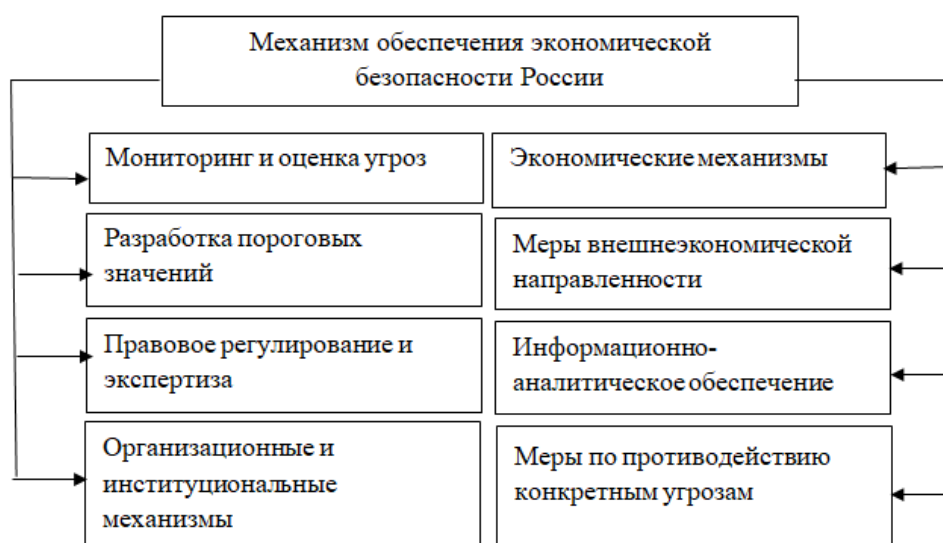


Рис. 3. Механизм обеспечения экономической безопасности России

Посредством регулярного мониторинга, сравнений с пороговыми значениями, совершенствованием законодательной базы, грамотного информационно-аналитического обеспечения выстраивается система защиты суверенитета РФ, способная противостоять негативному воздействию. В перспективе это способствует укреплению экономической и политической стабильности, повышению уровня и качества жизни граждан России.

Таким образом, система экономической безопасности России – это не статичная конструкция, а динамичный механизм, который постоянно адаптируется к новым вызовам. Её эффективность зависит от слаженной работы всех институтов власти, бизнеса и общества, а также от способности государства прогнозировать риски и своевременно принимать меры по их нейтрализации.

Список литературы

1. О безопасности: Федеральный закон от 28.12.2010г. № 390-ФЗ (ред. от 10.07.2023 г.) // Собрание законодательства РФ. – 2011. – № 1. – Ст. 2.
2. Указ Президента РФ от 13.05.2017 N 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216629/5aa1a122a2598d45187e5371ae9a93bd1a3fc6b2/ (дата обращения 26.06.2026).
3. Габдрахманов А. Сущность и подходы к определению экономической безопасности / А. Габдрахманов, О. Бацаева // CETERIS PARIBUS. – 2025. – №6. – С. 51–54. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/suschnost-i-podhody-k-opredeleniyu-ekonomicheskoy-bezopasnosti> (дата обращения 26.06.2026).
4. Евдокимов И.А. Понятие и особенности обеспечения экономической безопасности России в условиях глобального финансового кризиса / IN SITU. – 2022. – № 5. – С.48–52.
5. Исаева П.Г. Система экономической безопасности России: стратегические цели и механизмы их обеспечения / П.Г. Исаева, З.Г. Мисриханова // Journal of Monetary Economics and Management. – 2024. – № 9. – С. 252–264. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-ekonomicheskoy-bezopasnosti-rossii-strategicheskie-tseli-i-mehanizmy-ih-obespecheniya> (дата обращения 26.06.2026).
6. Крохичева Г.Е. Теоретические аспекты экономической безопасности / Г.Е. Крохичева, К.Д. Тупакова, В.Н. Срапян // Наука и мир. – 2023. – № 2. – С. 16–20.
7. Рунова А.А. Структурные элементы экономической безопасности и их характеристика / А.А. Рунова // Молодой учёный. – 2024. – № 47 (546). – С. 91–92. – URL: <https://moluch.ru/archive/546/119401> (дата обращения– 25.06.2026).

© Нетикова А.С., Сластина А.Р., 2026

**СЕКЦИЯ
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

СПЕЦИФИКА ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ САМООПРЕДЕЛЕНИЮ У ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМИ АКЦЕНТУАЦИЯМИ ХАРАКТЕРА

Мухина Юлдуз Робертовна

к. псих. н., доцент кафедры педагогики и психологии
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
социально-педагогический университет»

Аннотация: В современной психологии проблема профессионального самоопределения подростков по-прежнему актуальна. Описанное в статье исследование посвящено изучению готовности старших подростков к профессиональному самоопределению с учетом особенностей их акцентуации.

Ключевые слова: профессиональное самоопределение, готовность к профессиональному самоопределению, автономность, информированность, принятие решений, планирование, эмоциональное отношение, личная профессиональная перспектива.

SPECIFICS OF DEVELOPING READINESS FOR PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION IN ADOLESCENTS WITH VARIOUS CHARACTER ACENTUATIONS

Muhina Yulduz Robertovna

Abstract: In modern psychology, the problem of adolescents' professional self-determination remains relevant. The study described in the article is devoted to examining the readiness of older adolescents for professional self-determination, taking into account the characteristics of their accentuation.

Key words: professional self-determination, readiness for professional self-determination, autonomy, awareness, decision-making, planning, emotional attitude, personal professional perspective.

В подростковом возрасте человеку нелегко разобраться в таком большом спектре своих личностных качеств, способностей и сделать социально и глубоко личностный выбор в профессиональном самоопределении.

Самостоятельный выбор профессии – это «второе рождение человека» (А.К. Осницкий). От того, насколько правильно и точно выбран жизненный путь, зависит общественная ценность человека, его место среди других людей, удовлетворенность работой, физическое и нервно-психическое здоровье, радость и счастье. Именно поэтому возникает необходимость исследовать особенности профессионального самоопределения современных подростков, начало которого связано с формированием у них готовности к этому ответственному шагу.

Готовность подростка к профессиональному самоопределению является комплексной личностной характеристикой, отражающей его осознанное отношение к выбору профессии, систему знаний о мире профессий и себя в профессиональном контексте, а также его практические умения и навыки принятия решений. По сути, в ней проявляется сформированность внутренней установки подростка на осознанное построение своего профессионального пути с учетом интересов, способностей, ценностей и реалий рынка труда. Большинство исследователей для оценки готовности к профессиональному самоопределению выделяют такие критерии, как автономность, информированность, принятие решений, планирование и эмоциональное отношение.

По критерию «Автономность» определяется степень независимости в делах и мыслях, характеризуется способностью человека брать на себя ответственность за свои решения. Основные характеристики, которыми обладает «автономный» человек: вычленение себя из мира людей; стремление реализовать возможность в практических действиях, иметь глубокие знания и навыки хотя бы в одной области; накопление опыта, умение прогнозировать профессиональный рост, инициатива и избирательность в реализации возможностей. Критерий «Информированность» характеризует уровень осведомленности о мире профессий и умение сопоставить знания о профессиях со своими способностями и возможностями, а критерий «Принятие решений» позволяет оценивать способность осознанно выбирать профессию, учитывая все факторы, взвешивать риски и брать на себя ответственность за выбор. Умение планировать свою профессиональную жизнь (критерий «Планирование») предполагает умение заранее определять порядок, последовательность действий для достижения цели. Период принятия решений, как и профессиональный путь, всегда связан с эмоциями, поэтому в ситуации профессионального самоопределения очень важным является эмоциональное

отношение к выбору профессии (критерий «Эмоциональное отношение»)
[1, с. 12–20].

На формирование готовности к профессиональному самоопределению подростков оказывает влияние целый комплекс внешних и внутренних факторов. К внешним факторам психологи относят мнение родителей, сверстников, учителей, престижность профессии, ситуацию на рынке труда, влияние интернета и СМИ. Внутренними факторами, определяющими готовность к профессиональному самоопределению, являются интересы, способности, ценностные ориентации, состояние самооценки, здоровья.

Актуальность проблемы готовности профессионального самоопределения у подростков объясняется тем, что их индивидуальные характеристики: установки, потребности, интересы, уровень притязаний, особенности интеллекта, особенности характера и другие личностные качества – оказывают значительное влияние на профессиональное самоопределение.

Теоретический анализ научной литературы показывает недостаточную, на наш взгляд, разработанность проблемы формирования готовности к профессиональному самоопределению старшего подростка с учетом особенностей его характера, в частности особенностей его акцентуации. «Акцентуации характера – это крайние варианты нормы, при которых отдельные черты характера чрезмерно усилены, вследствие чего обнаруживается избирательная уязвимость в отношении определенного рода психогенных воздействий при хорошей и даже повышенной устойчивости к другим» [2, с. 5]. Различают гипертимный, циклоидный, лабильный, астено-невротический, сензитивный, психастенический, шизоидный, эпилептоидный, истероидный, неустойчивый и конформный типы акцентуаций (см. таблицу 1).

Таблица 1

Типология акцентуаций

Тип акцентуации	Черты характера подростков
Гипертимный	Общительность, подвижность, склонность к озорству. Настроение чаще приподнятое. Вспыльчивые и конфликтные со взрослыми, родителями, педагогами. Мир увлечений разнообразный, но эти увлечения поверхностные и скоротечные. Склонность переоценивать свои способности. Излишняя самоуверенность. Хвастовство и стремление производить на окружающих впечатление.

Продолжение таблицы 1

Циклоидный	Повышенная раздражительность и склонность к апатии. Трудная переносимость даже незначительных неприятностей. Быстро и с раздражением реагируют на замечания со стороны родителей и педагогов. Циклические перепады в настроении: периодичность перепадов от приподнятого до подавленного настроения примерно две–три недели.
Лабильный	Изменчивое и непредсказуемое настроение, которое во многом определяет поведение и общение с окружающими. Зависимость от людей, которые могут приподнять их настроение и развлечь.
Астено-невротический	Повышенные: мнительность, капризность, утомляемость и раздражительность. Утомляемость часто проявляется при выполнении трудных задач. Яркой отличительной чертой является склонность к ипохондрии.
Сензитивный	Повышенная эмоциональная чувствительность. Предпочитают небольшие компании. Общительные только с хорошо известными им людьми, а в общении с малознакомыми людьми проявляют застенчивость и робость. Внешне замкнутые. Отмечаются трудности адаптации к сверстникам, а также «комплекс неполноценности».
Психастенический	Самоуверенность и при этом нерешительность. Отмечается раннее интеллектуальное развитие, склонность к самоанализу и размышлениям.
Шизоидный	Замкнутость, склонность к уединению, социальная дистанцированность. Неспособность понимать и разделять эмоции других людей. Склонность утаивать от окружающих свой внутренний мир, насыщенный фантазиями и увлечениями, из-за страха непонимания и насмешек.
Эпилептоидный	Аккуратность, пунктуальность, исполнительность. Сложность с быстрым переключением на новые задачи. Склонность к дисфории и к провоцированию окружающих. Стремление к доминированию и диктату.
Истероидный	Характерен эгоцентризм. Склонны к театральности, драматизации. Испытывают потребность в «зрителях», очень болезненно переживают отсутствие внимания со стороны окружающих.
Неустойчивый	Повышенная склонность к развлечениям. Слабая выраженность каких-либо серьезных интересов. Редко размышляют о будущей профессии.
Конформный	Готовность подчиняться любым авторитетам, большинству в группе. Склонность к морализаторству и консерватизму, стремление «быть, как все».

Акцентуации как временные состояния психики чаще всего наблюдаются в подростковом и юношеском возрасте и с возрастом сглаживаются.

Тип акцентуации свидетельствует о наличии проблемных мест, позволяя прогнозировать и предотвращать травмирующие ситуации, в том числе связанные с несоответствием типологических особенностей человека и выбранной профессиональной среды. Поэтому проблема профессионального самоопределения старшего подростка с учетом таких особенностей его характера, как акцентуации, очень важна.

В целях выявления особенностей формирования готовности к профессиональному самоопределению подростков с разными акцентуациями характера в группе обучающихся 9-х классов было проведено эмпирическое исследование. Этапы исследования: организационный, констатирующий, формирующий и контрольный. Возраст испытуемых – 15–16 лет. Выборка составила 96 человек. Испытуемые вошли в состав двух групп: контрольную и экспериментальную.

Подростки экспериментальной группы на формирующем этапе эксперимента занимались по программе «Тренинговые занятия по профессиональному самоопределению», составленной на основании программы А.П. Чернявской «Психологическое консультирование по профессиональной ориентации» [1, с. 37–87]. Общая цель программы: нахождение подростками своего образа «Я», приобретение умений, необходимых при выборе профессии и продвижение в процессе принятия решения о выборе профессии. В задачи программы входило: формирование профессиональной зрелости подростков, развитие стремления к получению новой информации и планированию предполагаемого места работы и определение соответствия между предпочтениями и способностями, интересами и активностью субъекта выбора. Всего было проведено по 12 занятий в 4-х подгруппах. Частота – 2 занятия в неделю. Время проведения каждого занятия – 1 час 30 минут.

Диагностический инструментарий эмпирического исследования составили: тест «Определение личностно-характерологических акцентуаций» К. Леонгарда, с помощью которого определяется тип акцентуации характера [3, с. 268–273]; методика на определение у подростка уровня его готовности совершить адекватный профессиональный выбор («Профессиональная готовность» А.П. Чернявская) [1, с. 88–93] и методика, направленная на определение уровня профессиональной готовности, – «Личная

профессиональная перспектива (ЛПП) Н.С. Пряжникова [4, с. 12–15]. Для оценки динамики показателей профессионального самоопределения у подростков две последние методики реализовались в ходе констатирующего и контрольного этапов эксперимента.

Диагностирование по методике К. Леонгарда показало, что в контрольную и экспериментальную группы вошли подростки с тревожно-педантичным (17%), лабильным (14,5%), демонстративным (12,5%), возбудимым (8%), гипертимным (10%), интровертированным (4%) и смешанным типами акцентуаций (23%), а также подростки (10%), у которых не были выявлены акцентуации. Результаты подростков «без акцентуаций» в ходе работы не учитывались, поэтому в дальнейшем расчеты осуществлялись на выборке 86 человек. Результат диагностирования по методикам А.П. Чернявской и Н.С. Пряжникова по всей группе подростков (N=86) представлен в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика акцентуаций у подростков (в %, N= 86)

Показатель	Уровни	Тип акцентуации						
		тре- возно- педан- тичный	ла- биль- ный	демон- стра- тивный	возбу- димый	гипер- тимный	интро- вертиро- ванный	сме- шанный тип
Актив- ность	низкий	6	14	0	12,5	0	25	27
	средний	69	21	67	62,5	70	75	54,5
	высо- кий	25	64	33	25	30	0	18
Инфор- миро- ванность	низкий	6	43	17	25	10	25	36
	средний	75	50	75	50	50	25	45
	высо- кий	19	7	8	25	40	50	18
Приня- тие ре- шений	низкий	19	14	8	0	10	0	18
	средний	44	28	33	50	60	50	45
	высо- кий	37	57	58	50	30	50	36
Плани- рование	низкий	6	7	8	12,5	10	25	9
	средний	31	28	50	50	50	50	36
	высо- кий	62,5	64	42	37,5	40	25	54,5

Продолжение таблицы 2

Эмоциональность	низкий	25	7	17	12,5	0	0	23
	средний	50	36	58	75	50	100	50
	высокий	25	57	25	12,5	50	0	27
Личная профессиональная перспектива	низкий	12,5	7	8	12,5	0	0	9
	средний	62,5	36	58	62,5	30	0	73
	высокий	25	57	33	25	70	100	18

Статистический анализ (метод определения t-критерия Стьюдента) не выявил значимых различий между контрольной и экспериментальной группами по количеству установленных типов акцентуаций у подростков ($p>0,05$). Также проведенный статистический анализ показал, что подростки с определенными типами акцентуации характера из контрольной и экспериментальной групп не отличаются по уровню личной профессиональной перспективы и степени сформированности субъектной позиции в профессиональном самоопределении ($p>0,05$).

Диагностика подростков обеих групп, проведенная в ходе контрольного этапа эксперимента, свидетельствует об изменениях результатов у подростков по обоим методикам, но результаты, полученные в экспериментальной группе, характеризуются более заметной положительной динамикой. В экспериментальной группе она отмечена: у подростков тревожно-педантичного типа акцентуации по показателю «Эмоциональность» (на 35%); у подростков лабильного типа акцентуации по показателям «Информированность» (на 25%), «Эмоциональность» (на 45%) и «Личная профессиональная перспектива» (на 45%); у подростков с демонстративным типом акцентуации по показателям «Активность» (на 30%), «Информированность» (на 47%) и «Эмоциональность» (на 35%). У подростков возбудимого типа акцентуации по показателю «Личная профессиональная перспектива» (на 43%); у подростков с гипертимным типом акцентуации по показателям «Активность» (на 25%) и «Принятие решения» (на 45%); у подростков с интровертированным типом акцентуации по показателям «Планирование» (на 25%) и «Принятие решения» (на 25%); у подростков смешанного типа акцентуации по показателям «Информированность» (на 17%), «Принятие решений» (на 35%), «Планирование» (на 20%), «Эмоциональность» (на 30%) и «Личная профессиональная перспектива» (на 43%).

Оценка степени достоверности изменений с использованием t-критерия Стьюдента для зависимых выборок, привлеченного к результатам подростков из контрольной и экспериментальной групп, показала, что статистически достоверные изменения отмечены в экспериментальной группе подростков: у подростков с тревожно-педантичным типом акцентуации – по показателю «Эмоциональность» ($p < 0,05$); у подростков с лабильным типом акцентуации – по показателям: «Эмоциональность» ($p < 0,001$), «Информированность» ($p < 0,05$) и «Личная профессиональная перспектива» ($p < 0,001$); у подростков с демонстративным типом акцентуации – по показателю «Информированность» ($p < 0,001$); у подростков со смешанным типом акцентуации – по показателям: «Принятие решения» ($p < 0,05$), «Эмоциональность» ($p < 0,05$), «Личная профессиональная перспектива» ($p < 0,001$). У подростков с возбудимым, гипертимным и интровертированным типами акцентуаций не выявлены достоверные различия, вероятно, в связи с тем что выборка в этих группах оказалась недостаточной для проведения математической статистики. В контрольной группе также обнаруживается достоверность изменений в показателях профессионального самоопределения, но эти результаты получены только относительно подростков с тревожно-педантичным типом акцентуации – по показателям: «Принятие решений» ($p < 0,05$), «Планирование» ($p < 0,05$); у подростков с лабильным типом акцентуации – по показателю «Принятие решений» ($p < 0,05$); у подростков со смешанным типом акцентуации – по показателям: «Принятие решений» ($p < 0,05$) и «Эмоциональность» ($p < 0,05$).

Таким образом, проведенное исследование показывает, что при организации психолого-педагогического сопровождения профессионального самоопределения старших подростков необходимо не только своевременное и умелое вмешательство в этот процесс со стороны родителей, педагогов и психологов, но крайне важен учет характерологических особенностей подростков.

Список литературы

1. Чернявская А.П. Психологическое консультирование по профессиональной ориентации. – М.: Изд-во ВЛАДОС – ПРЕСС, 2001. – 96 с. – (Психология для всех).

2. Личко А.Е. Акцентуации характера как концепция в психиатрии и медицинской психологии // Обозрение психиатрии и медицинской психологии им. В.М. Бехтерева. – 1993. – № 1. – С.5–17.

3. Фетискин Н.П., Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Н.П. Фетискин, В.В. Козлов, Г.М. Мануйлов. — Москва: Изд-во Ин-та Психотерапии, 2002. — 488 с. : ил., табл.

4. Пряжников Н.С. Самоопределение и профессиональная ориентация учащихся: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Н.С. Пряжников, Л.С. Румянцева. — М: Издательский центр «Академия», 2013. — 208 с. — (Сер. Бакалавриат).

© Мухина Ю.Р.

СЕКЦИЯ ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

И.Г. ПРЫЖОВ – ИСТОРИК УНИЖЕННЫХ И ОСКОРБЛЕННЫХ

Федорова Вера Ивановна

д.и.н., профессор

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
педагогический университет им. В.П. Астафьева»

Аннотация: В статье раскрывается вклад историка И.Г. Прыжова в изучение социальной истории. Утверждается, что он является пионером в исследовании субкультуры маргинальных слоев населения в необычном для науки своего времени дискурсе социальной девиации. В своих трудах он прослеживает формирование их структур, системы ценностей, норм и практик, показывает роль этих групп в российском пореформенном обществе. Анализ научного наследия историка помогает понять особенности социогенеза на стадии перехода к индустриальному обществу.

Ключевые слова: И.Г. Прыжов, маргинализация, социальная девиация, субкультура, юродивые, кабак, пьянство, социальные низы.

I.G. PRYZHOV – A HISTORIAN OF THE HUMILIATED AND INSULTED

Fedorova Vera Ivanovna

Abstract: The article reveals the contribution of the historian I.G. Pryzhov to the study of social history. It is claimed that he was a pioneer in researching the subculture of marginalized social strata in a discourse of social deviation that was unusual for the science of his time. In his works, he traces the formation of their structures, value systems, norms, and practices, and shows the role these groups played in Russian post-reform society. An analysis of the historian's scholarly legacy helps to understand the features of sociogenesis at the stage of transition to an industrial society.

Key words: I.G. Pryzhov, marginalization, social deviation, subculture, holy fools, tavern, drunkenness, social bottoms.

Иван Гаврилович Прыжов занимает особое место в российской исторической науке. Он посвятил свое научное творчество теме, которая для

других историков долгое время была табуирована, если не по цензурным причинам, то по морально-этическим и культурным. Кого в XIX в. могла привлечь история нищенства, пьянства как научная проблема? Она была далека от традиционного представления об истории как глобальном процессе, который двигают великие личности, национальные герои, классы, народы, а сама история – это восходящее движение общества по пути прогресса. Прыжов же обращается к изучению субкультуры маргинальных слоев населения (нищих, юродивых, кликуш), но не столько в этнографическом плане, а совершенно в необычном для науки своего времени дискурсе социальной девиации. В этом смысле его труды предвосхитили зарождение нового направления в науке – социологии маргинальных групп. Прыжов показал, как в пореформенном обществе, переживавшем переход от традиционных патриархальных порядков к новому типу отношений, формировался маргинальный слой людей, утративших привычные социально-культурные связи и опустившихся на самое дно. Он стал пионером в изучении их структур, системы ценностей, норм и практик, показав роль этих групп в обществе.

Между тем, его работы и сама личность историка долгое время оставались малоизвестными. Первые исследования, посвященные анализу научного наследия Прыжова, появились только в советское время. К ним относится очерк М.С. Альтмана «Иван Гаврилович Прыжов» (1932) и статья, написанная им же как предисловие к первому советскому изданию трудов историка, вышедшему в 1934 г. [1].

В 1950-е гг. к изучению наследия Прыжова обращается Л.Н. Пушкарев, благодаря которому в научный оборот были введены труды историка, считавшиеся ранее утраченными, в частности рукопись работы, посвященной пребыванию декабристов на каторге «Декабристы в Сибири на Петровском заводе» [8].

С совершенно неожиданной стороны раскрывает Прыжова известный исследователь российской исторической науки А.Н. Цамутали в своей монографии «Очерки демократического направления в российской историографии 60-70-х гг. XIX в.». Историк народной культуры предстает в ней как историограф, глубокий знаток различных течений в исторической науке эпохи либеральных реформ. Цамутали относит самого Прыжова к представителям революционно-демократического, народнического лагеря в историографии [9].

В 1980–1990-е гг. в изучении проблемы наблюдается некоторый перерыв, и только в последнее время наметилось возрождение интереса к Прыжову, который можно объяснить глубокой перестройкой научной проблематики и методологии в отечественной историографии, связанной с антропологическим поворотом в науке. Появились статьи, анализирующие вклад Ивана Гавриловича в изучение культуры повседневности, истории кабачества [2, 3, 4, 5]. Однако в них прослеживается тенденция свести научную деятельность Прыжова только лишь к бытописательству, что, на наш взгляд, является несправедливым по отношению к нему как человеку и историку. Как человек, Иван Гаврилович был вовлечен в бурный поток общественной борьбы своего времени. А как ученый – он позиционировал себя как историк, прежде всего, социальной проблематики. Он писал в своей «Исповеди»: «Мне страшно хотелось написать три вещи: а) Поп и монах как первые враги культуры человека; б) История крепостного права, преимущественно по свидетельству народа и в) Историю свободы в России» [6, с. 13]. Предметом данного исследования является вклад Прыжова в изучение социальной истории пореформенной России, который пока остается малоизученным.

Чтобы понять истоки научной концепции Прыжова, следует обратиться к его жизненному пути. Иван Гаврилович (1827–1885) происходил из семьи писаря Мариинской больницы. Его отец, выходец из крестьян-вольноотпущенников, участник Отечественной войны 1812 г., за службу в больнице был награжден орденом Св. Владимира и пожалован в дворянское звание.

Детство Прыжова проходило в тяжелой обстановке. Живя при больнице, ему невольно пришлось наблюдать картины человеческих страданий, изломанных судеб, что наложило определенный отпечаток на его мировосприятие, не прибавив к нему светлых жизнерадостных красок. В автобиографической «Исповеди» он называл свою жизнь «собачьей». «Болезненный, страшный заика, забитый, загнанный, чуждый малейшего развития», – таким он вспоминал себя в детстве [6, с. 11].

Окончив в 1848 г. гимназию, он поступил в Московский университет на медицинский факультет, хотя подавал заявление на словесный. Дело в том, что в 1848 г. поступление на гуманитарные факультеты для лиц недворянского происхождения было ограничено, и Прыжову пришлось подчинить свой выбор силе, стоявшей выше его личности. Это было его первое столкновение с системой, которую он начинает осознавать, как враждебную. Но смириться

с ней просто так он не смог и вместо занятий по медицине посещал лекции на юридическом и словесном факультетах. Он слушал лекции блестящих историков, славистов, юристов – С.М. Соловьева, П.Н. Кудрявцева, Т.Н. Грановского, Ф.И. Буслаева, однако сдать экзамены по медицине это не помогло. И в 1851 г. он был отчислен из университета, тем не менее благодаря своим учителям оказался вполне готовым к началу самостоятельной исследовательской деятельности.

К началу 1860-х гг. относятся его первые исследования в области истории народной культуры. Интерес к многообразным проявлениям духовной жизни народа у историка не ограничивался традиционными для академической науки этнографическими и фольклорными сюжетами. Его привлекает отражение в народном сознании «страдальческой участи великорусского народа, не видевшего в своей жизни ни одного светлого дня, ни одной свободной минуты». Такая направленность была вполне референтна его личностному мироощущению – человека, которого отвергала среда, он нес в себе комплекс обиды, над ним витала память его предков – крепостных крестьян о «свисте барского кнута над их спинами».

Прыжов обращается к изучению быта городских и сельских низов, но делает это не кабинетными методами, характерными для академической науки, штудирова материалы архивов и библиотек, а ищет знания в самой гуще народной жизни. Он странствует по деревням, городским окраинам, бывает в самых мрачных трущобах среди нищих, кликуш, юродивых, пьяниц, в фабричных поселках, пригородных трактирах, распивая в кабаках с тем народом, который никогда не видели и не знали академические профессора и писатели. Его знания о народе не укладываются как в формулу официальной идеологии «православие – самодержавие – народность», так и в интеллигентскую мифологию о «народе-богоносце». Сам Прыжов, мотивируя обращение к таким необычным методам научного изучения, писал: «Я хотел собрать в одно целое не только археологические факты, но все слезы, всю кровь, весь пот, пролитые когда-либо народом, – собрать и высчитать, насколько выдержит это наука счисления» [1, с. IX]. Это можно трактовать как скрытую полемику Прыжова с официальной исторической наукой, которая игнорировала острые социальные темы.

Историк ставит целью выявление глубоких внутренних закономерностей, скрытых пружин социальных настроений, обращая свое внимание к самой обездоленной части народа. Результатом исследований стали его первые

монографические работы «Житие Ивана Яковлевича, известного пророка в Москве» (М., 1860) и «Нищие на святой Руси» (М., 1862), которые принесли ему известность в научных кругах.

Соприкосновение с той частью народа, «страдальческая участь» которой проявлялась с особой глубиной, развило в нем острое ощущение социальной несправедливости современного общественного строя. Ему было трудно вписаться в рутинную обстановку чиновничьей среды (он служил в Московской гражданской палате регистратором), что привело к конфликтам на службе с начальством и коллегами, и в 1867 г. он был уволен.

Нищета и лишения довели его до тяжелой депрессии. Измученный житейскими невзгодами, он сближается в 1868 г. с членами кружка С.Г. Нечаева «Народная расправа». Нечаев рассчитывал в своих революционных планах использовать связи Прыжова в народных низах. Это соответствовало доктрине идеолога народничества М.А. Бакунина, с которым был близок Нечаев, что маргинальный элемент является самой надежной средой для протестных акций.

За участие в убийстве студента И.И. Иванова, которое было совершено участниками кружка по распоряжению Нечаева, Прыжов был арестован и приговорен к 12 годам каторжных работ. В 1871 г. над ним был произведен обряд гражданской казни, после чего его отправили на каторгу в Петровский завод в Забайкалье, где он и умер в 1885 г.

Изучение глубинного народа показало Прыжову, что его ментальное состояние очень далеко от представлений революционеров о революционном потенциале крестьянства. Он прекрасно видел, что народ невежествен, задавлен страхами, предрассудками, ему не нужны гражданские права и свободы – это с одной стороны. А с другой – именно государство является той силой, которая держит народ в таком состоянии. Прыжов приводит множество примеров того, как народ из своей среды порождает юродивых, людей, ущербных физически или ментально, и поклоняется им с фанатизмом язычников. Историк создает целую галерею таких людей. Не жалея красок, он изображает их состояние как промежуточное между животным и человеческим. Например, некий Семен Митрич – это «просто масса живой грязи, в которой даже не различишь, человеческий ли это образ или животный» [7, с. 22]. Этому юродивому поклонялась вся Москва, а он был абсолютно неграмотен, никогда не читал Святого Писания, не соблюдал христианских ритуалов. Двадцать лет он не выходил из дома, лежал, не вставая, но не потому, что был болен. Он не

пророчествовал, а просто изрекал бессмысленные фразы, которые толпа подхватывала, пытаясь угадать в них некий мистический смысл.

Такие юродивые ничего общего не имели с пантеоном христианских святых, которые были канонизированы церковью за жертвенное служение религиозной и социальной идее, но именно их народ наделял сакральностью и признавал великими подвижниками христианства, окружая почитанием, которое принимало абсолютно дикие формы. Описывая похороны московского юродивого Ивана Яковлевича Корейши, историк сообщает, что покойника отпевали пять дней, отслужили 200 панихид, присутствовавшие расхватали все ритуальные предметы (цветы, венки), некоторые отгрызали даже щепки от гроба. Во время похорон «женщины, девушки, барышни в кринолинах падали ниц, ползали под гробом, ложились по дороге, чтоб над ними пронесли гроб». Расхватывали песок, на который стекали влажные испарения из гроба как реликвию, имевшую целительное значение, и потом подсыпали его в пищу [7, с. 18–19].

Прыжов описывает культ юродивых не как часть повседневности, здесь хочется возразить П.В. Кургузову, а как психосоциальную и культурную девиацию, потому что он противоречит социальным и моральным нормам, принятым в христианском обществе [4, с. 131–132]. Конечно, по соображениям цензурным он не мог открыто выразить свою позицию, поэтому его комментарии предельно нейтральны, но авторская коннотация читается совершенно ясно. Общество больно, и причины этих девиаций имеют глубоко социальную природу.

Дело не только в невежественности народа. Прыжов сообщает, что среди почитателей юродивых он встречал людей достаточно просвещенных. А в том, что общество утратило четкое целеполагание: в каком направлении следует двигаться, что делать. Оно стоит на перепутье: старая система ценностей в виде официальной церковной доктрины уже теряет свое влияние, потому что не дает ответов на вызовы времени, а новая еще только формируется. В такие моменты в обществе всегда возрастает влияние религиозного мистицизма, что следует рассматривать как форму ухода от реальности.

Особенно ярко научная и социальная позиция Прыжова выражена в его исследованиях, посвященных истории кабаков на Руси. В своем труде «История кабаков в России в связи с историей русского народа» автор рассматривает эволюцию производства и торговли вином от древности до имперского периода и приходит к выводу, что введение государственного

контроля в этой сфере привело к превращению культурной традиции, каковой в древности являлись братчины, к массовому спаиванию народа.

Не отрицая личной ответственности человека, он всё же важную причину пьянства видел в политике государства, превратившего питейное дело в источник пополнения казны. Прыжов утверждал, что кабак был введён «силою», несмотря на сопротивление народа. Под влиянием кабаков у народа, по словам историка, постепенно сложилось новое правило жизни: «не пить — так и на свете не жить». Он утверждал, что даже когда люди пытались противостоять этому, создавая общества трезвости, системные барьеры (кабаки, откупа) продолжали работать в пользу распространения пьянства. Даже после перехода к акцизной системе это не привело к сокращению потребления алкоголя, поскольку «всё обставлено было так, что народ не мог обойти кабак».

Однако Прыжов не сводит резкий скачок пьянства среди крестьян в 1860-е гг. только лишь к политике государства в вопросе об откупках. Он видит проблему глубже: освобождение крестьян не стало стимулом развития. У крестьян не появились мотивация к труду, стремление вырваться из бедности, подняться по ступенькам социальной лестницы. Наблюдается падение крестьянского хозяйства, рост социальной дифференциации. Современники и более поздние историки объясняли это непоследовательностью реформаторов, сохранивших пережитки крепостничества. Но Прыжов понимал, что это связано с общей неопределенностью, присущей переходной эпохе. Он пишет: «Дело в том, что с годами в народе накопилась достаточная сумма надломленных сил, что у многих появилось денег больше, чем прежде, а девать их некуда, как только пропить, и с другой стороны, оказалось много людей или готовых выпить, или убедившихся, что легче напиться, чем наесться, и вот к кабакам потянулась целая вереница разного люда» [7, с. 519]. Итак, деньги есть, но люди не понимают, на что их можно потратить, кроме вина. То есть, нет нового целеполагания, позитивного направления деятельности. И пьянство в этом случае становится способом уйти от непонятной, а значит, опасной реальности.

Таким образом, Прыжов вошел в российскую историческую науку как оригинальный исследователь социальной проблематики, показав сложную диалектику социальных процессов переходного времени, порождающих такие явления, как девиация маргинальных структур.

Список литературы

1. Альтман М.С. Иван Гаврилович Прыжов и его литературное наследие // Прыжов И.Г. Очерки. Статьи. Письма. – М.; Л., – 1934. – С. I-XXXVI.
2. Васильев К.Б. Иван Прыжов как зеркало русского социализма, пьянства и юродства // Vox. Философский журнал. – 2016. – Вып. 20. – С. 101–113.
3. Есипов В.В. Житие великого грешника. Документально-лирическое повествование о судьбе русского пьяницы и замечательного историка-самоучки Ивана Гавриловича Прыжова. – М.: Русская панорама, – 2011. – С. 495.
4. Кургузов П.В. Культура повседневности в работах разночинца И.Г. Прыжова (1827–1885 гг.) // Вестник Бурятского государственного университета. Философия. – 2014. – № 7. – С. 131–137.
5. Луцик С.С. Иван Прыжов: исторические этапы регулирования оборота алкоголя в России // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 9. – С. 323–326.
6. Прыжов И.Г. Очерки. Статьи. Письма. – М.; Л., – 1934. – С. 486.
7. Прыжов И.Г. Очерки русского быта. – М.: Институт русской цивилизации. – 2017. – С. 640.
8. Пушкарев Л.Н. Рукописный фонд И.Г. Прыжова, считавшийся утерянным // Советская этнография. – 1950. – № 1. – С. 183–187.
9. Цамутали А.Н. Вопросы истории России в трудах И.Г. Прыжова (Глава 5) // Очерки демократического направления в российской историографии 60–70-х гг. XIX в. – Л., 1971. – С. 142–186.

© Федорова В.И.

**СЕКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОТОННОГО ГАЗА НА ЭФФЕКТ БАРЫШЕВСКОГО-ЛЮБОШИЦА НА ПРОТОНАХ

Серый Алексей Игоревич

к.ф.-м.н., доцент,
доцент кафедры общей и теоретической физики
УО «Брестский государственный университет
имени А.С. Пушкина»

Аннотация: Выполнено усреднение действительной части амплитуды комптоновского рассеяния фотона на протоне по импульсам протонов при конечной температуре протонного газа. Полученный результат важен для исследования эффекта Барышевского-Любошица в поляризованном по спину протонном газе.

Ключевые слова: температура протонного газа; эффект Барышевского-Любошица.

ON THE EFFECT OF A PROTON GAS TEMPERATURE ON BARYSHEVSKY-LYUBOSHITZ EFFECT ON PROTONS

Sery Alexey Igorevich

Abstract: The real part Compton scattering amplitude of a photon on a proton has been averaged over the proton momenta at a finite temperature of a proton gas. The obtained result is important for studying Baryshevsky–Lyuboshits effect in a spin-polarized proton gas.

Key words: proton gas temperature; Baryshevsky–Luboshits effect.

Эффект Барышевского-Любошица был экспериментально обнаружен в намагниченном железе в первой половине 1970-х гг. после теоретического предсказания в 1965 г. для поляризованных по спину электронов. Это один из эффектов оптической активности вещества (наряду с эффектами Макалюзо-Корбино и Фарадея) [1, с. 88–95], причем в исторически первом известном варианте он обусловлен разностью сечений комптоновского рассеяния фотона на электроне с параллельными и антипараллельными спинами.

На величину данного эффекта влияют степень спиновой поляризации и концентрация электронов, энергия фотона [1, с. 88–94], температура, внешнее магнитное поле. Соответствующие вопросы исследовались в [2, с. 12–15; 3, с. 43–48; 4, с. 30–36; 5, с. 36–42; 6, р. 420–422; 7, р. 101–103; 8, р. 1036–1038]. Поскольку комптоновское рассеяние возможно не только на электронах, исследуемый эффект возможен и на других частицах; для протонов соответствующие вопросы исследовались в [9, с. 418–423; 10, с. 386–390]. Неисследованным остался, в частности, вопрос о зависимости протонного аналога эффекта Барышевского-Любошица от температуры протонного газа. Задача сводится к температурному усреднению действительной части амплитуды комптоновского рассеяния фотона на протоне на нулевой угол.

Угол поворота плоскости поляризации фотона на единицу пройденного расстояния линейно зависит от действительной части $\text{Re } f_p(\omega)$ амплитуды комптоновского рассеяния на протоне на нулевой угол [1, с. 89]. Величина $\text{Re } f_p(\omega)$ является суммой вклада от аномального магнитного момента протона $s(\omega, \Delta\mu_p)$ и дисперсионного протонного вклада. Уточняя результаты, полученные в [10, с. 390], запишем эту сумму в виде:

$$\text{Re } f_p(\omega) = s(\omega, \Delta\mu_p) + \frac{\hbar^2 \omega \alpha^2 M_{np}^* c^3}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{x dx}{x^2 - \omega^2} \int_0^\pi \frac{\sin \theta d\theta g(y, \theta)}{M_{np}^* c^2 + 2\hbar x}, \quad (1)$$

$$y = x / \sqrt{1 + 2\hbar x / (M_{np}^* c^2)}. \quad (2)$$

При этом ω – частота фотона, $\hbar$ – постоянная Планка; $\Delta\mu_p$ – аномальный магнитный момент протона; c – скорость света в вакууме, M_{np}^* – приведенная масса нейтрона и протона, α – постоянная тонкой структуры; выражение для $g(y, \theta)$ весьма громоздкое. Интегрирование по углу θ связано с тем, что амплитуда рассеяния может быть выражена, в соответствии с оптической теоремой, через полное сечение рассеяния [1, с. 24, 25]. Формулы (1) и (2) записаны в системе отсчета, в которой протон до столкновения покоится.

При учете отличного от нуля импульса протона в лабораторной системе отсчета следует, как и в случае электронного дисперсионного вклада, перейти, в соответствии с [11, р. 83–85], от частоты ω к переменной (ξ – угол между импульсами протона (p) и фотона до столкновения)

$$\tilde{\omega} = \tilde{\omega}(\omega, p, \xi) = \omega \frac{\sqrt{4M_{np}^{*2}c^4 + p^2c^2 - pc \cos \xi}}{2M_{np}^*c^2}. \quad (3)$$

Тогда (1) заменяется на

$$\text{Re } \tilde{f}_p(\omega, p, \xi) = s(\tilde{\omega}, \Delta\mu_p) + \frac{\hbar^2 \tilde{\omega} \alpha^2 M_{np}^* c^3}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{x dx}{x^2 - \tilde{\omega}^2} \int_0^\pi \frac{\sin \theta d\theta g(y, \theta)}{M_{np}^* c^2 + 2\hbar x}, \quad (4)$$

Выражение (4) можно усреднить по температуре протонного газа, применяя формулы, аналогичные тем, которые были использованы при температурном усреднении дисперсионного вклада электронного газа в [2, с. 12, 13].

$$\int dn_p^\pm = 2\pi(2\pi\hbar)^{-3} \int_0^{+\infty} G_{p^\mp}(p, \Delta E, \chi_p, T) dp \int_0^\pi \sin \xi d\xi, \quad (5)$$

$$G_{p^\mp}(p, \Delta E, \chi_p, T) = p^2 \left(\exp \left\{ \left(p^2 (2M_p)^{-1} \mp \Delta E - \chi_p \right) / (kT) \right\} + 1 \right)^{-1}, \quad (6)$$

$$n_p = \frac{2\pi}{(2\pi\hbar)^3} \int_0^{+\infty} \sum_{j=+,-} G_{pj}(p, \Delta E, \chi_p, T) dp \int_0^\pi \sin \xi d\xi. \quad (7)$$

С учетом (3)–(7) получаем:

$$\langle \text{Re } \tilde{f}_p(\omega) \rangle_T = \frac{2\pi}{(2\pi\hbar)^3 n_p} \int_0^{+\infty} \sum_{j=+,-} G_{pj}(p, \Delta E, \chi_p, T) dp \int_0^\pi \text{Re } \tilde{f}_p(\omega, p, \xi) \sin \xi d\xi, \quad (8)$$

При этом T – температура, k – постоянная Больцмана; χ_p – химический потенциал протонов; $\pm \Delta E$ – поправка к энергии протона, зависящая от спина (благодаря этой поправке существует спиновая поляризация), n_p – общая концентрация протонов, $n_p^\pm$ – концентрации протонов с заданными значениями проекции спина, M_p – масса протона.

Список литературы

1. Барышевский В.Г. Ядерная оптика поляризованных сред / В.Г. Барышевский. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 320 с.
2. Серый А.И. Об эффекте Барышевского–Любошица при произвольной температуре электронного газа / А.И. Серый // Научное обозрение: актуальные вопросы теории и практики: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2025. – 348 с. – С. 12–15.

3. Серый А.И. О комптоновском вращении при движении фотонов под произвольным углом к линиям индукции магнитного поля. / А.И. Серый // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 4 «Фізіка. Матэматыка». – 2011. – № 2. – С. 43–48.

4. Серый А.И. О комптоновском вращении в магнитном поле с учетом ширины резонанса. / А.И. Серый // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 4 «Фізіка. Матэматыка». – 2012. – № 2. – С. 30–36.

5. Серый А.И. О некоторых поляризационных эффектах в астрофизической плазме. / А.И. Серый // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 4 «Фізіка. Матэматыка». – 2014. – № 1. – С. 30–43.

6. Sery A.I. To the Problem of Compton Rotation of Photons in a Strong Magnetic Field: Limit of Total Spin Polarization of Electrons / A.I. Sery // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – 2014. – Vol. 17, № 4. – P. 420–422.

7. Sery A.I. Influence of resonance Compton scattering in a magnetic field on rotation of the polarization plane of photons / A.I. Sery // Materials Physics and Mechanics. – 2020. – Vol. 45, № 1. – P. 101–103.

8. Sery A.I. Baryshevsky–Luboshitz Effect in Spin-Polarized Electron Gas at High Temperatures in Quantizing Magnetic Field / A.I. Sery // Astronomy Reports. – 2021. – Vol. 65, № 10. – P. 1036–1038.

9. Sery A.I. To the Problem of the Contribution of Spin-Polarized Hadrons to Baryshevsky-Luboshits Effect at Low Energies of Photons / A.I. Sery // Nonlinear Dynamics and Applications : Proceedings of the Twenty eight Anniversary Seminar NPC'S'2021, Minsk, May 18-21, 2021 = Нелинейная динамика и приложения : труды XXVIII Международного семинара, Минск, 18-21 мая 2021 г. / редкол.: В. А. Шапоров [и др.]; под ред. В. А. Шапорова, А. Г. Трифонова; Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – «Сосны» НАН Беларуси. – Минск : Право и экономика, 2021. – 544 с. – С. 418–423.

10. Sery A.I. To the problem of the contribution of spin-polarized protons to Baryshevsky–Luboshits effect / A.I. Sery // Nonlinear Dynamics and Applications : Proceedings of the Twenty nine Anniversary Seminar NPC'S'2022, Minsk, June 21–24, 2022. – Нелинейная динамика и приложения : труды XXIX Международного семинара, Минск, 21-24 июня 2022 г. / редкол.: В. А. Шапоров [и др.]; под ред. В. А. Шапорова, А. Г. Трифонова; Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – «Сосны» НАН Беларуси. – Минск : Право и экономика, 2022. – 486 с. – С. 386–390.

11. Shishkina T.V. Study of polarized effects in Compton scattering / T.V. Shishkina, A.L. Bondarev // Proceedings, 15th International School and Conference on Foundation and Advances in Nonlinear Science (FANS 2010) : Minsk, Belarus, September 20-23, 2010 / ed. by V.I. Kuvshinov, G.G. Krylov; Minsk, Publ. Centre of BSU, 2010. – 162 p. – P. 80–87.

© Серый А.И.

СЕКЦИЯ ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

УДК 7.021.1

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЬНЫХ 2D-ПЕРСОНАЖЕЙ
ДЛЯ ВИЗУАЛЬНЫХ НОВЕЛЛ: СЕМИОТИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ,
ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАЙПЛАЙН И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ**

**Косенко Виолетта
Морская Вероника**

студенты

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

Аннотация: В статье исследуются комплексные дизайн-технологии и визуально-коммуникативные стратегии проектирования двумерных персонажей в индустрии интерактивных визуальных новелл. Анализируются семиотические механизмы формирования экранного образа, влияние архетипической геометрии и колористических решений на эмоциональный отклик игрока, а также специфика пластико-мимической экспрессии в условиях нелинейного нарратива. Особое внимание уделено производственному пайплайну разработки модульной графики по принципу «Paper Doll», архитектуре многослойных исходных файлов и техническим ограничениям экспорта для кроссплатформенных игровых движков, лайн, эргодический нарратив, графический дизайн, цифровая иллюстрация.

Ключевые слова: визуальная новелла, 2D-персонаж, концепт-арт, модульный дизайн, paper doll, семиотика персонажа, игростроительный пайплайн, эргодический нарратив, графический дизайн, цифровая иллюстрация.

**DESIGNING MODULAR 2D CHARACTERS FOR VISUAL NOVELS:
SEMIOTIC STRATEGIES, TECHNICAL PIPELINE, AND EDUCATIONAL
CONTEXT**

**Kosenko Violetta
Morskaya Veronika**

Abstract: The article examines comprehensive design technologies and visual communication strategies for designing two-dimensional characters in the interactive

visual novel industry. It analyzes the semiotic mechanisms of on-screen character formation, the impact of archetypal geometry and color schemes on player emotional response, and the specifics of facial and plastic expression within non-linear narratives. Special attention is paid to the production pipeline of modular graphics using the «Paper Doll» technique, multi-layered file architecture, and technical export constraints for cross-platform game engines. The methodology of integrating industrial 2D art standards into design education is discussed. Keywords: visual novel, 2D character, modular design, concept art, Paper Doll, character semiotics, technical pipeline, ergodic narrative, graphic design, digital illustration.

Key words: visual novel, 2D character, concept art, modular design, Paper Doll, character semiotics, game development pipeline, ergodic narrative, graphic design, digital illustration.

Среди многообразия цифровых медиапродуктов особое место заняли визуальные новеллы (интерактивные графические романы). Зародившись в японской индустрии программного обеспечения как синтез текстового квеста и аниме-эстетики, в XXI веке этот жанр претерпел глобальную реконтекстуализацию. Переход на мобильные платформы и в веб-среду (флагманские проекты «Romance Club», «League of Dreamers», «Seven Heart Stories», «Episodes») обеспечил интерактивным новеллам многомиллионную глобальную аудиторию и высокую коммерческую устойчивость. Интерактивная новелла представляет собой поликодовый семиотический объект, функционирующий на стыке визуального, вербального, кинематографического и интерактивного кодов. В отличие от традиционного чтения пользовательский опыт здесь носит эргодический характер [1]. Реципиент не просто созерцает сюжет, но непосредственно формирует фабулу через развилку выборов и интерактивный диалог. В центре этой структуры неизменно находится персонаж. Длительность экранного контакта игрока со спрайтом персонажа достигает десятков часов, превращая визуальный образ в ключевой медиатор пользовательского вовлечения и эмпатии. Создание подобного арта принципиально отличается от станковой живописи или классической книжной иллюстрации. Оно требует синергии академических художественных навыков и строгой технологической дисциплины. Настоящая работа посвящена систематизации визуально-коммуникативных стратегий и производственного пайплайна создания модульных 2D-персонажей, а также методологии их трансляции в образовательный процесс.

Визуально-коммуникативная стратегия в дизайне определяется как целенаправленная система визуальных сигналов, кодов и выразительных средств, организующая трансляцию авторской идеи к реципиенту с прогнозируемым эмоциональным эффектом [2]. В интерактивном медиапространстве спрайт персонажа выступает динамическим интерфейсом, связывающим литературный сценарий, эстетику цифрового арта и психологию игрока. В проектировании персонажей выделяются три фундаментальные стратегии.

Опираясь на гештальтпсихологию и теорию визуального восприятия, концепт-художник кодирует характер персонажа уже на уровне первичного силуэта. Каждая геометрическая форма несет определенную семиотическую нагрузку, определяющую выбор примитивов под конкретный образ. Треугольные и острые формы, используемые в абрисе прически, вырезах костюма и углах челюсти, они подсознательно считываются как маркеры опасности, лидерства, скрытой агрессии или высокой динамик. Округлые и мягкие линии транслируют доброжелательность, душевную теплоту, открытость, невинность либо податливость характера. Прямоугольные и квадратные объемы вызывают ассоциации с физической мощью, надежностью, устойчивостью, догматизмом или консерватизмом. Колористическая палитра персонажа углубляет психоэмоциональное восприятие. Использование комплементарных контрастов, доминирующих цветовых триад или монохромных нюансных гармоний подчеркивает социальный статус, мистическую природу либо психологический надлом героя.

В условиях интерактивного диалога спрайт должен мгновенно реагировать на сюжетные перипетии. Разработка карты эмоций опирается на систему кодирования лицевых движений [3]. Достоверная передача базовых эмоциональных регистров (радость, ярость, печаль, удивление, сарказм, флирт) требует строгого понимания микромимики периорбитальной и периоральной зон лица. Семиотический диссонанс между драматическим текстом и ригидным или несоответствующим выражением лица разрушает эффект погружения.

Проектирование протагониста требует баланса между уникальной авторской индивидуализацией и универсальностью, позволяющей игроку проецировать на героя собственное «я». Данный баланс реализуется через механику глубокой визуальной кастомизации: выбор этнического типажа внешности, оттенка кожи, вариантов причесок, макияжа и гардероба. Костюм в визуальной новелле перестает быть статичным декоративным элементом и

становится семиотическим маркером внутренней эволюции персонажа в процессе преодоления сюжетных конфликтов.

Реализация вариативной кастомизации в интерактивной среде невозможна без модульного подхода, основанного на цифровой технологии «Paper Doll» [4, 5]. Данная концепция предполагает декомпозицию цельного графического объекта на автономные, взаимозаменяемые элементы, идеально подогнанные по координатной сетке, масштабу и стилистике. Инструментальный стек включает специализированные растровые редакторы (Adobe Photoshop, Clip Studio Paint, Procreate) и последующую сборку в игровых движках (Unity, Ren'Py, Unreal Engine). Производственный пайплайн проектирования модульного персонажа состоит из пяти сквозных этапов. Предпроектный анализ и концептуализация включает в себя сбор вербальных дескрипторов от сценаристов, формулирование нарративной предыстории героя, анализ условий игрового сеттинга и формирование мудбордов. На этом этапе утверждаются стилевой гайдлайн проекта, анатомические пропорции и ключевой ракурс (как правило, фронтальный или три четверти), обеспечивающий максимальную технологическую универсальность. Далее следует проектирование анатомической базы, фундаментальный этап модульного пайплайна. Художник создает нейтральный антропоморфный шаблон в статичной позе («лысая база» в минималистичном белье). Выполняется детальная анатомическая проработка мышечного корсета, светотеневого объема и подкожного тона. Любая ошибка в перспективе, ракурсе или анатомии опорно-двигательного аппарата на этом этапе неизбежно дублируется и искажает посадку всех последующих накладываемых ассетов гардероба и волос. Заключительная стадия в создании является послойная дифференциация и иерархия оверлеев. Формируется многоуровневая структура исходного рабочего документа, иерархия слоев строится по строгим правилам пространственного перекрытия: нижний подслой затылочных прядей, находящийся за контуром тела, неизменяемый слой анатомического каркаса торса и конечностей, изолированные модули лица, привязанные к разметке черепа, базовые элементы нательного белья, нижнего гардероба и сменные слои платьев, курток, обуви, выстроенные по глубине наслоения тканей и лицевые пряди и челка, динамично перекрывающие плечевой пояс и воротник.

Проектирование 2D-персонажей для визуальных новелл представляет собой междисциплинарный синтез визуальной семиотики, цифрового академизма и инженерной оптимизации. В ходе исследования сделаны

следующие ключевые выводы: визуальный образ персонажа в интерактивных медиа выполняет коммуникативно-интерфейсную роль, требующую жесткой семиотической выверенности формы, цвета и мимики. Модульный принцип «Paper Doll» на базе первичной анатомической основы выступает безальтернативным отраслевым стандартом, обеспечивающим вариативность кастомизации без потери графического качества, а также внедрение сквозного технологического пайплайна в систему профильного образования позволяет готовить специалистов, способных сразу интегрироваться в реальные производственные конвейеры игровой индустрии.

Список литературы

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / Пер. с англ. под ред. О.И. Шкаратана. — М.: ГУ ВШЭ, 2000. — 606 с.
2. Cavallaro D. Anime and the Visual Novel: Narrative Structure, Design and Play at the Crossroads of Animation and Computer Games. — Jefferson: McFarland & Company, 2010. — 268 p.
3. Лотман Ю.М. Семиосфера. Культура и взрыв. Внутри мыслящих миров. — СПб.: Искусство-СПБ, 2004. — 703 с.
4. Aarseth E.J. Cybertext: Perspectives on Ergodic Literature. — Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1997. — 203 p.
5. Барт Р. Риторика образа // Барт Р. Избранные работы: Семиотика. Поэтика. — М.: Прогресс, 1994. — С. 297–318.

© Косенко В., Морская В.

СЕКЦИЯ КУЛЬТУРОЛОГИЯ

DOI 10.46916/24082026-2-978-5-00276-150-0

**ОБРАЗ КАТАСТРОФЫ В ЯПОНСКОЙ ВИЗУАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЕ:
«БОСОНОГИЙ ГЭН», «МОГИЛА СВЕТЛЯЧКОВ», «НАВСИКАЯ
ИЗ ДОЛИНЫ ВЕТРОВ»**

Иванина Григорий Михайлович

магистрант

ФГБОУ ВО «Московский государственный
институт культуры»

Аннотация: В статье анализируются три ключевых произведения японской визуальной культуры, репрезентирующих атомную бомбардировку Хиросимы и Нагасаки и их последствия: манга Кэйдзи Накадзавы «Босоногий Гэн» (1973), аниме Исао Такахаты «Могила светлячков» (1988) и аниме Хаяо Миядзаки «Навсикая из Долины ветров» (1984). Рассматриваются способы визуализации катастрофы в каждом из произведений: документальное свидетельство очевидца, эстетизация через контраст и экстраполяция травмы в будущее. Обосновывается тезис о том, что японская анимация и манга формируют модель свидетельства, в которой катастрофа не преодолевается нарративно, а фиксируется как перманентный фон существования. Привлечены работы С. Нэпьер и Н.Г. Кривули, устанавливающие связь между визуальными стратегиями и формированием коллективной памяти о войне.

Ключевые слова: атомная бомбардировка, Хиросима, Нагасаки, манга, аниме, коллективная память, «Босоногий Гэн», «Могила светлячков», «Навсикая из Долины ветров», Кэйдзи Накадзава, Исао Такахата, Хаяо Миядзаки.

**THE IMAGE OF CATASTROPHE IN JAPANESE VISUAL CULTURE:
«BAREFOOT GEN», «GRAVE OF THE FIREFLIES», AND «NAUSICAA
OF THE VALLEY OF THE WIND»**

Ivanina Grigory Mikhailovich

Abstract: The article analyses three key works of Japanese visual culture that represent the atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki and their aftermath: Keiji Nakazawa's manga «Barefoot Gen» (1973), Isao Takahata's anime «Grave of the

Fireflies» (1988), and Hayao Miyazaki's anime «Nausicaä of the Valley of the Wind» (1984). The author examines the ways of visualizing the catastrophe in each work: documentary testimony of an eyewitness, aestheticization through contrast, and extrapolation of trauma into the future. The thesis is substantiated that Japanese animation and manga form a model of witnessing in which the catastrophe is not narratively overcome but fixed as a permanent background of existence. The works of S. Napier and N.G. Krivulya are drawn upon, establishing the connection between visual strategies and the formation of collective memory of the war.

Key words: atomic bombing, Hiroshima, Nagasaki, manga, anime, collective memory, «Barefoot Gen», «Grave of the Fireflies», «Nausicaä of the Valley of the Wind», Keiji Nakazawa, Isao Takahata, Hayao Miyazaki.

Атомная бомба, сброшенная на Хиросиму 6 августа 1945 года, мгновенно унесла жизни от 60 до 80 тыс. человек. Три дня спустя вторая бомба была сброшена на Нагасаки, забрав ещё около 40 тыс. В последующие годы сотни тысяч «Хибакуся» столкнулись с последствиями лучевой болезни и жестоким социальным давлением, будучи живым напоминанием о поражении в войне [5]. Эти события стали точкой, разделившей ткань истории в японском национальном сознании на «до» и «после», однако открытая рефлексия на их тему в культуре началась не сразу. Оккупационные власти (GHQ) законодательно запрещали фиксацию последствий бомбардировок до 1946 года; японское правительство также стремилось минимизировать обсуждение ядерного ущерба [4]. С середины 1950-х годов после инцидента со «Счастливым Драконом» (1954), когда японское рыболовное судно подверглось облучению в результате испытаний водородной бомбы на атолле Бикини, визуальные образы ядерной катастрофы начали проникать в массовую культуру [4]. В этот период манга и аниме стали основными носителями травматического опыта для поколений, родившихся после войны. На материале трёх произведений: манги Кэйдзи Накадзавы «Босоногий Гэн» (1973), аниме Исао Такахаты «Могила светлячков» (1988) и аниме Хаяо Миядзаки «Навсикая из Долины ветров» (1984) — в статье анализируется, как визуальный образ бомбардировки репрезентует коллективный травматический опыт. Основные исследовательские вопросы, поднимаемые нами в настоящей статье: каковы стратегии визуализации ядерной катастрофы в японской манге и аниме и как

они конституируют модель свидетельства, альтернативную западному нарративу исцеления.

«Босоногий Гэн» (яп. はだしのゲン) — автобиографическое повествование, основанное на опыте шестилетнего Кэйдзи Накадзавы, пережившего бомбардировку Хиросимы 6 августа 1945 года в 1,2 км от эпицентра [2]. Толчком к созданию манги послужила смерть матери автора от лучевой болезни в 1966 году. На похоронах Накадзава заметил, что от тела матери почти не осталось костей — радиоактивный цезий иссушил их [1; 2]. Имя главного героя — Гэн (яп. 元) — неспроста пишется иероглифом, означающим «основа» или «исток»; так автор подчёркивает, что опыт Хиросимы является фундаментом национальной истории, а не эпизодом. Манга детализирует не только мгновение взрыва, но и годы после: разрушенный город, голод, болезни, социальную стигматизацию выживших. Накадзава отказывается от временной дистанции — катастрофа здесь не становится прошлым, она остаётся настоящим на протяжении всех десяти томов произведения [1].

Накадзава показывает катастрофу с беспрецедентным физиологизмом. Люди после взрыва превращаются в монстров: обгоревшая кожа, лопнувшие глаза, личинки, пожирающие живую плоть. Автор не создаёт дистанции для эмоциональной разрядки: зритель вынужден созерцать невыносимое без возможности отвести взгляд. Для выживания Гэну приходится мародёрствовать — категории добра и зла теряют определённую в мире, где сама жизнь стала проблемой [1]. Экранизация 1983 года (реж. Мори Масаки) получила приз имени Офудзи Нобуро на фестивале Mainichi Film Concours [2]. Тираж манги превысил 10 млн экземпляров в Японии, она была переведена на 20 языков [1].

В современной исследовательской литературе обычно выделяются две стратегии репрезентации атомной бомбардировки в аниме: первая — свидетельство очевидца-хибакуся, фиксирующего собственные переживания («Босоногий Гэн»); вторая — реконструкция события авторами, родившимися после 1945 года, которые снимают исторический контекст и концентрируются на социально-психологических последствиях («Акира», «Neon Genesis Evangelion») [7].

«Могила светлячков» (яп. 火垂るの墓, 1988) Исао Такахаты — экранизация одноимённой полуавтобиографической повести Акиюки Носаки, опубликованной в 1967 году [2]. Фильм показывает последние месяцы Второй

мировой войны через судьбу 14-летнего Сэйти и его 4-летней сестры Сэцуко. Их мать погибает при бомбардировке Кобе. Дети оказываются у родственницы, которая относится к ним, как к обузе, и в итоге уходят жить в заброшенное бомбоубежище [2]. Ключевая особенность фильма — организация материала на основе эмоционального противопоставления. Н. Г. Кривуля отмечает, что экранное повествование строится с учётом традиций японского искусства, где особое значение уделено паузе, акцент смещается со слов на детали и контекст. Тишина становится элементом драматургии — общение между персонажами выстраивается через молчаливый взгляд или жест. В повествовательной структуре прослеживаются черты пьесы в жанре Синдзю (яп. 心中 *синдзю*: — единство сердец), в общем случае представляющем собой трагедию с двойным самоубийством [2]. Пустота в кадре становится зоной смыслообразования, что восходит к эстетике дзэн-буддизма, где пустота не несёт негативного смысла, а является «крайним пределом начала и конца». Фильм изменил традиционное представление о возможностях анимации как жанра, способного к серьёзной исторической рефлексии. В 2018 году издание USA TODAY включило «Могилу светлячков» в список 100 лучших анимационных фильмов за всю историю, поставив его на первое место [2]. Бюджет фильма составил 3,7 млн долларов, мировые сборы — 4,7 млн [6].

«Навсикая из Долины ветров» (яп. 風の谷のナウシカ, 1984) — первый полнометражный фильм Хаяо Миядзаки, вышедший до основания Studio Ghibli [8]. Действие происходит через 1000 лет после «Семи дней огня» — глобальной войны, уничтожившей индустриальную цивилизацию. Поверхность планеты покрыта Отравленным Лесом с гигантскими грибами, разбрасывающими ядовитые споры. Миядзаки создаёт мир, где катастрофа уже случилась и не может быть отменена: восстановление невозможно, возможна только адаптация к последствиям. Главная героиня Навсикая пытается не победить Лес, а понять его экосистему. Исследователи Р. Ю. Порозов и А. П. Татевосян отмечают, что в ядро концепта «экология» в фильмах Миядзаки входят взаимоотношения человека и природы и влияние межличностных конфликтов на окружающую среду [3]. В отличие от «Босоногого Гэна», где взрыв показан прямо, и от «Могила светлячков», где показаны последствия бомбардировок, «Навсикая» выводит катастрофу на метауровень: атомная бомбардировка здесь не событие прошлого, а метафора экологической хрупкости и необратимости человеческого вмешательства. В работе Агнешки Камровской эта стратегия

обозначена как экстраполяция ядерной травмы в будущее, где авторы, родившиеся после 1945 года, концентрируются на социальных и психологических последствиях, которые до сегодняшнего дня присутствуют в коллективном сознании японцев [7].

Сопоставление трёх произведений позволяет выделить три стратегии репрезентации ядерной катастрофы. «Босоногий Гэн» — прямая документальность, свидетельство очевидца, отказ от нарративизации. «Могила светлячков» — эстетизация через контраст, где красота природы и смерть оказываются неразличимыми. «Навсикая из Долины ветров» — экстраполяция травмы в будущее, где катастрофа становится условием существования мира. Общим для всех трёх является отказ от разрешения: ни одно произведение не предлагает исцеления или «хэппи-энда». Как отмечает Сьюзен Нэпьер, «личная память со стороны писателей... стала частью коллективной японской памяти» [8]. Исследовательница также указывает на этическое напряжение: по словам Лизы Ёнэямы, которую цитирует Нэпьер, производство знания о прошлом «всегда запутано в осуществлении власти и всегда сопровождается элементами репрессии» [9, с. 1]. Следовательно, аниме и манга, сохраняя память, одновременно рискуют создать «фиктивное прошлое» [9]. Однако сам факт того, что «Босоногий Гэн» и «Могила светлячков» десятилетиями используются в японских школах как альтернативные учебники истории, свидетельствует об их признании в качестве авторитетных свидетельств.

«Босоногий Гэн», «Могила светлячков» и «Навсикая из Долины ветров» представляют собой не просто антивоенные высказывания, а философскую рефлексию о статусе катастрофы в культуре. Отказ от разрешения, от нарратива исцеления делает эти произведения свидетельством, которое не требует интерпретации. Оно требует созерцания. Эта модель, сформированная опытом Хиросимы и Нагасаки, оказалась устойчивой и востребованной в японской визуальной культуре на протяжении десятилетий — от манги 1970-х до аниме 2020-х годов, когда тема ядерной угрозы вновь обретает актуальность [4]. Исследователь Чхве Тхэман отмечает, что японское искусство долгое время избегало прямой репрезентации ядерных катастроф по ряду причин: запрет GHQ, политика правительства по замалчиванию, а также травматический шок, который художники предпочитали не воспроизводить [4]. Однако в визуальной культуре, обращённой к массовой аудитории, этот запрет был преодолён через эстетическую трансформацию: ядерный гриб стал символом, а не документом.

Рассмотренные произведения, напротив, сохраняют документальную основу — они эмоциональны, но не терапевтичны; они фиксируют, но не объясняют.

Список литературы

1. Белослудцев И. Бомбардировка Хиросимы и Нагасаки в японском искусстве / И. Белослудцев. – URL: <https://nonfiction.ru/stream/bombardirovka-xiросimy-i-nagasaki-v-yaponskom-iskusstve> (дата обращения 08.07.2026).
2. Кривуля Н.Г. Историческая рефлексия и коды документальности в ленте «Могила светлячков» И. Такахаты / Н.Г. Кривуля // КиберЛенинка.— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoricheskaya-refleksiya-i-kody-dokumentalnosti-v-lente-mogila-svetlyachkov-i-takahaty> (дата обращения 08.07.2026).
3. Порозов Р.Ю., Татевосян А.П. Репрезентация концепта «экология» в мирах Миядзаки Хаяо / Р.Ю. Порозов, А.П. Татевосян // Политическая лингвистика. – 2023. – № 3 (99). – С. 155–165.
4. Choi T. M. From Hiroshima to Fukushima: Nuclear and Artist Response in Japan / T. M. Choi // The Journal of Art Theory & Practice. – 2012. – № 13. – С. 35–71.
5. Fact File: Hiroshima and Nagasaki // BBC History. – 2005. – URL: <https://www.bbc.co.uk/history/ww2peopleswar/timeline/factfiles/nonflash/a6652262.shtml> (дата обращения 08.07.2026).
6. Grave of the Fireflies (1988) // Box Office Mojo. – URL: <https://www.boxofficemojo.com/title/tt0095327/> (дата обращения 08.07.2026).
7. Kamrowska A. Children of the Apocalypse: the Atom Bomb Trauma as a Theme in Japanese Anime / A. Kamrowska // Instytut Sztuki Polskiej Akademii Nauk. – 2008. – № 61. – С. 112–122.
8. Napier S.J. Anime from Akira to Princess Mononoke: Experiencing Contemporary Japanese Animation / S. J. Napier. – Palgrave Macmillan, 2001. – 337 с.
9. World War II as Trauma, Memory and Fantasy in Japanese Animation / S.J. Napier // Asia-Pacific Journal. – Cambridge University Press, 2005. – URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/asia-pacific-journal/article/world-war-ii-as-trauma-memory-and-fantasy-in-japanese-animation/A65EF16F35B4A5A1D5B2F7B01E41C954> (дата обращения 08.07.2026).

© Иванина Г.М.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ:
СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Сборник статей

II Международной научно-практической конференции,
состоявшейся 20 августа 2026 г. в г. Петрозаводске.

Ответственные редакторы:

Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.

Подписано в печать 24.08.2026.

Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 13.43.

МЦНП «НОВАЯ НАУКА»

185002, г. Петрозаводск,

ул. С. Ковалевской, д.16Б, помещ. 35

office@sciencen.org

www.sciencen.org

16+

НОВАЯ НАУКА

Международный центр
научного партнерства



NEW SCIENCE

International Center
for Scientific Partnership

МЦНП «НОВАЯ НАУКА» - член Международной ассоциации издателей научной литературы
«Publishers International Linking Association»

ПРИГЛАШАЕМ К ПУБЛИКАЦИИ

1. **в сборниках статей Международных
и Всероссийских научно-практических конференций**

<https://www.sciencen.org/konferencii/grafik-konferencij/>



2. **в сборниках статей Международных
и Всероссийских научно-исследовательских,
профессионально-исследовательских конкурсов**

<https://www.sciencen.org/novaja-nauka-konkursy/grafik-konkursov/>



3. **в составе коллективных монографий**

<https://www.sciencen.org/novaja-nauka-monografii/grafik-monografij/>



<https://sciencen.org/>