

ISSN 1990-9047 (Print)
ISSN 2541-853X (Online)
DOI: 10.17277/voprosy

№ 1(99). 2026

**ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОЙ
НАУКИ И ПРАКТИКИ.**

Университет им. В.И. Вернадского

Ассоциация
«Объединенный университет
имени В.И. Вернадского»

Ассоциация «Объединенный университет имени В.И. Вернадского»

**ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ.
УНИВЕРСИТЕТ им. В.И. ВЕРНАДСКОГО**

*Основан в 2006 году
Выходит 4 раза в год*

Учредители: Ассоциация «Объединенный университет имени В.И. Вернадского»
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий»
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
ФГБОУ ВО «ТГТУ»

Ассоциированные члены:

Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского

Главный редактор

д-р техн. наук, профессор Н. С. Попов

СМИ журнал «Вопросы современной науки и практики.
Университет им. В.И. Вернадского» зарегистрировано Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия

Регистрационный номер СМИ ПИ № ФС77-23504 от 28.02.2006

В соответствии с решениями президиума Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ журнал «Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

Представление материалов в редакционный отдел является конклюдентным действием.
Согласие авторов на опубликование материала, а также на размещение его
в электронных версиях журнала предполагается

Материалы журнала доступны по лицензии Creative Commons "Attribution" («Атрибуция») 4.0 Всемирная (CC BY 4.0)
All the materials of the "Golden Horde Review" are available under the Creative Commons License "Attribution" 4.0
International (CC BY 4.0)



ИЗДАТЕЛЬ ФГБОУ ВО «ТГТУ»

Адрес издателя: 392000, Тамбовская обл., г.о. город Тамбов, г. Тамбов,
ул. Советская, д. 106/5, помещ. 2. Тел. (4752) 63 10 19; e-mail: tstu@admin.tstu.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

392000, Тамбовская обл., г.о. город Тамбов, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106/5, помещ. 2.
Тел. (4752) 63 81 08; e-mail: zhurnal_vsnip@mail.ru

Редакторы: *И. М. Курносова, О. В. Мочалина*; редактор иностранного перевода *Н. А. Гунина*
Компьютерная верстка: *О. В. Мочалина, И. М. Курносова*

Подписано в печать 03.04.2026. Дата выхода в свет 15.05.2026.
Формат журнала 70×108/16. Усл. п. л. 15,05. Уч.-изд. л. 15,48. Тираж 100 экз. Цена свободная. Заказ 011.

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО «ТГТУ».
Адрес типографии: 392032, Тамбовская обл., г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112А.
Тел.: (4752) 63 03 91, (4752) 63 07 46

ISSN 1990-9047 (print)
ISSN 2541-853X (online)
DOI: 10.17277/voprosy

Знак информационной продукции 16+

© Ассоциация «Объединенный университет
имени В.И. Вернадского», 2026
© Неправительственный экологический фонд
имени В.И. Вернадского, 2026
© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет инженерных технологий», 2026
© ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, 2026
© ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2026

СОВЕТ РЕДАКТОРОВ

Аксёнов Геннадий Петрович – канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт истории естествознания и техники им. С. В. Вавилова РАН»; тел. +7(495) 988-22-80; e-mail: gen.aksenov@mail.ru

Антипов Сергей Тихонович – д-р техн. наук, профессор; заслуженный изобретатель, почетный работник высшего профессионального образования РФ; профессор кафедры «Машины и аппараты пищевых производств», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ); тел. +7(4732) 55-38-96; e-mail: post@vsuet.ru

Битюков Виталий Ксенофонович – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования; профессор кафедры «Информационные и управляющие системы», ВГУИТ; тел. +7(4732) 55-42-67, 55-35-21; e-mail: post@vsuet.ru

Иванова Екатерина Викторовна – д-р экон. наук, доцент; ректор ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет» (МичГАУ); тел. +7 (47545) 3-88-04, доб. 444; e-mail: Ivanova@mgau.ru

Бешенков Сергей Александрович – д-р пед. наук, профессор, профессор кафедры теории и методики спорта и физического воспитания, ГАОУ ВО г. Москвы «Московский государственный университет спорта и туризма»; тел. +7 977-919-42-37; e-mail: srg57@mail.ru

Горбашко Елена Анатольевна – д-р экон. наук, профессор; заслуженный работник Высшей школы; проректор по научной работе, заведующий кафедрой «Проектный менеджмент и управление качеством», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»; тел. +7(812) 310-22-09; e-mail: gorbashko.e@unicon.ru

Завражнов Анатолий Иванович – д-р техн. наук, профессор; академик РАН; почетный член Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского», профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности, МичГАУ; тел. +7(47545) 3-88-15, доб. 513; e-mail: prezident@mgau.ru

Зазуля Александр Николаевич – д-р техн. наук, профессор; главный научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»; тел. +7(4752) 44-61-12; e-mail: viitin-adm@mail.ru

Злобина Наталья Васильевна – д-р экон. наук, профессор; директор института дополнительного профессионального образования, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (ТамбГТУ); тел. +7(4752) 63-07-34; e-mail: idpo@admin.tstu.ru

Иванова Татьяна Юрьевна – д-р экон. наук, профессор; заведующий кафедрой менеджмента и теории экономики, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»; тел. +7(8422) 32-06-97; e-mail: tivanova.j@gmail.com

Краснянский Михаил Николаевич – д-р техн. наук, профессор; профессор РАН, почетный работник высшего профессионального образования РФ; ректор ТамбГТУ; президент Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»; тел. +7(4752) 63-10-19; e-mail: tsu@admin.tstu.ru

Корнеева Ольга Сергеевна – д-р биол. наук, профессор; заслуженный работник высшей школы РФ; и. о. проректора по научной и инновационной деятельности, заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии, ВГУИТ; тел. +7(4732) 55-07-51; e-mail: korneeva-olgas@yandex.ru

Кудеяров Валерий Николаевич – д-р биол. наук, профессор; заслуженный деятель науки РФ; научный руководитель, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН; тел. +7(496) 733-05-95; e-mail: vnikolaevich2001@mail.ru

Матвейкин Валерий Григорьевич – д-р техн. наук, профессор; заместитель генерального директора по развитию, ОА «Росхимзащита»; заведующий кафедрой «Информационные процессы и управление», ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-91-87; e-mail: valery.mat@rambler.ru

Молоткова Наталия Вячеславовна – д-р пед. наук, профессор; почетный работник высшего профессионального образования РФ; первый проректор, ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-06-49; e-mail: nvmolotkova@admin.tstu.ru

Мищенко Елена Сергеевна – д-р экон. наук, профессор; почетный работник высшего профессионального образования РФ; проректор по международной деятельности, ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-20-02; e-mail: int@tstu.ru

Мищенко Сергей Владимирович – д-р техн. наук, профессор; заслуженный деятель науки и техники РФ; научный руководитель кафедры «Мехатроника и технологические измерения», ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-08-70; e-mail: kafedra@uks.tstu.ru

Печерская Эвелина Павловна – д-р пед. наук, канд. экон. наук, профессор; заслуженный работник высшей школы РФ, директор Центра делового образования, ФГАОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»; тел. +7 927-205-70-10; e-mail: pecherskaya@sseu.ru

Попов Николай Сергеевич – д-р техн. наук, заслуженный работник высшей школы РФ; профессор кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ; **главный редактор**; тел. +7(4752) 63-03-65; e-mail: zhurnal_vsnip@mail.ru

Пучков Николай Петрович – д-р пед. наук, профессор; заслуженный работник высшей школы РФ; профессор кафедры «Высшая математика», ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-04-38; e-mail: puchkov_matematika@mail.ru

Спиридонов Сергей Павлович – д-р экон. наук; почетный работник сферы образования РФ; профессор кафедры «Экономика», ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-01-69; e-mail: banking@tstu.ru

Стяжкин Константин Кириллович – д-р биол. наук, профессор; и. о. директора, ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт биологического приборостроения»; тел. +7(495) 491-73-72; e-mail: fgup@gosniibp.ru

Тарасова Наталия Павловна – д-р хим. наук, профессор; член-корреспондент РАН; директор института химии и проблем устойчивого развития; заведующий кафедрой ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития», ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева»; тел. +7(499) 973-24-19; e-mail: tarasnp@muctr.ru

Толстяков Роман Рашидович – д-р экон. наук, профессор, директор института экономики и качества жизни, ТамбГТУ; тел. +7(4752) 63-04-53; e-mail: tolstyakoff@mail.ru

Федюк Роман Сергеевич – д-р техн. наук, доцент; профессор Военного учебного центра, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»; тел. +7(950) 281-79-45; e-mail: roman44@yandex.ru

Филимонова Ольга Сергеевна – старший преподаватель кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ; **ответственный секретарь**; тел. +7(4752) 63-04-26; e-mail: zhurnal_vsnip@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Экология	7
Безбородов С. А., Левкина Е. В. Применение моделей вычислительной гидродинамики для исследования глубоководных выпусков очищенных сточных вод в морских акваториях в периоды ледостава	7
Майсс А. А., Блиновская Я. Ю. Прогноз воздействия рыболовства и аквакультуры на морскую экосистему через призму исторического развития природопользования.....	18
Олейник Н. В., Осадчая А. В. Особенности формирования искусственных экосистем для выращивания гидробионтов	31
Попова Л. В., Клепиков О. В., Репин П. С., Румянцев А. В., Попова В. А. Выделение формальдегида из смеси пыли древесно-волоконистых плит и почвы: влияние соотношения компонентов и влажности.....	40
Старостина И. В., Лушников А. С., Денисова Л. В., Поленяка Ю. Т. Реагент комбинированного действия на основе железосодержащего отхода в очистке многокомпонентных сточных вод.....	48
Региональная и отраслевая экономика	63
Злобина Н. В., Андреева И. А. Совершенствование механизма обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов РФ.....	63
Коновалова О. В., Тарасова Н. Ю. Повышение качества администрирования таможенных платежей при взыскании задолженности.....	75
Лунькова Л. Г., Гульков А. Н. Этапы становления криогенной индустрии сжиженных газов и СПГ	88
Матвеев Ю. Н., Азарова Л. В. Обоснование стратегии инновационной деятельности нефтегазовой компании на основе прогнозной модели.....	97
Солопов В. А., Неуймин Д. С. Экспортный потенциал регионального АПК ...	104
Стрельникова Н. И., Коробова О. В. Повышение эффективности управления запасами на предприятии пищевой промышленности	117
Толстяков Р. Р., Мисюрев Д. А. Методические подходы к оценке узнаваемости региональных брендов на примере Тамбовской области	126
Шарапова В. О. Алгоритмизация формирования семантического ядра для продвижения на маркетплейсах	136
Педагогика	149
Теория и методика обучения и воспитания	149
Дорохова Т. Ю. Профессиональная приверженность как основа формирования профессиональной компетентности специалиста для наукоемких производств	149
Назарова О. В. Междисциплинарный подход к преподаванию дисциплины «Системы искусственного интеллекта» для студентов-гуманитариев: интеграция сторителлинга, эксперимента и профессионального контекста	158

CONTENTS

Ecology	7
Bezborodov S. A., Levkina E. V. Application of Computational Hydrodynamics Models for Studying Deepwater Discharges of Treated Wastewater in Marine Water Areas During Ice-Covered Periods.....	7
Mayss A. A., Blinovskaya Ya. Yu. Forecast of the Impact of Fisheries and Aquaculture on Marine Ecosystems through the Prism of Historical Development of Nature Management.....	18
Oleynik N. V., Osadchaya A. V. Features of Artificial Ecosystem Formation for Hydrobiont Cultivation.....	31
Popova L. V., Klepikov O. V., Repin P. S., Rumyantsev A. V., Popova V. A. Formaldehyde Release from a Mixture of Wood-Fiber Board Dust and Soil: Effect of Component Ratio and Moisture.....	40
Starostina I. V., Lushnikov A. S., Denisova L. V., Polenyaka Yu. T. Combined-Action Reagent Based on Iron-Containing Waste for Multi-Component Wastewater Treatment.....	48
Regional and Sectoral Economy	63
Zlobina N. V., Andreeva I. A. Improving the Mechanism for Ensuring Sustainable Socio-Economic Development of Russian Federation Regions.....	63
Konovalova O. V., Tarasova N. Yu. Improving the Quality of Customs Payments Administration in Debt Collection.....	75
Lunkova L. G., Gulkov A. N. Stages of Formation of the Cryogenic Industry of Liquefied Gases and LNG.....	88
Matveev Yu. N., Azarova L. V. Justification of the Innovation Strategy of an Oil and Gas Company Based on a Predictive Model.....	97
Solopov V. A., Neuymin D. S. Export Potential of the Regional Agro-Industrial Complex.....	104
Strelnikova N. I., Korobova O. V. Improving the Efficiency of Inventory Management in the Food Industry Enterprise.....	117
Tolstyakov R. R., Misyurev D. A. Methodological Approaches to Assessing the Recognizability of Regional Brands on the Example of the Tambov Region.....	126
Sharapova V. O. Algorithmization of Semantic Core Formation for Marketplace Promotion.....	136
Pedagogy	149
<i>Theory and Methodology of Teaching and Education</i>	149
Dorokhova T. Yu. Professional Commitment as the Foundation for Forming Professional Competence of Specialists for High-Tech Industries.....	149
Nazarova O. V. Interdisciplinary Approach to Teaching the Discipline “Artificial Intelligence Systems” for Humanities Students: Integration of Storytelling, Experimentation, and Professional Context.....	158

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ ВЫПУСКОВ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ В ПЕРИОДЫ ЛЕДОСТАВА

© С. А. Безбородов¹✉, Е. В. Левкина¹

¹ ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
Владивосток, Российская Федерация

✉ bezborodov.sa@dvfu.ru

Ключевые слова: выпуск сточных вод; ледовый покров;
морские акватории.

Аннотация: Представлены результаты применения моделей вычислительной гидродинамики для решения прикладных задач, связанных с определением наиболее благоприятных режимов сброса очищенных сточных вод в морские акватории в периоды ледостава. По результатам моделирования течений в окрестностях глубоководного выпуска получена расчетная зависимость, с помощью которой устанавливаются оптимальные характеристики сбросных устройств и режимов сброса, что позволяет минимизировать негативное воздействие на морскую среду в месте выпуска.

Введение

Активное освоение арктического побережья, ставшее в последние десятилетия приоритетным направлением развития государства, подняло проблему обеспечения экологической безопасности морских акваторий на новый уровень. Ряд особенностей, характерных для арктических морей, среди которых особое место занимает устойчивый ледовый покров, подвергает сомнению состоятельность действующих методик, применяемых для определения допустимых антропогенных нагрузок на морские акватории.

Комплексное влияние ледового покрова на гидрологические и биологические процессы, протекающие в прибрежных водах морей, остается малоизученным. Однако анализ ряда работ отечественных и зарубежных авторов [1 – 6] позволяет выделить некоторые особенности процессов, протекающих в морских акваториях в периоды ледостава. Так, установление устойчивого ледового покрова исключает формирование ветровых течений, имеющих ключевое значение в процессах разбавления и перемешивания; снижение температуры воды и уровня естественной освещенно-

сти, возникающее вследствие отражения света поверхностью льда и затухания коротковолнового излучения в толще ледяного покрова, приводит к снижению биологической активности и, следовательно, самоочищающей способности. Оценка условий ледостава с позиций обеспечения экологической безопасности позволяет обозначить их как наименее благоприятный период для организации техногенных сбросов. В связи с этим исследования распространения загрязняющих веществ (ЗВ) в морских акваториях, покрытых льдом, представляют большой практический интерес.

Постановка задачи исследования

Ввиду отсутствия единой теории для описания сложных процессов переноса ЗВ в окрестностях глубоководных выпусков очищенных стоков используют, как правило, данные экспериментальных исследований, реализуемых на физических моделях.

Физическое моделирование глубоководных выпусков связано с решением ряда сложных задач: корректным заданием масштаба модели и продолжительности эксперимента, выбором области моделирования, исключаяющей обратные течения, заданием переменных ветровых течений и пр. Определенную сложность представляет корректное измерение исследуемых величин, носящее субъективный характер при использовании красителей или требующее привлечение сложного измерительного оборудования.

Указанные обстоятельства делают перспективным применение для исследования глубоководных выпусков очищенных сточных вод моделей вычислительной гидродинамики, основанных на методе конечных объемов, в котором расчетная область разбивается на множество расчетных ячеек, и для каждой из них записывается система законов сохранения массы, импульса и энергии. Далее зависимости преобразуются в систему алгебраических уравнений, общее количество которых зависит от физики решаемой задачи, и вводятся граничные условия, задающие значения искомых параметров на границах расчетной области. После постановки граничных условий выбирают метод решения задачи и иницируют ее решение.

Дополнительным фактором, определяющим перспективность численного моделирования, является отсутствие в периоды ледостава сложно моделируемых переменных ветровых течений и волновых явлений, характерных для периодов открытой воды.

Ниже представлены результаты применения моделей вычислительной гидродинамики для решения прикладных задач, связанных с определением наиболее благоприятных режимов сброса очищенных сточных вод в морские акватории в периоды ледостава.

Параметризация процесса распространения струи сточных вод в морских акваториях

Основываясь на известном положении о том, что в зоне начального разбавления процесс смешения происходит вследствие увлечения окружающей жидкости турбулентным струйным потоком, предположим картину, формирующуюся в случае организации подледного выпуска очищенных сточных вод.

Формируемый при истечении из оголовка турбулентный струйный поток достигает свободной поверхности, когда часть кинетической энергии струи переходит в потенциальную, в результате чего образуется так называемый бурун – возвышение над свободной поверхностью воды. При отсутствии сносящих течений дальнейшее распространение струйного потока происходит равномерно во всех направлениях в верхних горизонтах воды, в движение вовлекаются новые массы жидкости принимающей среды, увеличивается расход струи и снижается ее скорость. Описанная картина хорошо согласуется с известными представлениями об особом виде турбулентных струй, носящих название радиальные [7]. Существенным фактором, оказывающим влияние на характер течений, будут являться циркуляционные зоны, формирующиеся при взаимодействии струи со свободной поверхностью и определяющие характер растекания радиальной струи.

Существующие исследования [7, 8] дают возможность представить схемы растекания струй сточной жидкости при организации глубоководных выпусков (рис. 1) в терминах теории турбулентных струй, носящих название свободные (см. рис. 1, а) и ограниченные или стесненные (см. рис. 1, б, в).

Анализ возможных схем растекания струи сточных вод при организации подледного выпуска позволяет определить свободную струю (см. рис. 1, а) как наиболее благоприятную при установлении режима сброса и определении характеристик сбросного устройства, поскольку в этом случае процессы смешения происходят с чистыми водами окружающей жидкости, а не с ранее сброшенным стоком, как в случае стесненных струй (см. рис. 1, б, в).

Экспериментальное исследование характера распространения струи сточных вод в локальной области у сбросного устройства

Для установления схемы растекания струи воспользуемся теорией эксперимента, предполагающей выполнение следующей последовательности действий:

1) на основе имеющихся исследований устанавливаются параметры, определяющие процесс растекания струи;

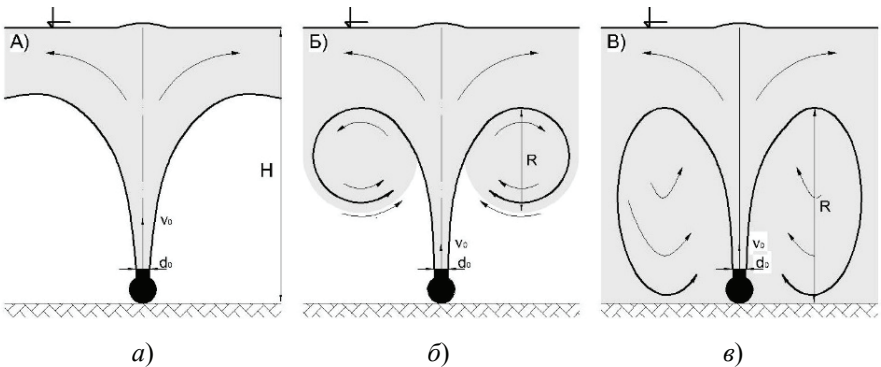


Рис. 1. Возможные формы растекания струи при организации подледного выпуска:

а – радиальная; *б* – с циркуляционными зонами; *в* – с циркуляционными зонами, распространяющимися на всю глубину

2) с помощью теории размерности выполняется рационализация определяющих параметров;

3) составляется общий вид расчетной зависимости;

4) проводится серия экспериментов;

5) осуществляется вывод расчетной зависимости.

Основываясь на данных исследований, посвященных выпускам очищенных стоков в морские акватории, основными факторами, влияющими на схему растекания, следует считать: d_0 – диаметр оголовка выпуска; v_0 – скорость истечения сточной жидкости из оголовка; плотность ρ_0 и кинематическую вязкость μ_0 сточной жидкости; H – глубину воды в месте выпуска; ρ_∞ – плотность морской воды; g – ускорение свободного падения.

На основании анализа схем растекания можно считать, что переход радиальной струи (см. рис. 1, а) к радиальной струе с циркуляционными зонами (см. рис. 1, б) и далее к струе с циркуляционными зонами, распространяющимися на всю глубину (см. рис. 1, в), возможен при изменении линейного размера циркуляционной области R от 0 до глубины H .

Запишем функциональную зависимость для определения горизонтального размера R_x циркуляционной области R , связывающую все указанные величины

$$R_x = f(d_0, v_0, \rho_0, \mu_0, \rho_\infty, H, g). \quad (1)$$

Приняв за основную систему размерностей MLT и выбрав в качестве основных величин с независимыми размерностями d_0, v_0, ρ_0 , воспользуемся π -теоремой [8] и перепишем полученный функционал в виде:

$$\frac{R_x}{d_0^{\alpha_0} v_0^{\alpha_0} \rho_0^{\alpha_0}} = \psi \left(\frac{\mu_0}{d_0^{\alpha_1} v_0^{\alpha_2} \rho_0^{\alpha_3}}, \frac{\rho_\infty}{d_0^{\beta_1} v_0^{\beta_2} \rho_0^{\beta_3}}, \frac{H}{d_0^{\gamma_1} v_0^{\gamma_2} \rho_0^{\gamma_3}}, \frac{g}{d_0^{\theta_1} v_0^{\theta_2} \rho_0^{\theta_3}} \right); \quad (2)$$

$$\pi_0 = \psi(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4). \quad (3)$$

Выразив размерности всех величин, входящих в π -числа, через размерности основных величин и приравняв к нулю показатели степени при одинаковых размерностях, получим:

$$\pi_0 = \frac{R_x}{d_0^{\alpha_1} v_0^{\alpha_2} \rho_0^{\alpha_3}}; \quad \frac{R_x}{L^{\alpha_1} L^{\alpha_2} T^{-\alpha_2} M^{\alpha_3} L^{-3\alpha_3}} = M^0 L^0 T^0 \quad (4)$$

откуда $1 - \alpha_1 - \alpha_2 + 3\alpha_3 = 0$; $\alpha_2 = 0$; $-\alpha_3 = 0$; $\alpha_1 = 1$ и

$$\pi_0 = \frac{R_x}{d_0} \quad (5)$$

Аналогичным образом найдем остальные π -числа:

$$\pi_1 = \frac{\mu_0}{d_0 v_0 \rho_0} = \frac{v_0}{d_0 v_0} = \frac{1}{\text{Re}}; \quad (6)$$

$$\pi_2 = \frac{\rho_\infty}{\rho_0}; \quad (7)$$

$$\pi_3 = \frac{H}{d_0}; \quad (8)$$

$$\pi_4 = \frac{gd_0}{v_0^2} = \frac{1}{Fr}, \quad (9)$$

где Re и Fr – критерии Рейнольдса и Фруда соответственно.

С учетом полученных значений функциональная зависимость (3) перепишется в виде

$$\frac{R_x}{d_0} = \psi \left(\frac{1}{Re}, \frac{\rho_\infty}{\rho_0}, \frac{H}{d_0}, \frac{1}{Fr} \right). \quad (10)$$

Проанализируем полученный функционал и выполним комбинацию чисел подобия.

При обозначенной разности плотностей потока и принимающей среды очевидно совместное действие сил инерции и плавучести, что делает возможным комбинацию второго и четвертого π -члена уравнения (10), которые можно переписать в виде плотностного числа Фруда Fr_p

$$Fr_p = Fr \frac{\rho_0}{\rho_\infty - \rho_0} = \frac{v_0^2}{gd_0 \frac{\rho_\infty - \rho_0}{\rho_0}}. \quad (11)$$

Для дальнейшего уменьшения количества переменных при проведении экспериментальных исследований обратимся к теории размерности, согласно которой можно пренебречь влиянием тех чисел, значения которых близки к нулю или бесконечности. В таком случае подобие относительно малых или очень больших значений критериев выполняется автоматически, область, в которой этими критериями можно пренебречь, является автомодельной. Так, из работы [9, 10] известно, что автомодельность при исследовании турбулентных струй достигается при числах Рейнольдса $Re > 200$.

С учетом всех преобразований в границах автомодельных областей функциональная зависимость (10) перепишется в виде

$$\frac{R_x}{H} = \psi(Fr_p). \quad (12)$$

Для установления искомой функциональной зависимости проведена серия численных экспериментов с использованием моделей вычислительной гидродинамики семейства CFD (*англ.* Computational Fluid Dynamic) реализованной в пакете прикладных программ ANSYS Fluent. Решатели CFD в программе ANSYS основаны на методе конечных объемов.

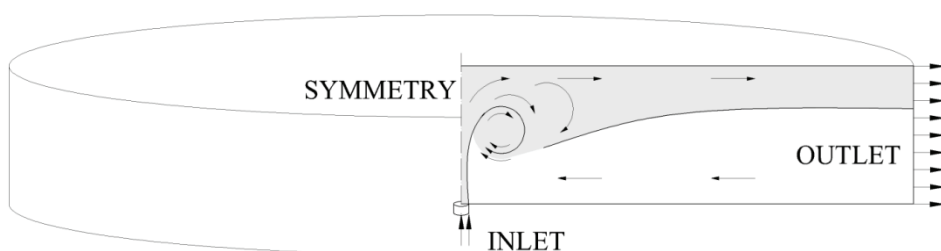


Рис. 2. Схема экспериментальной модели

При построении моделей использовались геометрические характеристики створов, перпендикулярных направлению оси выпуска. Ввиду симметричного расположения струи относительно оси оголовка выпуска, при моделировании по оси оголовка задавалось условие симметрии. Размеры расчетных областей при каждом опыте принимались индивидуально, исходя из объема часового сброса. Условия на боковой границе задавались исходя из условия обеспечения беспрепятственного оттока воды без формирования обратных течений. Описание турбулентных течений реализовывалось применением модели турбулентности семейства $k-\epsilon$, мультифазность течений – подключением модели Eulerian. Схема экспериментальной модели приведена на ис. 2.

Задача решалась в стационарной постановке, достигаемой при сходимости решения 0,001 %.

Обсуждение результатов исследования

На рисунке 3 приведены диаграммы распределения пресной воды в локальной области у места сброса, полученные в результате моделирования выпуска очищенных сточных вод при следующих условиях: выпуск вертикальный, глубина моря в месте выпуска $H = 4,0$ м; диаметр оголовка $d_0 = 0,4$ м; разные скорости истечения v_0 ; плотностное число Фруда Fr_p : $a - 2,1$; $b - 8,5$; $c - 19,1$, $d - 34$, $e - 172$.

Серия численных экспериментов, проведенных для вертикального выпуска при условиях: диаметр оголовка выпуска $d_0 = 0,4$ м, глубина моря в месте выпуска $H = 1,0 \dots 4,0$ м, плотность морской воды $\rho_\infty = 1030$ кг/м³, плотность сточной жидкости $\rho_0 = 1000$ кг/м³, скорость истечения сточной жидкости из оголовка $v_0 = 0,1 \dots 5,0$ м/с, плотностное число Фруда $Fr_p = 0,1 \dots 172$, позволила получить график зависимости геометрических характеристик циркуляционной области от плотностного числа Фруда (рис. 4).

Анализ результатов, полученных при проведении серии численных экспериментов, показали, что увеличение линейных размеров циркуляционных областей происходит преимущественно в горизонтальном направлении. Горизонтальный размер области циркуляции R_x в диапазоне рекомендуемых [11, 12] скоростей истечения из оголовка имеет предельное значение, близкое к $3H$, при достижении которого дальнейшее увеличение значений Fr_p приводит только к качественным изменениям области циркуляции, выраженным в вовлекаемом расходе сбрасываемых вод.

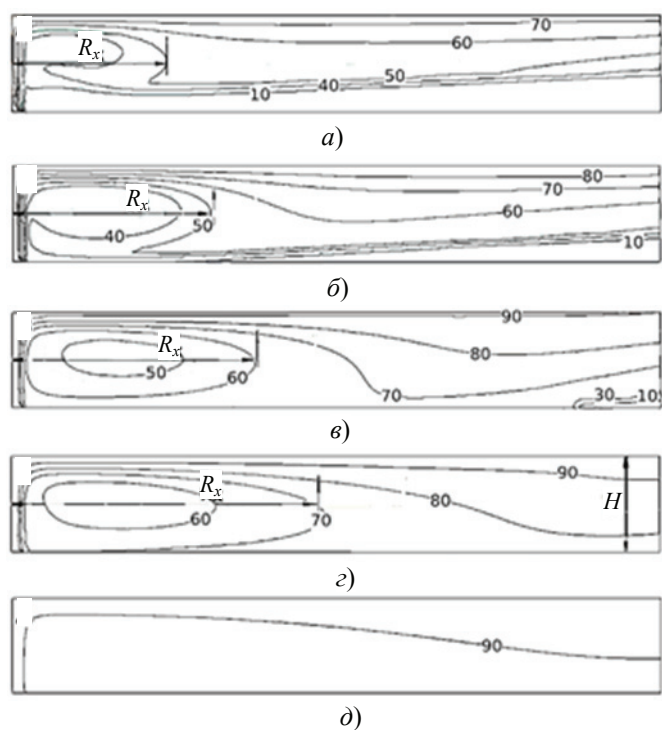


Рис. 3. Диаграмма распределения очищенного стока, %, в локальной области у оголовка выпуска при различных скоростях истечения v_0 , м/с:
а – 0,5; б – 1,0; в – 1,5; г – 2,0; д – 4,5

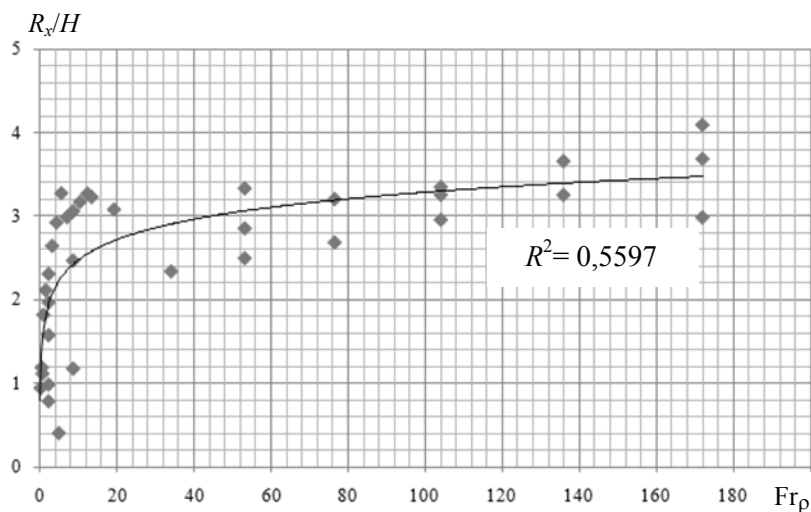


Рис. 4. График зависимости критического значения числа Фруда от геометрических характеристик циркуляционной области

Зависимость горизонтального размера области циркуляции от плотностного числа Фруда $R_x/H = f(Fr_p)$ может быть аппроксимирована уравнением вида

$$\frac{R_x}{H} = 0,3523 \ln(Fr_p) + 1,6635, \quad (13)$$

степень достоверности которого определяется коэффициентом детерминации R^2 (см. рис. 4).

Из зависимости (13) следует, что начало формирования циркуляционных областей в диапазоне рассматриваемых глубин происходит при значениях плотностного числа Фруда $Fr_p < 1$, при этом своего максимального размера области циркуляции достигают при $Fr_p > 40$.

Учитывая достоверность выражения (13), с практической точки зрения оптимальным диапазоном значений плотностного числа Фруда при организации выпусков очищенных стоков может быть обозначен диапазон $Fr_p < 10$ (см. рис. 4). Подстановка известных значений плотности морской среды и скоростей истечения из оголовка выпуска в зависимость (11), при принятом ограничении, позволит назначить оптимальные режимы сброса и конструкцию сбросного устройства при организации выпусков в морские акватории, покрытые льдом.

Верификация полученных результатов численного моделирования проводилась сопоставлением с данными физического эксперимента, проведенного в лаборатории гидравлики Дальневосточного политехнического института при изучении поведения струй в сносящем потоке [8], в котором авторы обозначают резкое увеличение тенденция струи к образованию радиальных потоков и циркуляционных зон при значениях чисел $Fr_p < 7$.

Заключение

Сопоставление результатов численных экспериментов с результатами физических экспериментов других авторов показало, что модели вычислительной гидродинамики дают достаточно точную картину разбавления сточных вод при их выпуске в морские акватории в периоды ледостава и могут с успехом применяться для изучения указанного процесса, однако нельзя отрицать и необходимость дальнейших исследований по корректному заданию условий однозначности.

Список литературы

1. Dispersal and dilution of wastewater from an ocean outfall at Davis Station, Antarctica, and resulting environmental contamination / J. S. Stark, P. Bridgen, G. Dunshea, B. Galton-Fenzi, J. Hunter, G. Johnstone, C. King, R. Leeming, A. Palmer, J. Smith, I. Snape, S. Stark, M. Riddle // *Chemosphere*. – 2016. – Vol. 152. – P. 142–157. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.02.053
2. Field Techniques in Sea-Ice Research / H. Eicken, B. A. Bluhm, R. E. Collins [et al.] // In book: *Cold Regions Science and Marine Technology, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)* [Ed. H. Shen], Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Paris, France, 2014. – URL : <http://www.eolss.net> (дата обращения: 28.11.2025).

3. Влияние толщины, состояния поверхности льда и концентрации фитопланктона на подледную освещённость вод залива Петра великого Японского моря по наблюдениям 2010 – 2016 гг. / С. П. Захарков, А. Ю. Лазарюк, Т. Н. Гордейчук, Е. А. Штрайхерт // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 5–15.
4. Изменчивость подледных течений в южном Байкале по данным 2012 – 2016 гг. / А. А. Жданов, Р. Ю. Гнатовский, Н. Г. Гранин, В. В. Блинов, И. А. Асламов, В. В. Козлов // *Водные ресурсы*. – 2017. – Т. 44, № 3. – С. 311–321.
5. Подледное цветение фитопланктона в Можайском водохранилище / О. Н. Ерина, В. В. Пуклаков, Д. И. Соколов, А. В. Гончаров // *Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция*. – 2019. – № 1. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/podlednoe-tsveteniiefitoplanktona-v-mozhayskom-vodohranilische> (дата обращения: 07.06.2024)
6. Семкин, П. Ю. Гипоксия эстуариев залива Петра Великого : дис. ... канд. географ. наук : 25.00.28 / Семкин Павел Юрьевич. – Владивосток, 2018. – 140 с.
7. Теория турбулентных струй / Г. Н. Абрамович, Т. А. Гиршович, С. Ю. Крашенинников [и др.] ; под ред. Г. Н. Абрамовича. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука, 1984. – 716 с.
8. Земляная, Н. В. Обеспечение экологической безопасности морских акваторий при градостроительном проектировании : дис. ... д-ра техн. наук : 03.00.16. – Владивосток, 2003. – 322 с.
9. Михалев, М. А. Физическое моделирование гидравлических явлений : учеб. пособие / М. А. Михалев. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 443 с.
10. Лапшев, Н. Н. Гидравлическое моделирование : учеб. пособие / Н. Н. Лапшев. – Ленинград : ЛИСИ, 1980. – 71 с.
11. Рекомендации по расчету рассеивающих выпусков сточных вод в реки и водоемы. – Москва : ВНИИ «Водгео», 1977. – 64 с.
12. Рекомендации по размещению и проектированию рассеивающих выпусков сточных вод / Гидрологический институт Госкомгидромета (ГГИ). – Москва : Стройиздат, 1981. – 225 с.

References

1. Stark J.S., Bridgen P., Dunshea G., Galton-Fenzi B., Hunter J., Johnstone G., King C., Leeming R., Palmer A., Smith J., Snape I., Stark S., Riddle M. Dispersal and dilution of wastewater from an ocean outfall at Davis Station, Antarctica, and resulting environmental contamination, *Chemosphere*, 2016, vol. 152, pp. 142-157. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.02.053
2. Eicken H., Bluhm B.A., Collins R.E. [et al.] Field Techniques in Sea-Ice Research, In book: *Cold Regions Science and Marine Technology, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)* [Ed. H. Shen], Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Paris, France, 2014. available at: <http://www.eolss.net> (accessed 28 November 2025).
3. Zakharkov S.P., Lazaryuk A.Yu., Gordeychuk T.N., Streichert E.A. [Influence of thickness, condition of the ice surface and concentration of phytoplankton on the subglacial illumination of the waters of Peter the Great Bay of the Sea of Japan according to observations of 2010-2016], *Fundamental'naya i prikladnaya gidrofizika* [Fundamental and Applied Hydrophysics], 2020, vol. 13, no. 2, pp. 5-15 (In Russ., abstract in Eng.)

4. Zhdanov A.A., Gnatovsky R.Yu., Granin N.G., Blinov V.V., Aslamov I.A., Kozlov V.V. [Variability of under-ice currents in southern Baikal according to data from 2012–2016], *Vodnyye resursy* [Water Resources], 2017, vol. 44, no. 3, pp. 311–321 (In Russ., abstract in Eng.)
5. Erin O.N., Puklakov V.V., Sokolov D.I., Goncharov A.V. [Subglacial phytoplankton blooming in Mozhaisk reservoir], [Ecological collection 7: Works of young scientists. All-Russian (with international participation) youth Scientific Conference], 2019, no. 1, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/podlednoe-tsveteniye-fitoplanktona-v-mozhayskom-vodohranilische> (accessed 06 July 2024).
6. Semkin P.Yu. *PhD of Candidate's thesis (Geograf.)*, Vladivostok, 2018, 140 p. (In Russ.)
7. Abramovich G.N. (Ed.), Girshovich T.A., Krashennnikov S.Yu. [et al.], *Teoriya turbulentnykh struy* [Theory of Turbulent Jets], Moscow: Nauk, 1984, 716 p. (In Russ.)
8. Zemlyanaya N.V. *PhD of Doctor's thesis (Engineering)*, Vladivostok, 2003, 322 p. (In Russ.)
9. Mikhalev M.A. *Fizicheskoye modelirovaniye gidravlicheskikh yavleniy: ucheb. posobiye* [Physical modeling of hydraulic phenomena], St. Petersburg: Polytechnic Publishing House, University, 2010, 443 p. (In Russ.)
10. Lapshev N.N. *Gidravlicheskoye modelirovaniye: ucheb. posobiye* [Hydraulic modeling], Leningrad: LISI, 1980, 71 p. (In Russ.)
11. *Rekomendatsii po raschetu rasseivayushchikh vypuskov stochnykh vod v reki i vodoyemy* [Recommendations for Calculating Dispersive Wastewater Discharges into Rivers and Reservoirs], Moscow: VNII Vodgeo, 1977, 64 p. (In Russ.)
12. *Rekomendatsii po razmeshcheniyu i proyektirovaniyu rasseivayushchikh vypuskov stochnykh vod* [Recommendations on the placement and design of dissipating wastewater discharges], Hydrological Institute of the State Committee for Hydrometeorology (GGI), Stroyizdat, 1981, 225 p. (In Russ.)

Application of Computational Hydrodynamics Models for Studying Deepwater Discharges of Treated Wastewater in Marine Water Areas During Ice-Covered Periods

© S. A. Bezborodov¹✉, E. V. Levkina¹

¹ Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation

✉ bezborodov.sa@dvfu.ru

Keywords: wastewater discharge; ice cover; marine water areas.

Abstract: Results of applying computational hydrodynamics models to solve applied problems related to determining the most favorable regimes for discharging treated wastewater into marine water areas during ice-covered periods are presented. Based on the modeling results of currents in the vicinity of the deepwater discharge, a calculated dependence was obtained, which allows establishing optimal characteristics of discharge devices and discharge regimes, thereby minimizing negative impacts on the marine environment at the discharge site.

Сведения об авторах

Безбородов Сергей Александрович – старший преподаватель инженерно-строительного департамента, ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Российская Федерация; ORCID 0009-0003-6003-4333; e-mail: bezborodov.sa@dvfu.ru

Левкина Елена Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, начальник отдела по работе с диссертационными советами, ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Российская Федерация; ORCID 0000-0001-7764-251X; e-mail: levkina.ev@dvfu.ru

About the author

Sergey A. Bezborodov – Senior Lecturer of the Department of Civil Engineering, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation; ORCID 0009-0003-6003-4333; e-mail: bezborodov.sa@dvfu.ru

Elena V. Levkina – Cand. Sc. (Economics), Associate Professor, Head of the Department for Work with Dissertation Councils, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation; ORCID 0000-0001-7764-251X; e-mail: levkina.ev@dvfu.ru



© Безбородов С. А., Левкина Е. В., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ПРОГНОЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ РЫБОЛОВСТВА И АКВАКУЛЬТУРЫ НА МОРСКУЮ ЭКОСИСТЕМУ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

© А. А. Майсс¹, Я. Ю. Блиновская²✉

¹ ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», Владивосток, Российская Федерация;

² ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Российская Федерация

✉ blinovskaia.iaiu@dvfu.ru

Ключевые слова: антропогенная перестройка экосистем; биосфера; Мировой океан; прибрежно-морское природопользование; природные ресурсы; рыболовство и аквакультура.

Аннотация: Рост потребностей в биоресурсах, вызванных в том числе развитием популяции человека, приводит к кардинальным экосистемным трансформациям. Проведенный ретроспективный обзор периодов антропогенной перестройки биосферы позволяет сделать прогноз о потенциальных экологических катастрофах, грозящих морским экосистемам. Представлены общая характеристика текущей ситуации и оценка риска нового этапа экспансии человека на пространства и ресурсы Мирового океана. Понимание тенденций развития прибрежно-морского природопользования, основанное на историческом опыте, позволит разработать стратегии рационального развития рыболовства и аквакультуры и способствует нивелированию негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду.

Введение

Первые признаки активного формирования биосферы на нашей планете появились около 4 млрд. лет назад. Согласно палеогеографическим исследованиям, за этот период на Земле произошло несколько эволюционных катастроф. Так, 650 млн лет назад эволюционно-экологический кризис привел к исчезновению значительного числа видов одноклеточных водорослей. Еще одно крупное событие 450 млн лет назад привело к гибели большинства панцирных обитателей океана, 230 млн лет назад исчезли гигантские амфибии, 65 млн лет назад вымерли гигантские рептилии [1]. Это только наиболее яркие события, произошедшие в биосфере. При детальном анализе можно выявить гораздо большее количество событий, приведших к коренной перестройке наземных и водных экосистем.

Однозначного понимания причин этих катастроф нет, однако все специалисты единогласно склоняются к мнению, что такие радикальные изменения связаны с мощными внешними воздействиями. С появлением человека и активным освоением им пространств экологические катастрофы стали происходить заметно чаще, особенно в эпоху индустриализации и интенсивного развития промышленных производств. Анализируя последствия антропогенной деятельности, можно отметить, что часто они сопоставимы с крупными геологическими процессами, определяющими состояние биосферы. В этой связи понимание направленности и интенсивности изменений окружающей среды, обусловленных производственными процессами, даст возможность не только прогнозировать негативные проявления, но и обеспечить готовность к ним в условиях динамично меняющегося мира.

Цель настоящего обзора – исследование исторических трансформаций наземных экосистем, связанных с деятельностью человека, и формирование прогноза воздействия рыболовства на морскую среду с учетом глобальных экосистемных изменений.

История развития человеческой популяции неразрывна с ее воздействием на окружающую среду. И если на заре человечества это воздействие отражалось преимущественно на наземных экосистемах и отдельных экосистемных компонентах, то к настоящему времени оно характеризуется как всеобъемлющее, затрагивающее в том числе и морские экосистемы. Анализ негативных примеров необратимых изменений, связанных с антропогенной деятельностью, и извлечение соответствующих уроков, должны способствовать предотвращению негативных проявлений, связанных с человеческой активностью в Мировом океане, а значит, и предупреждением глобальной экологической катастрофы, последствия которой могут отразиться на жизнедеятельности человека в целом.

Результаты и обсуждение

Одним из ярких примеров антропогенной перестройки биосферы считается истребление крупных млекопитающих в среднем плейстоцене. Эту экологическую катастрофу некоторые антропологи связывают с расселением человека гейдельбергского, истребившего на территории Европы и Африки пахикроутов (гигантских гиен) и гомотериев (саблезубых кошек) как потенциальных конкурентов около 400 тыс. лет назад. С появлением *Homo sapiens* отмечается не только вытеснение местных популяций архаичных людей, но и исчезновение некоторых представителей мегафауны. С активным расселением первобытного человека по территории современной Европы связывают сокращение популяций мамонтов, туров (первобытных диких быков), шерстистых носорогов. Освоение Азии сопряжено с исчезновением зебр, некоторых видов антилоп, гиппопотамов и павианов [2]. В Австралии вымерли гигантские красные кенгуру, род крупных нелетающих птиц гениорнис, дипротодоны (крупнейшие из известных сумчатых) и др. [3]. Появление человека на Североамериканском континенте случилось гораздо позже, поэтому вымирание там мастодонтов, американских львов, гомотериев и т.д. датируется началом голоцена.

Такая же закономерность прослеживается и в Южной Америке: глиптодонты (млекопитающие, близкие к броненосцам), гигантские ленивцы вымерли в начале четвертичного периода.

Конец плейстоцена и начало голоцена знаменуются исчезновением многочисленных представителей мегафауны, что напрямую связано с антропогенной деятельностью: сначала для обеспечения пропитания, позже – уже с коммерческой целью. Освоение человеком новых пространств также было связано с истреблением местной флоры и фауны: маврикийского дронга, маскаренских гигантских черепах, бизонов, бескрылой гаргарки и др. Хищническая добыча стеллеровой коровы привела к ее полному уничтожению в рекордно короткие сроки. И такие примеры многочисленны. В некоторых случаях исчезновение мегафауны становилось причиной изменения ландшафтов. Так, в процессе своей жизнедеятельности мамонты останавливали биотопы на такой стадии сукцессии, которая наиболее удобна для питания крупных фитофагов. Это поддерживало среду обитания в состоянии, комфортном для других видов. Истребление человеком мамонтов и носорогов в конце вюрма привело к ухудшению среды для существования других видов крупных зверей [4]. Так, считается, что бизоны, лошади и овцебыки при обилии мамонтов процветали и на севере, и на юге Сибири в рисс-вюрме, но испытали депрессию на рубеже голоцена [5]. Не менее трагичной считается история истребления зубра – крупнейшего сухопутного млекопитающего Европы, ареал обитания которого в неолите простирался от современных Норвегии до Болгарии с севера на юг и от Испании до Поволжья с запада на восток. Уже к XI веку эти дикие быки стали редки, что связывают не только с интенсивной охотой на них, но и с сокращением естественной среды обитания. Данные представители мегафауны живут семьями от 12 до 20 особей, непрерывно кочующих в округе радиусом несколько десятков километров. Для нормального существования одному животному требуется около 2 км² лесных угодий, которые в этот период катастрофически сокращались. В первой четверти XX века зубр находился под угрозой исчезновения, но благодаря усилиям со стороны частных лиц и зоопарков стало возможным сохранить популяцию, численность которой в настоящее время насчитывает около 8,5 тыс. особей.

Таким образом, деградация естественных ландшафтов привела к катастрофической перестройке биосферы, в первую очередь мегафауны, которая стала крупной жертвой человеческой цивилизации.

Следующий этап антропогенной трансформации связывают с сельскохозяйственной революцией: сверхэксплуатация почв, перевыпас скота, вырубка лесов привели к очередной перестройке экосистем. Результатом стало вытеснение некоторых видов флоры и фауны из мест их коренного обитания. Так, предки домашних козы и овцы – безоаровый козел и азиатский муфлон соответственно – были оттеснены в высокогорья Передней Азии и близки к уязвимому положению по классификации Международного союза охраны природы. Степной тарпан, широко распространенный в степях и лесостепях Европы, вымер из-за распашки степей под сельскохозяйственные угодья и вытеснения стадами домашних животных.

Беспрецедентным результатом перевыпаса стало расширение пустыни Сахара [6]. Подобные примеры многочисленны, в том числе и в наши дни. Так, площадь подвижных песков на границе Калмыкии и Дагестана с середины XX века увеличилась более чем на 1 млн га [7]. Водные объекты также испытывали изменения и становились причиной экологических проблем, связанных с антропогенными процессами. Из-за высокой плотности домашнего скота и развития поселений в долинах крупнейших рек возникали многочисленные паразитарные заболевания, вызванные локальным загрязнением приречных пространств, создавались благоприятные условия развития переносчиков инфекций, происходило заиливание русел. О проблеме качества питьевой воды стали задумываться в Месопотамии и Древнем Риме, где получили распространение первые акведуки. В работах [8 – 11] рассматриваются первопричины сложных взаимоотношений человека и природы, которые не теряют актуальность и сейчас: парниковый эффект, эрозия почв, интродукция объектов флоры и фауны и многие др.

Наиболее масштабной, практически необратимой и стремительной считается перестройка биосферы, связанная с последовательно сменяющимися друг друга периодами промышленных революций. Апогеем радикальных перемен стала середина XX века, когда антропогенная деятельность по своим последствиям стала сравнима с некоторыми геологическими процессами. Это отражается в глобальном изменении климата, сокращении площадей, занятых естественными экосистемами, массовом складировании отходов, в том числе пластиковых, что даже привело к возникновению нового понятия – пластисфера [12 – 16].

Направленность эволюционного процесса циклична и ведет к развитию миропорядка в целом, имеет системный характер, способствующий его сохранению и структурированию [17]. При этом в соответствии с вертикалью Снукса–Панова фазовые переходы между сменяющимися друг друга эволюционными этапами становятся все менее длительными [18]. И к моменту достижения точки сингулярности очередная глобальная перестройка биосферы будет связана с достижением ее экологической емкости [19 – 21]. Проведенный анализ исследований данного вопроса показывает, что наземная часть биосферы уже приближается к пределам емкости, поэтому очевидно смещение вектора антропогенного воздействия на ее водную часть, в том числе морскую. В силу природно-географических особенностей морской среды ее освоение идет крайне неравномерно, более того, интенсивное хозяйствование здесь началось гораздо позже по сравнению с сухопутной составляющей. Вместе с тем рыболовство, охота на морских млекопитающих и собирательство водорослей и моллюсков имеют достаточно долгую историю и известны со времен палеолита. Однако степень воздействия на морские экосистемы несравнимо ниже такового на наземные, что связано в том числе и с техническими сложностями [22].

Одно из первых негативных проявлений воздействия человека на морскую среду связано с развитием транспортного сообщения между крупными урбанизированными очагами, расположенными на побережьях.

На разных континентах данный процесс происходил неодинаково, однако реализовывался по единому сценарию: сокращение размеров ареалов обитания, количества особей, иногда вплоть до полного исчезновения. И подобным ярким примером является атлантический лосось, популяция которого существенно сократилась из-за чрезмерного вылова и изменения среды обитания [23]. Морская мегафауна испытала на себе антропогенный пресс существенно позже, чем сухопутная, но для многих представителей он стал фатальным. Всего за 27 лет была полностью уничтожена стеллерова корова – крупное морское млекопитающее отряда сирен. Поведенческие особенности и условия обитания обусловили столь быстрое ее истребление, и вряд ли лучше можно описать процесс вымирания, сделанный морским зоологом Виктором Бланшаром Шеффером: «Стеллерова корова умерла, и мир вновь стал чуть более одиноким местом» [24]. Следующим глобальным экологическим кризисом Мирового океана, приведшем к перестройке морских экосистем, считается катастрофическое сокращение численности крупнейших морских млекопитающих – китов. Китобойный промысел, несмотря на достаточно длительную историю, приобрел промышленный размах в конце XIX – начале XX века. Так, за 60 лет промысла популяция синего кита сократилась на порядок, всего было уничтожено около 2 млн особей китообразных, совокупная масса которых вдвое превышала массу всех диких млекопитающих суши [25]. Гибель китов привела к парадоксальному результату: численность кривого, основной продуктовой базы китов, вместо предполагаемого роста снизилась более чем на 80 %. Исследование данного феномена показало, что это связано с прекращением поступления обратно в морскую среду продуктов жизнедеятельности китов, повышающих продуктивность экосистемы [26]. Наряду со снижением числа крупнейших морских млекопитающих вследствие интенсивного рыболовства сократились запасы калифорнийской сардины и атлантической трески, промысел которых был прекращен в 50-х и 90-х годах XX века соответственно, что также привело к перестройке морских экосистем в Северной Атлантике. Также отмечается малозаметное, но устойчивое сокращение разнообразия акул и скатов.

Начало XXI века ознаменовалось расцветом аква- и марикультуры, казалось бы, экологичных и неистощительных видов природопользования. Морские фермы заняли значительные акватории в прибрежных районах Норвегии, Шотландии, Канады, США, Японии, Южной Кореи, Китая, Индонезии и других государств. Доля выращиваемых гидробионтов за последние 40 лет сравнялась с долей вылова так называемых «диких» гидробионтов и по прогнозам ФАО (*англ.* Food and Agriculture Organization (FAO) – продовольственная и сельскохозяйственная организация) в ближайшее десятилетие превысит его [27 – 31]. Негативные результаты фермерства проявляются уже сейчас в виде «гомогенизации» морских экосистем и появлении «монотонных» морских агросистем. Новым вызовом от воздействия деятельности человека на морскую среду стали твердые отходы, в том числе от рыболовства и аквакультуры [32]. В первую очередь это касается поступления в среду полимерных материалов, применение которых, начиная с 50-х годов XX столетия, растет в геометрической прогрессии

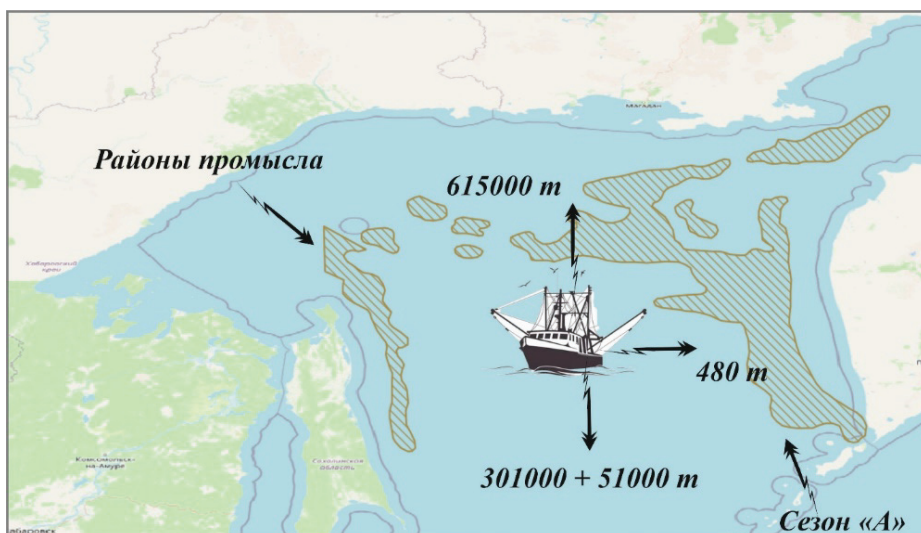


Рис. 1. Суммарное ежегодное количество отходов на промысле минтая в сезон «А»

и которые массово применяются в том числе при организации рыбопромысловой деятельности [33]. Под воздействием морской воды, ветра, солнечных лучей и температуры они теряют целостность, распадаясь на микроскопические фрагменты, широко известные как микропластик, создавая угрозу физического и химического воздействия как на живых представителей экосистемы, так и на ее абиотическую составляющую [34, 35]. Все это в совокупности ускоряет процесс достижения точки сингулярности, последствия которого могут поставить под угрозу существование человечества. Так, анализ суммарного количества отходов, образуемых во время промысла минтая в сезон «А», проходящего ежегодно с января по апрель в северо-восточном секторе Охотского моря, показал, что в окружающую среду поступает около 480 т синтетических отходов, не менее 615 000 т выбросов в атмосферный воздух, более 301 000 т отходов рыбопереработки и 51 000 т сточных, в том числе нефтесодержащих, вод (рис. 1).

Заключение

Как показывает проведенный анализ, продолжительность эволюционных этапов, связанных с антропогенными перестройками прибрежно-морских экосистем, значительно меньше по сравнению с наземными. При этом следует отметить, что наиболее существенные трансформации приурочены к центрам происхождения культурных растений, выявленных Н. И. Вавиловым в 30-х годах XX века (рис. 2). Для этих же районов характерны достаточно высокие плотности населения и развитие инфраструктуры, что приводит к повышению степени риска возникновения областей экологической напряженности и ускорению процессов деградации экосистем.

Оценка суммарного количества отходов, образуемых только от промысла минтая в Охотском море, составляет более 967 480 т ежегодно.

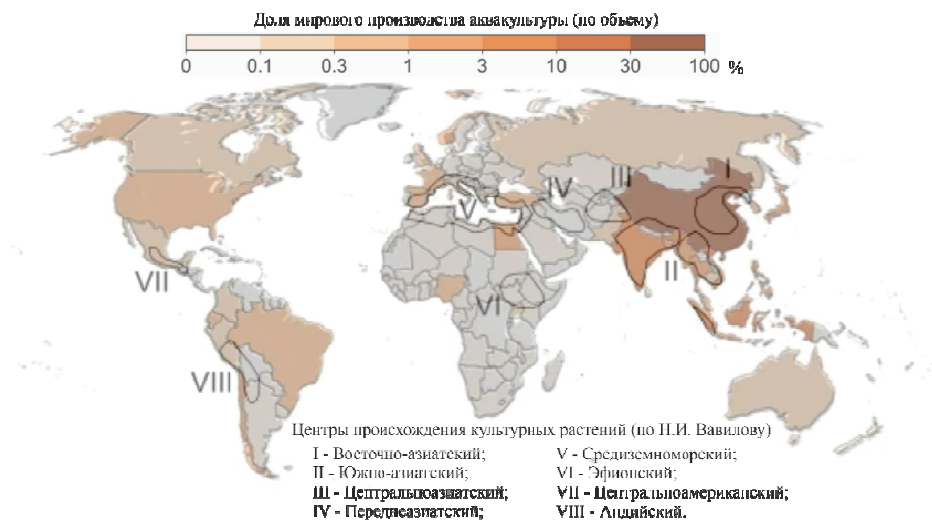


Рис. 2. Мировые центры происхождения культурных растений и современное развитие аквакультуры

При этом только 480 т подлежат обязательной сдаче в порту. Таким образом, основная масса поллютантов поступает в окружающую среду, что вносит вклад в преобразование естественного функционирования морских экосистем.

Авторы не претендуют на исчерпывающий прогноз дальнейшего развития экосистемы в целом и морской ее составляющей в частности. Вместе с тем результаты проведенного анализа и экспериментальных исследований показывают, что существующие подходы к организации природопользования, в том числе рыболовства и аквакультуры, требуют пересмотра подходов к реализации технологического процесса на каждом его этапе, особенно в части управления отходами. Рост загрязнения Мирового океана отходами рыбной промышленности вносит вклад в глобальное изменение климата, закисление океана, рост эвтрофикации, возникновение экотоксикологических рисков для морских экосистем, в том числе из-за микропластика, образовавшегося от неуправляемой утилизации орудий лова и технических средств аквакультуры. И для обеспечения экологической безопасности необходимо не просто понимание воздействия рыболовства на морские экосистемы и ее роли в трансформации гидросферы, но и разработка мер по сохранению акваторий от деградации и загрязнения.

Список литературы

1. Буровский, А. М. Первая антропогенная перестройка биосферы / А. М. Буровский // Биосфера. – 2010. – Т. 2, № 1. – С. 29–45.
2. Якуцени, С. П. Политическая экология: монография / С. П. Якуцени, А. М. Буровский. – Санкт-Петербург : АуроИнфо : Изд-во Союза писателей Санкт-Петербурга, 2011. – 528 с.
3. The Aftermath of Megafaunal Extinction: Ecosystem Transformation in Pleistocene Australia / S. Rule, B. W. Brook, S. Haberle, C. S. M. Turney, P. Kershaw,

C. N. Johnson // Science. – 2012. – Vol. 335, Is. 6075. – P. 1483–1486. doi: 10.1126/science.1214261

4. Пучков, П. В. Некомпенсированные вюрмские вымирания. Сообщение 3. Перепромысел, «недопромысел» и другие факторы / П. В. Пучков // Вестник зоологии. – 1992. – № 4. – С. 73–80.

5. Пучков, П. В. Некомпенсированные вюрмские вымирания. Сообщение 2. Преобразование среды гигантскими фитофагами / П. В. Пучков // Вестник зоологии. – 1992. – № 1. – С. 58–66.

6. Pettit H. How humans created the Sahara desert: Farming transformed the grassy plain into an arid wasteland 8,000 years ago / H. Pettit. – URL : <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4315796/How-humans-created-Sahara-desert-8-000-years-ago.html> (дата обращения: 20 июля 2025).

7. Воронцов, Н. Н. Экологические кризисы в истории человечества / Н. Н. Воронцов // Биология. – 2001. – № 40. – С. 10–11.

8. Антропо-техногенная деградация биосферы: предложения по ее преодолению : труды Российской междисциплинарной научно-практической конференции / отв. ред. Д. В. Ефременко, В. И. Герасимов, Москва, 11 ноября 2014 года. – Москва : Изд-во Института научной информации по общественным наукам РАН, 2014. – 248 с.

9. Воронцов, Н. Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н. Н. Воронцов. – Москва : Прогресс-Традиция : ABF, 1999. – 640 с.

10. Аверина, И. С. Промышленная революция и технологический уклад: сущностные характеристики, сходства и отличительные черты / И. С. Аверина // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2021. – Т. 23, № 1. – С. 52–63. doi: 10.15688/ek.jvolsu.2021.1.4

11. Экологические проблемы антропогенной интродукции растений / В. Н. Титов, В. В. Фролов, Ю. В. Бочкарева, Е. В. Губанова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 6-3(108). – С. 119–125. doi: 10.23670/IRJ.2021.108.6.081

12. Медоуз, Д. Пределы роста. 30 лет спустя : пер. с англ. / Д. Медоуз, Й. Рандерс, Д. Медоуз. – Москва : Академкнига, 2007. – 342 с.

13. Шульман, М. Г. Глобальные проблемы современности в историческом масштабе : учебное пособие / М. Г. Шульман, Н. А. Щербакова. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа. – 2018. – 200 с.

14. Пластисфера как возможный фактор глобального распространения *Vibrio cholerae* (материал для подготовки лекции) / С. О. Водопьянов, С. В. Титова, А. С. Водопьянов [и др.] // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. Журнал имени академика Н.Д. Ющука. – 2018. – Т. 7, № 3(26). – С. 109–113. doi: 10.24411/2305-3496-2018-13016

15. Жаворонкова, Н. Г. Экологические и энергетические проблемы четвертой промышленной революции: правовые аспекты / Н. Г. Жаворонкова, Ю. Г. Шпаковский // Lex Russica (Русский закон). – 2019. – № 10(155). – С. 53–62. doi: 10.17803/1729-5920.2019.155.10.053-062

16. Zettler, E. R. Life in the "Plastisphere": Microbial Communities on Plastic Marine Debris / E. R. Zettler, T. J. Mincer, L. A. Amaral-Zettler // Environmental Science & Technology. – 2013. – Vol. 47, No. 13. – P. 7137–7146. doi: 10.1021/es401288x

17. Ячменев, В. А. Направленность эволюционных процессов и управление / В. А. Ячменев // Социум и власть. – 2016. – № 2(58). – С. 104–110.

18. Панов, А. Д. Единство социально-биологической эволюции и предел ее ускорения / А. Д. Панов // Историческая психология и социология истории. – 2008. – Т. 1, № 2. – С. 25–48.

19. Панов, А. Д. Сингулярная точка истории / А. Д. Панов // *Общественные науки и современность*. – 2005. – № 1. – С. 122–137.
20. Жирмунский, А. В., Критические уровни в процессах развития биологических систем / А. В. Жирмунский, В. И. Кузьмин. – Москва : Наука, 1982. – 178 с.
21. Малинин, В. Н. Глобальный экологический кризис и климат / В. Н. Малинин // *Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета*. – 2017. – № 48. – С. 11–32.
22. Майсс, А. А. Ретроспективный анализ динамики интенсивности рыболовства в дальневосточных морях России (этап первый – от неолита до XVIII в.) / А. А. Майсс // *Научные труды Дальрыбвтуза*. – 2023. – Т. 64, № 2. – С. 7–13.
23. Climate and human exploitation have regulated Atlantic salmon populations in the River Spey, Scotland, over the last 2000 years / D. A. Sear, P. G. Langdon, M. Leng, M. E. Edwards, T. Heaton, C. Langdon, J. Leyland // *The Holocene*. – 2022. – Vol. 32, No. 8. – P. 780–793. doi: 10.1177/09596836221095983
24. Койвисто, А. Человек и его корова: Роковая экспедиция натуралиста Георга Стеллера : перевод с финского / А. Койвисто. – Москва : Паулсен, 2023. – 296 с.
25. Йонг, Э. The Atlantic: огромная экологическая проблема, которую оставил после себя китобойный промысел и варианты ее решения / Э. Йонг. – URL : <https://theidealist.ru/whaleproblem/> (дата обращения: 20.07.2025).
26. Baleen whale prey consumption based on high-resolution foraging measurements / M. S. Savoca, M. F. Czapanskiy, S. R. Kahane-Rapport [et al.] // *Nature*. – 2021. – Vol. 599, No. 7883. – P. 85–90. doi: 10.1038/s41586-021-03991-5
27. Майсс, А. А. Совершенствование системы управления отходами рыбной промышленности: на примере промысла минтая в Охотском море : дис. ... канд. техн. наук : 1.5.15 / Майсс Артур Айварович. – Владивосток, 2024. – 208 с.
28. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2024. «Голубая трансформация» в действии. – URL : <https://www.fao.org/publications/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/ru> (дата обращения: 20.09.2025).
29. The Spatial Expansion and Ecological Footprint of Fisheries (1950 to Present) / W. Swartz, E. Sala, S. R. Tracey, R. Watson, D. Pauly // *PLOS One*. – 2010. – Vol. 5, No. 12. – P. e15143. doi: 10.1371/journal.pone.0015143
30. Evaluating the sustainability and environmental impacts of trawling compared to other food production systems / R. Hilborn, R. O. Amoroso, J. Collie, J. Hiddink, M. Kaiser, T. Mazon, R. McConnaughey, A. Parma, C. Pitcher, M. Sciberras, S. Petri // *ICES Journal of Marine Science*. – 2023. – Vol. 80, No. 6. – P. 1567–1579. doi: 10.1093/icesjms/fsad115
31. Fish to 2030: Prospects for Fisheries and Aquaculture. World Bank Report Number 83177-Glb / Agriculture and Environmental Services Discussion Paper 03. World Bank, Washington, DC. – 2013. – URL : <https://www.fao.org/4/i3640e/i3640e.pdf> (дата обращения: 20.09.2025).
32. Отходы рыбопромыслового флота и их влияние на морскую среду / А. А. Майсс, Н. А. Майсс, Я. Ю. Блиновская, М. В. Высоцкая // *Гидрометеорология и экология*. – 2023. – № 72. – С. 512–524. doi: 10.33933/2713-3001-2023-72-512-524
33. Майсс, А. А. Обзор подходов к управлению отходами промышленного рыболовства / А. А. Майсс, Н. А. Майсс, Я. Ю. Блиновская // *Научно-практические вопросы регулирования рыболовства : материалы Национальной научно-технической конференции, Владивосток, 17–18 мая 2023 года*. – Владивосток, 2023. – С. 35–41.

34. Козловский, Н. В. Микропластик– макропроблема мирового океана / Н. В. Козловский, Я. Ю. Блиновская // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 10-1. – С. 159–162.

35. Микропластик в морской среде / И. П. Чубаренко, Е. Е. Есюкова, Л. И. Хатмуллина [и др.]. – Москва : Научный мир, 2021. – 520 с.

References

1. Burovskiy A.M. [The first anthropogenic restructuring of the biosphere], *Biosphera* [Biosfera], 2010, vol. 2, no. 1, pp. 29-45. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Yakutseni S.P., Burovskiy A.M. *Politicheskaya ekologiya: monografiya* [Political Ecology: Monograph], St.-Petersburg: AuroInfo: Izdatel'stvo Soyuza pisateley Sankt-Peterburga, 2011, 528 p. (In Russ.)

3. Rule S., Brook B.W., Haberle S., Turney C.S.M., Kershaw P., Johnson C.N. The Aftermath of Megafaunal Extinction: Ecosystem Transformation in Pleistocene Australia, *Science*, 2012, vol. 335, is. 6075, pp. 1483-1486. doi: 10.1126/science.1214261

4. Puchkov P.V. [Uncompensated Würm extinctions. Message 3. Overhunting, "underhunting" and other factors], *Vestnik zoologii* [Bulletin of Zoology], 1992, no. 4, pp. 73-80. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Puchkov P.V. [Uncompensated Würm extinctions. Message 2. Transformation of the environment by giant phytophages], *Vestnik zoologii* [Bulletin of Zoology], 1992, no. 1, pp. 58-66. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Available at: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4315796/How-humans-created-Sahara-desert-8-000-years-ago.html> (accessed 20 July 2025).

7. Vorontsov N.N. [Environmental crises in the history of mankind], *Biologiya* [Biology], 2001, no. 40, pp. 10-11. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Efremenko D.V., Gerasimov V.I. (Eds.) *Antropo-tekhnogennaya degradatsiya biosfery: predlozheniya po yeye preodoleniyu: trudy Rossiyskoy mezhdistsiplinarnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Anthropogenic degradation of the biosphere: proposals for overcoming it: Proceedings of the Russian Interdisciplinary Scientific and Practical Conference], Moscow, 11 November 2014, Moscow: Izdatel'stvo Instituta nauchnoy informatsii po obshchestvennym naukam RAN, 2014, 248 p. (In Russ.)

9. Vorontsov N.N. *Razvitiye evolyutsionnykh idey v biologii* [Evolution of evolutionary ideas in biology], Moscow: Progress-Tradisia, 1999, 640 p. (In Russ.)

10. Averina I.S. [Industrial revolution and technological order: essential characteristics, similarities, and distinctive features], *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Bulletin of Volgograd State University. Economics], 2021, vol. 23, no. 1, pp. 52-63. doi: 10.15688/ek.jvolsu.2021.1.4 (In Russ., abstract in Eng.)

11. Titov V.N., Frolov V.V., Bochkareva Yu.V., Gubanova Ye.V. [Environmental problems of anthropogenic plant introduction], *Mezhdunarodny nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2021, no. 6-3(108), pp. 119-125. doi: 10.23670/IRJ.2021.108.6.081 (In Russ., abstract in Eng.)

12. Medouz D.Kh., Randers Y., Medouz D.L. *Predely rosta. 30 let spustya* [Growth limits. 30 years later], Moscow: Akademkniga, 2007, 342 p. (In Russ.)

13. Shul'man M.G., Shcherbakova N.A. *Global'nyye problemy sovremennosti v istoricheskoy masshtabe: uchebnoye posobiye* [Global problems of our time on a historical scale: textbook], Saratov: Ay Pi Er Media, 2018, 200 p. (In Russ.)

14. Vodop'yanov S.O., Titova S.V., Vodop'yanov A.S. [et al.] [Plastisphere as a Possible Factor in the Global Spread of *Vibrio Cholerae* (Material for Lecture

Preparation)], *Infektsionnyye bolezni: novosti, mneniya, obucheniye. Zhurnal imeni akademika N.D. Yushchuka* [Infectious Diseases: News, Opinions, Training. Journal named after Academician N.D. Yushchuk], 2018, vol. 7, no. 3(26), pp. 109-113. doi: 10.24411/2305-3496-2018-13016 (In Russ., abstract in Eng.)

15. Zhavoronkova N.G., Shpakovskiy Yu.G. [Environmental and Energy Challenges of the Fourth Industrial Revolution: Legal Aspects], *Lex Russica (Russkiy zakon)*, 2019, no. 10(155), pp. 53-62. doi: 10.17803/1729-5920.2019.155.10.053-062 (In Russ., abstract in Eng.)

16. Zettler, E. R. Life in the "Plastisphere": Microbial Communities on Plastic Marine Debris / E. R. Zettler, T. J. Mincer, L. A. Amaral-Zettler // *Environmental Science & Technology*. – 2013. – Vol. 47, No. 13. – P. 7137–7146. doi: 10.1021/es401288x

17. Yachmenev V.A. [Evolution focuses and management], *Socium i vlast* [Society and power], 2016, no. 2(58), pp. 104-110. (In Russ., abstract in Eng.)

18. Panov A.D. [Unity of socio-biological evolution and the limit of its acceleration], *Istoricheskaya psikhologiya i sociologiya* [Historical psychology and sociology of history], 2008, vol. 1, no. 2, pp. 25-48. (In Russ., abstract in Eng.)

19. Panov A.D. [Singular point of history], *Obshchestvennye nauki i sovremennost* [Social sciences and modernity], 2005, no. 1, pp. 122-137. (In Russ., abstract in Eng.)

20. Zhirmunsky A.V., Kusmin V.I. *Kriticheskiye urovni v protsessakh razvitiya biologicheskikh sistem* [Critical Levels in Biological Systems Development], Moscow: Nauka, 1982, 178 p. (In Russ.)

21. Malinin V.N. [Global environmental crisis and climate], *Uchenye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta* [Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University], 2017, no. 48, pp. 11-32. (In Russ., abstract in Eng.)

22. Mayss A.A. [Retrospective analysis of the dynamics of fishing intensity in the Far Eastern seas of Russia (stage one - from the Neolithic to the 18th century)], *Nauchnye Trudy Dalrybvtuza* [Scientific works of Dalrybvtuz], 2003, vol. 64, no. 2, pp. 7-13.

23. Sear D.A., Langdon P.G., Leng M., Edwards M.E., Heaton T., Langdon C., Leyland J. Climate and human exploitation have regulated Atlantic salmon populations in the River Spey, Scotland, over the last 2000 years, *The Holocene*, 2022, vol. 32, no. 8, pp. 780-793. doi: 10.1177/09596836221095983

24. Koyvisto A. *Chelovek i yego korov. Rokovaya ekspeditsiya naturalista Georga Stellera: perevod s finskogo* [Man and His Cow: The fateful expedition of naturalist Georg Steller], Moscow: Paulsen, 2023, 296 p. (In Russ.)

25. available at: <https://theidealist.ru/whaleproblem/> (accessed 20 July 2025).

26. Savoca M.S., Czapanskiy M.F., Kahane-Rapport S.R. [et al.] Baleen whale prey consumption based on high-resolution foraging measurements, *Nature*, 2021, vol. 599, no. 7883, pp. 85-90. doi: 10.1038/s41586-021-03991-5

27. Mayss A.A. *PhD of Candidate's thesis (Engineering)*, Vladivostok, 2024, 208 p. (In Russ.)

28. Available at: <https://www.fao.org/publications/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/ru> (accessed 20 September 2025.)

29. Swartz W., Sala E., Tracey S.R., Watson R., Pauly D. The Spatial Expansion and Ecological Footprint of Fisheries (1950 to Present), *PLOS One*, 2010, vol. 5, no. 12, pp. e15143. doi: 10.1371/journal.pone.0015143

30. Hilborn R., Amoroso R.O., Collie J., Hiddink J., Kaiser M., Mazor T., Mcconnaughey R., Parma A., Pitcher C., Sciberras M., Petri S. Evaluating the sustainability and environmental impacts of trawling compared to other food production

systems, *ICES Journal of Marine Science*, 2023, vol. 80, no. 6, pp. 1567-1579. doi: 10.1093/icesjms/fsad115

31. Available at: <https://www.fao.org/4/i3640e/i3640e.pdf> (accessed 20 September 2025.)

32. Mayss A.A., Mayss N.A., Blinovskaya Ya.Yu., Vysotskaya M.V. [Fishing fleet waste and its impact on the marine environment], *Gidrometeorologiya i ecologia* [Hydrometeorology and Ecology], 2023, no. 72, pp. 512-524. doi: 10.33933/2713-3001-2023-72-512-524 (In Russ., abstract in Eng.)

33. Mayss A.A. Mayss N.A., Blinovskaya Ya.Yu. *Nauchno-prakticheskiye voprosy regulirovaniya rybolovstva: materialy Natsional'noy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Scientific and Practical Issues of Fisheries Regulation: Proceedings of the National Scientific and Technical Conference], Vladivostok, 17-18 May 2023, Vladivostok, 2023, pp. 35-41 (In Russ.)

34. Kozlovsky N.V. Blinovskaya Ya.Yu. [Microplastics as a macro problem of the World's oceans], *Mezhdunarodny zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research], 2015, no. 10-1, pp. 159-162. (In Russ., abstract in Eng.)

35. Chubarenko I.P., Esyukova E.E., Khalmullina L.I. [et al.] *Mikroplastik v morskoy srede* [Microplastics in the marine environment], Moscow: Nauchny mir, 2021, 520 p. (In Russ.)

Forecast of the Impact of Fisheries and Aquaculture on Marine Ecosystems through the Prism of Historical Development of Nature Management

© A. A. Mayss¹, Ya. Yu. Blinovskaya²✉

¹ Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russian Federation;

² Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation;

✉ blinovskaia.iaiu@dvfu.ru

Keywords: anthropogenic restructuring of ecosystems; biosphere; World Ocean; coastal-marine nature management; natural resources; fisheries and aquaculture.

Abstract: The growth of needs for biological resources, driven including by the development of the human population, leads to cardinal ecosystem transformations. A retrospective review of periods of anthropogenic restructuring of the biosphere allows making a forecast of potential ecological disasters threatening marine ecosystems. A general characteristic of the current situation and risk assessment of a new stage of human expansion into the spaces and resources of the World Ocean are presented. Understanding the development trends of coastal-marine nature management, based on historical experience, will enable the development of strategies for rational development of fisheries and aquaculture and contribute to mitigating the negative impact of economic activities on the environment.

Сведения об авторах

Майсс Артур Айварович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры промышленного рыболовства, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», Владивосток, Российская Федерация; ORCID 0009-0004-5432-397X; e-mail: mayss.aa@dgtru.ru

Блиновская Яна Юрьевна – доктор технических наук, доцент, профессор департамента природно-технических систем и техносферной безопасности, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Российская Федерация; ORCID 000-002-3137-0835; e-mail: blinovskaia.iaiu@dvfu.ru

About the author

Artur A. Mayss – Cand. Sc. (Eng.), Senior Lecturer of the Department of Industrial Fishing, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russian Federation; ORCID 0009-0004-5432-397X; e-mail: mayss.aa@dgtru.ru

Yana Yu. Blinovskaya – D. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Natural and Technical System and Technosphere Safety, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation; ORCID 000-002-3137-0835; e-mail: blinovskaia.iaiu@dvfu.ru



© Майсс А. А., Блиновская Я. Ю., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИДРОБИОНТОВ

© Н. В. Олейник¹✉, А. В. Осадчая²

¹ ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет
имени Владимира Даля», Луганск, Российская Федерация;

² ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный
университет имени К. Е. Ворошилова»,
Луганск, Российская Федерация

✉ nataliiaoliinyk80@mail.ru

Ключевые слова: гидрохимический режим водной среды; нитрификация; осетровые; токсичные соединения; установка замкнутого водоснабжения; фиторемедиация.

Аннотация: Представлен сравнительный анализ степени загрязненности химическими соединениями исходной водопроводной воды и воды в бассейне с осетровыми. Высокое содержание нитрит-, нитрат-, хлорид-, сульфат- и фосфат-ионов в водной среде обитания осетровых и на всех стадиях биологической очистки обуславливает необходимость подбора водных растений для очистки воды в установке замкнутого водоснабжения. Микрофлора в биологических фильтрах преобразует часть токсических метаболитов гидробионтов в менее токсичные соединения, которые усваиваются растениями, очищая тем самым воду.

Введение

В последнее время в Российской Федерации и во многих странах мира наблюдается сильный дефицит пресной воды и загрязнение водных ресурсов, что влечет за собой сокращение популяций ценных видов рыб. Использование современных установок с замкнутым циклом водоснабжения позволяет успешно культивировать как пресноводные, так и морские виды водных организмов. Так, сегодня большой популярностью пользуется выращивание в искусственных водоемах осетровых рыб, клариевого сома и тилапии.

Применение искусственных водоемов с замкнутым циклом водоснабжения позволяет осуществлять круглогодичное выращивание объектов аквакультуры независимо от климатических условий и низких температур окружающей среды, многократно превзойти традиционное интенсивное рыбководство по продуктивности с единицы площади водоема. Кроме этого,

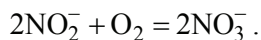
позволяет контролировать подачу и расход корма для рыб, уменьшить или полностью прекратить сброс сточных вод и упростить использование отходов жизнедеятельности рыб в качестве питательной среды для растений.

Системы замкнутого водоснабжения устанавливаются в теплоизолированных помещениях, оснащаются системой водоподготовки, контроля температуры и аэрации воды. Они представляют собой искусственную экосистему с высокой степенью замкнутости трофических цепей, которая включает основные типы живых организмов – водные животные (рыбы), растения и бактерии. Продуктами жизнедеятельности гидробионтов в воде являются растворимые азотистые, калийные, фосфорные соединения, углекислый газ, высокие концентрации которых оказывают на состояние рыбы негативное воздействие [1]. Выращивание различных видов растений в гидропонике позволяет снизить в воде концентрации перечисленных загрязняющих соединений, так как загрязненная вода является питательной средой для них. Остатки корма для рыб образуют взвеси (органическое вещество), которые накапливаются в воде, оседают на дно и загрязняют воду, делая ее более мутной.

Важным показателем оптимального режима замкнутого водоснабжения является эффективная работа фильтра биологической очистки. В биофильтре осуществляется процесс нитрификации, в результате которого нитрифицирующие бактерии рода *Nitrosomonas* окисляют катионы аммонийного азота до нитритов:



а нитрифицирующие бактерии рода *Nitrobacter* окисляют нитриты до нитратов



В анаэробных условиях гетеротрофные бактерии окисляют органическое вещество связанным кислородом нитратов и нитритов, тем самым восстанавливая ионы N^{+3} , N^{+5} до молекулярного азота N_2 и очищая воду от окисленных форм азота [2].

Анализ научных работ по теме функционирования искусственных экосистем для выращивания гидробионтов в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) показал недостаточность данных по изучению динамики гидрохимических и гидробиологических показателей оборотной воды во всех функциональных модулях системы.

Цель исследований – изучение гидрохимического режима водной среды обитания осетровых и поддержание допустимых условий работы УЗВ.

Задачи исследований:

- оценить показатели гидрохимических и гидробиологических характеристик воды в бассейне с осетровыми и в биофильтре;
- оценить возможность выращивания различных видов растительных культур на искусственных питательных средах (без почвы, без добавления удобрений) и очистки воды фиторемедиантами.

Материалы и методы

Стерлядь и ее гибрид – бестер являются основным объектом культивирования в лаборатории гидроэкологии и гидробиологии ФГБОУ ВО «Донбасский государственный технический университет» (Алчевск, ЛНР).

Бассейн наполняется отстаиванной водопроводной водой из центральной городской системы водоснабжения и каждые десять дней вода объемом $1/3$ от общего объема бассейна подменяется отстаиванной водопроводной водой, к нему подключен блок терморегуляции и воздушный компрессор (аэрация воды) (рис. 1). На выходе из бассейна обратная вода очищается (механическая очистка с помощью поролона) от нерастворимых примесей крупной и средней фракции. Блок биологической очистки обратной воды представляет собой гидропонный модуль с растениями (биофото с растениями), где обратная вода служит питательным раствором для выращивания растений, так как в ней содержатся фосфатные, азотистые и калийные соединения (основные макроэлементы для питания растений); а также модуль с пластиковой загрузкой, где микроорганизмы осуществляют процесс нитрификации и разложения органических остатков корма. Для нормального роста и развития растений над каждым гидропонным модулем монтировали по два светильника с мультиспектральными светодиодными лампами LED [1].

Отбирались образцы воды в УЗВ (в бассейне с осетровыми, биофото с растениями, биофото с пластиковой загрузкой, очищенная обратная вода на впуске в бассейн) для определения основных гидрохимических и гидро-

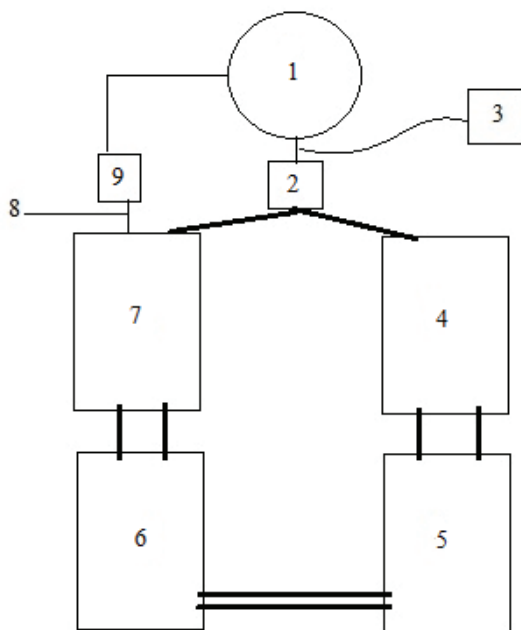


Рис. 1. Схема установки замкнутого водоснабжения:

- 1 – бассейн для рыб; 2 – механический фильтр; 3 – воздушный компрессор;
- 4 – модуль с пластиковой загрузкой; 5 – гидропонный модуль с фальш-дном;
- 6 – гидропонный модуль с растениями (биофото); 7 – биофильтр;
- 8 – водоотводная труба биофильтра; 9 – вихревой электронаос

биологических показателей (рН, общая жесткость gH, O₂ растворимый, NH₃/NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, CO₂, PO₄³⁻, Cl⁻) согласно межгосударственным стандартам с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии, фотометрического и потенциометрического методов анализа воды. Для выявления сравнительной динамики накопления загрязняющих веществ в воде полученные результаты обработаны статистическими методами и представлены в виде гистограмм.

Для оценки возможности очистки оборотной воды в биофилтре от нитрит-, нитрат-, фосфат-, сульфат- и хлорид-ионов с помощью растений использовались растения с коротким периодом вегетации, а именно: сельдерей – сорт «Яблочный», шпинат – «Виктория», листовой салат – «Тайфун», руккола – «Итальянская» и «Деликатесная», базилик – «Ред Рубин» и «Фиолетовый». Определение всхожести и энергии прорастания семян проводили согласно ГОСТу 12038–84 в термостате при температуре 20 °С в чашках Петри, в которые укладывали на смоченную фильтровальную бумагу семена и закрывали стеклянными пластинками.

Пророщенные семена растительных культур пикировали на поролоне, смоченном в оборотной воде биофилтра. Когда растения подросли, их рассаживали в гидропонные плавающие установки в ячейки с керамзитом, для каждого вида растительной культуры было задействовано 28 ячеек.

Результаты и методы

При выращивании рыбы в УЗВ необходимо следовать ряду факторов, влияющих на рост и развитие выбранных гидробионтов. В соответствии с нормативами качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения [3] необходим постоянный контроль качества воды в УЗВ по содержанию соединений аммонийного азота, нитритов, нитратов и других загрязняющих веществ с целью поддержания оптимальных условий водной среды при интенсивном выращивании рыбы.

Показатели по основным гидрохимическим и гидробиологическим параметрам, полученные в результате химического анализа отстоянной водопроводной воды и воды в бассейне с осетровыми, представлены в табл. 1. Показатели рН как в водопроводной воде, так и в бассейне находятся в пределах нормы, показатели общей жесткости превышают норму в 2,50 – 2,77 раза. Последнее подтверждает то, что повышенные показатели общей жесткости в бассейне с осетровыми связаны с загрязнением водопроводной воды водорастворимыми солями кальция и магния.

Показатели содержания азота аммиачного в водопроводной воде находятся в пределах нормы, а концентрация нитритного азота в бассейне с осетровыми превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) в 18 раз, что отрицательно влияет на темпы роста рыбы. Концентрация нитратного азота превышает норму в водопроводной воде в 9,5 раза, что обуславливает высокое содержание нитратов в водопроводной воде и необходимость очистки воды фиторемедиантами (см. табл. 1).

Таблица 1

Показатели основных гидрохимических и гидробиологических параметров в водной среде в УЗВ

Показатель	Отстоянная вода	Бассейн с осетровыми	ПДК для водных объектов [3]
Взвешенные вещества, мг/л	$5,0 \pm 0,5$	$11,0 \pm 1,1$	10
Кислотность pH	$7,3 \pm 0,1$	$7,15 \pm 0,1$	7,0...8,0
Общее содержание ионов железа, мг/л	$0,18 \pm 0,04$	$0,14 \pm 0,03$	1,0
Жесткость общая, мг/л	$17,6 \pm 2,64$	$19,4 \pm 2,91$	6,0...8,0
Азот аммиака, мг/л	$< 0,1$	$0,44 \pm 0,09$	0,5
Азот нитритов, мг/л	$< 0,003$	$1,8 \pm 0,45$	0,1
Азот нитратов, мг/л	$9,52 \pm 4,57$	$91,3 \pm 22,83$	1
Хлориды, мг/л	$277 \pm 27,7$	$347 \pm 34,7$	30
Сульфаты, мг/л	$465 \pm 46,5$	$484 \pm 48,4$	50
Фосфаты, мг/л	$< 0,005$	$10,966 \pm 1,072$	0,3
Кислород раств., мгО ₂ /л	$10,38 \pm 1,04$	$4,18 \pm 0,42$	6

Концентрация хлоридов превышает норму в водопроводной воде в 9,2 раза, а в бассейне с рыбой – в 11,6 раза. Концентрация сульфатов превышает норму в водопроводной воде в 9,3 раза, а в бассейне с осетровыми – в 9,7 раза. Это связано с высоким содержанием хлоридов и сульфатов в отстоянной водопроводной воде и обуславливает необходимость очистки воды фиторе медиантами (см. табл. 1).

Концентрация фосфатов в водопроводной воде находится в пределах нормы, а в воде бассейна превышает ПДК в 36,5 раза. Это указывает на органическое загрязнение гидросистемы, связанное с поступлением в воду избыточного количества органических веществ. Повышенное содержание фосфатов может вызывать недостаток кислорода в воде, что является губительным для жизнедеятельности осетровых.

Одним из важнейших факторов водной среды для нормального и активного развития и роста осетровых рыб в УЗВ является содержание кислорода в воде, минимальное содержание которого должно составлять не менее 6 мг/л [3]. Если насыщение воды кислородом снижается по каким-либо причинам, то темп роста рыб существенно замедляется. Содержание кислорода в бассейне с осетровыми составило 4,18 мгО₂/л, а в очищенной воде на впуске в бассейн – 10,64 мгО₂/л (см. табл. 1).

Не менее важным фактором, оказывающим существенное влияние на выращивание рыб в УЗВ, является температурный режим. Влияние данного фактора на культивируемые в УЗВ живые организмы неоднократно изучалось многими авторами. Оптимальный температурный режим для нормальной жизнедеятельности осетровых составляет 18...26 °С, при этом наблюдается увеличенное потребление и усвоение корма с интенсивным

ростом особей [4]. В лаборатории гидроэкологии и гидробиологии температура воздуха и воды в зимнее время поддерживались в пределах 19...22 °С, в летнее – 22...24 °С [1].

На рисунке 2, а представлена гистограмма сравнения концентраций азотистых (ионов аммонийного, нитритного, нитратного азота) водорастворимых соединений с ПДК в воде бассейна с рыбой, плато с растениями, плато с пластиковой загрузкой и на впуске в бассейн (очищенная оборотная вода). Показано, что концентрации ионов аммонийного азота в бассейне с осетровыми и на всех уровнях биологической очистки воды колеблются в пределах 0,2...0,44 мг/л воды, что не превышает установленные ПДК [3] и не вызывает опасности для гидробионтов в отличие от других азотсодержащих соединений. Концентрации нитритов варьируют от 0,04 мг/л в очищенной воде на впуске в бассейн до 1,8 мг/л в бассейне с осетровыми, что значительно превышает ПДК в воде. Воздействие высоких концентраций нитритного азота на осетровых вызывает кровоизлияния на стенках кишечника, потемнение жаберного эпителия рыб, некроз почек.

На основании приведенных данных (см. рис. 2, а) концентрация нитрат-ионов в воде после биологической очистки составляет 12,61 мг/л, а в бассейне с гидробионтами – 91,3 мг/л, что подтверждает значительное превышение концентраций нитрат-ионов по сравнению с ПДК, которое негативно сказывается на росте и развитии рыбы.

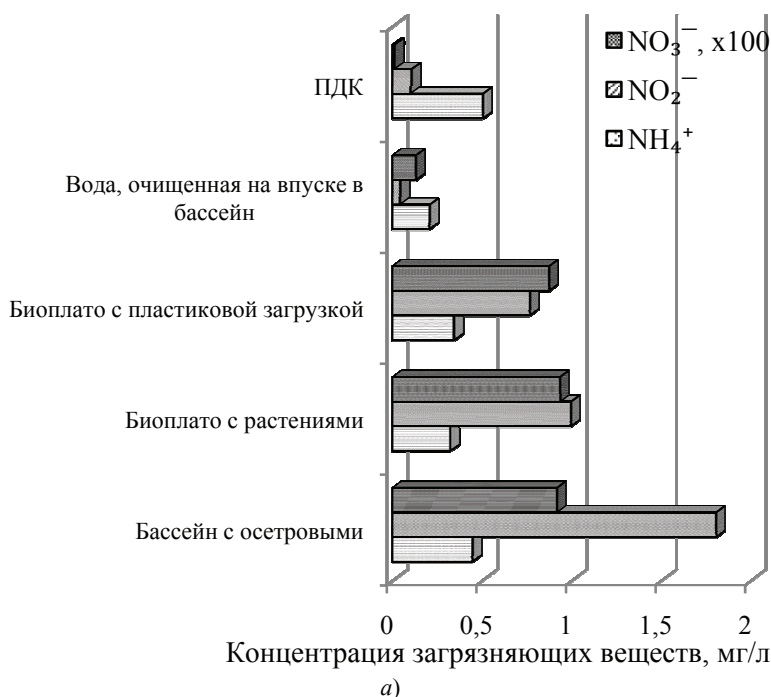


Рис. 2. Средние концентрации азотсодержащих соединений (а) в образцах воды в УЗВ (начало)

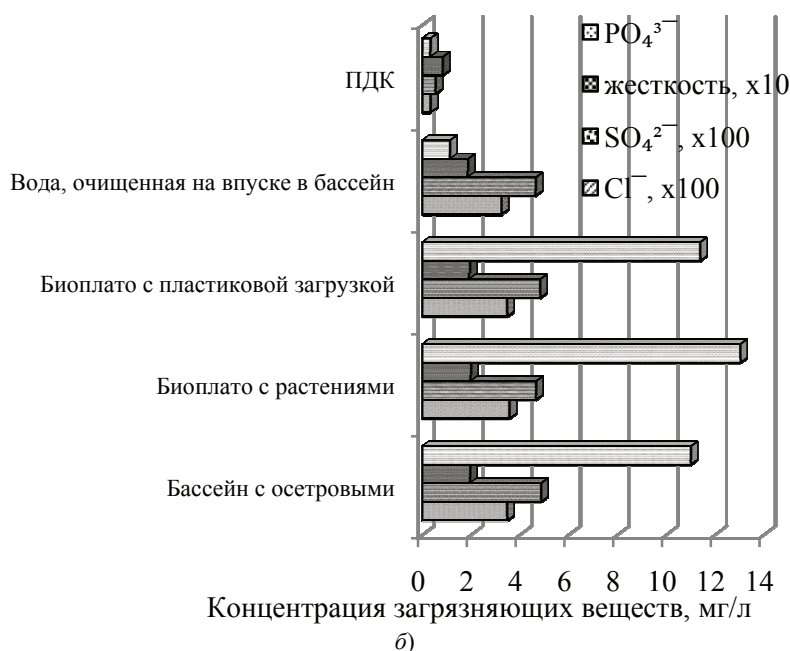


Рис. 2. Окончание. Средние концентрации загрязняющих веществ (б) в образцах воды в УЗВ

Существенное влияние на жизнедеятельность рыб имеет концентрация водородных ионов pH в воде, которая должна быть в пределах 7,0...8,0 единиц [3], что является оптимальным уровнем для активного роста и развития здоровой рыбы в УЗВ. По результатам определения pH в образцах воды в бассейне с осетровыми и на всех этапах биологической очистки показатели изменяются в пределах 7,15...7,65. Известно, что при снижении показателя до кислой среды усиливается негативное действие нитритов, а с увеличением pH в воде возрастает содержание аммиака.

Результаты химического анализа воды по содержанию фосфат-, сульфат- и хлорид-ионов, общей жесткости в бассейне с осетровыми и на всех этапах биологической очистки оборотной воды представлены на рис. 2, б. Следует отметить, что концентрации хлорид-ионов в воде превышают ПДК в 10,8 – 11,8 раза на всех участках УЗВ и необходима обязательная очистка воды, так как при увеличении уровня хлорид-ионов в плазме крови рыб выше 155 ммоль/л наблюдается гемолиз эритроцитов, что может привести к гибели рыб. Концентрации сульфат-ионов в воде превышают ПДК в 9,2 – 9,7 раза на всех участках УЗВ, поэтому необходима обязательная очистка воды, так как высокие концентрации сульфатов ведут к снижению резистентности рыб к возбудителям заболеваний и неблагоприятным условиям среды. Показатели общей жесткости в воде превышают ПДК в 2,3 – 2,45 раза на всех участках УЗВ, а концентрации фосфат-ионов – в 3,7 – 43,4 раза. Высокое содержание солей отрицательно влияет на состояние организмов и жизнедеятельность гидробионтов.

Заключение

Согласно результатам изучения возможности выращивания в гидропонных установках биофилтра растительных культур, а именно: сельдерея, шпината, листового салата, рукколы и базилика, в качестве фиторемедиантов, получен средний прирост зеленой биомассы, что ограничивает возможность проведения полного химического анализа растений на содержание нитрит-, нитрат-, хлорид-, сульфат- и фосфат-ионов в биомассе. Необходимо дальнейшее изучение проблемы и подбор высших водных растений, таких как ряска малая, валлиснерия спиралевидная и эйхорния толсточерешковая, для извлечения из оборотной воды водорастворимых соединений азота, кальция, тяжелых металлов и сульфат-, фосфат-, хлорид-, карбонат-ионов корневой системой и максимального концентрирования их в зеленой биомассе.

Список литературы

1. Использование компактных аквапонных систем в интегрированном рыбоводстве / С. С. Швыдченко, В. С. Федорова, И. А. Дубовик [и др.] // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(17). – С. 290–302.
2. Воропаева, Н. Ю. Интенсификация процесса денитрификации при биологической очистке сточных вод / Н. Ю. Воропаева, И. Ю. Шлёкова // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2018. – № 2(13). – URL : <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2018/2/00569.pdf> (дата обращения: 04.12.2025).
3. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 № 552. – URL : <https://base.garant.ru/71586774/> (дата обращения: 04.12.2025).
4. Голованов, В. К. Температурный оптимум и верхняя граница жизнедеятельности осетровых видов рыб / В. К. Голованов, И. Л. Голованова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 110–118.

References

1. Shvydchenko S.S., Fedorova V.S., Dubovik I.A. [et al.], [Use of compact aquaponic systems in integrated fish farming], *Nauchnyy vestnik Luganskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Scientific Bulletin of Luhansk State Agrarian University], 2022, no. 4(17), pp. 290-302. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Voropayeva N.Yu., Shloкова I.Yu. [Intensification of the denitrification process in biological wastewater treatment], *Elektronnyy nauchno-metodicheskiy zhurnal Omskogo GAU* [Electronic scientific and methodological journal of Omsk State Agrarian University], 2018, no. 2(13), available at: <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2018/2/00569.pdf> (accessed 04 December 2025).
3. Available at: <https://base.garant.ru/71586774/> (accessed 04 December 2025).
4. Golovanov V.K., Golovanova I.L. [Temperature optimum and upper limit of vital activity of sturgeon fish species], *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoye khozyaystvo* [Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries], 2015, no. 3, pp. 110-118. (In Russ., abstract in Eng.)

Features of Artificial Ecosystem Formation for Hydrobiont Cultivation

© N. V. Oleynik¹✉, A. V. Osadchaya²

¹ Lugansk Vladimir Dal State University, Lugansk, Russian Federation;

² Lugansk Voroshilov State Agrarian University,
Lugansk, Russian Federation

✉nataliaoliinyk80@mail.ru

Keywords: hydrochemical regime of aquatic environment; nitrification; sturgeons; toxic compounds; recirculating aquaculture system; phytoremediation.

Abstract: A comparative analysis of the degree of contamination by chemical compounds of source tap water and water in the sturgeon pool is presented. High content of nitrite-, nitrate-, chloride-, sulfate-, and phosphate ions in the sturgeon habitat aquatic environment and at all stages of biological treatment necessitates the selection of aquatic plants for water purification in a recirculating aquaculture system. Microflora in biological filters converts part of the toxic metabolites of hydrobionts into less toxic compounds, which are assimilated by plants, thereby purifying the water.

Сведения об авторах

Олейник Наталья Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры аварийно-спасательных работ, ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», Луганск, Российская Федерация; ORCID 0009-0002-9583-881X; e-mail: nataliaoliinyk80@mail.ru

Осадчая Анастасия Васильевна – аспирант кафедры экологии и природопользования, ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет им. К. Е. Ворошилова», Луганск, Российская Федерация; ORCID 0009-0004-7749-2549; e-mail: nastena_osadchay_95@mail.ru

About the author

Natalia V. Oleynik – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the Department of Emergency Rescue Operations, Lugansk Vladimir Dahl State University, Lugansk, Russian Federation; ORCID 0009-0002-9583-881X; e-mail: nataliaoliinyk80@mail.ru

Anastasia V. Osadchaya – Postgraduate Student of the Department of Ecology and Nature Management, Lugansk Voroshilov State Agricultural University, Lugansk, Russian Federation; ORCID 0009-0004-7749-2549; e-mail: nastena_osadchay_95@mail.ru



© Олейник Н. В., Осадчая А. В., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ВЫДЕЛЕНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА ИЗ СМЕСИ ПЫЛИ ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ И ПОЧВЫ: ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ И ВЛАЖНОСТИ

© Л. В. Попова¹✉, О. В. Клепиков¹,
П. С. Репин¹, А. В. Румянцев¹, В. А. Попова¹

¹ *ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Российская Федерация*
✉luba030883@yandex.ru

Ключевые слова: адсорбция; влажность; выделение формальдегида; почва; пыль МДФ; утилизация отходов; экологическая безопасность.

Аннотация: Рассмотрена возможность утилизации пыли МДФ, содержащей карбаминоформальдегидные смолы, путем ее смешения с почвой для снижения выделения формальдегида. Проведены эксперименты с образцами, содержащими 10, 20 и 30 масс. % пыли МДФ, при влажности 0 – 70 масс. %, с использованием фотоколориметрического метода анализа. Установлено, что увеличение доли почвы в смеси снижает выделение формальдегида, минимальные значения достигаются при соотношении 10 % МДФ : 90 % почвы. Показано наличие максимума при влажности около 20...30 масс. %, после чего уровень выделений уменьшается за счет адсорбции и абсорбции формальдегида почвой и почвенным раствором соответственно.

Введение

В современном производстве древесных материалов, таких как древесно-волоконные плиты средней плотности (МДФ), а также мебели на их основе важной проблемой является выделение формальдегида из связующих карбаминоформальдегидных смол (КФС) [1 – 3]. Данное органическое вещество признано канцерогенным и опасным для здоровья человека [4]. Отходы подобных производств, представляющие собой обрезь, опилки, стружку и пыль от шлифовки мебельных заготовок, также являются источником выделения формальдегида в окружающую среду.

Известны следующие способы переработки отходов МДФ: термические (сжигание, пиролиз), механические (измельчение до определенной фракции для возврата в производство древесных плит, древесно-полимерных композиций и других строительных материалов, гранулирование или прессование для получения топливных пеллет и брикетов), биологические (биоокисление микроорганизмами в процессе компостирования). На мебельных предприятиях чаще всего сжигают подобные отходы

для собственных нужд или размещают на полигонах твердых коммунальных отходов (ТКО), так как по Федеральному классификационному кадастру отходов они относятся к 4 классу опасности (3 05 313 42 21 4 обрезь разнородной древесины (например, содержащая обрезь древесностружечных и/или древесно-волоконистых плит), 3 05 313 31 20 4 опилки и стружка разнородной древесины (например, содержащие опилки и стружку древесностружечных и/или древесно-волоконистых плит).

Однако такое использование является нерациональным, так как древесные отходы широко применяются в сельском хозяйстве, а именно в земледелии. Опилки, щепы, стружка, измельченные ветки используют для мульчирования, покрытие почвы слоем отходов снижает испарение влаги [5, 6]. Древесные отходы в компостных смесях являются источником углерода [7, 8]. Внесение опилок в тяжелые глинистые почвы способствует улучшению их структуры. Таким образом, древесные отходы – ценный ресурс для земледелия, но их применение требует соблюдения определенных ключевых моментов, например, желательно использовать перепревшие материалы и учитывать породу древесины (хвойные / лиственные).

Древесно-волоконистая плита содержит в своем составе мелкодисперсную стружку древесины, следовательно, возможно рассмотреть ее применение в земледелии, однако вызывает опасение наличие в составе КФС, которые выделяют токсичные вещества. В то же время в производстве медленнодействующих азотных удобрений используются те же КФС, полимерные соединения, которые медленно разлагаются в почве, обеспечивая постепенное высвобождение азота. Удобрения пролонгированного действия на основе КФС широко применяются в сельском хозяйстве, несмотря на экологические риски, связанные с выделением свободного формальдегида в почву, который может оказать влияние на микрофлору и растения. Такие удобрения имеют определенные преимущества: минимизируют потери азота через вымывание и испарение, повышая эффективность на 10 – 13 % по урожайности, стабильны при хранении, хорошо растворимы в воде и взрывобезопасны [9, 10].

Учитывая, что в состав плит МДФ входит 8 – 10 % связующих веществ (КФС), представляет интерес рассмотреть выделение формальдегида из смеси пыли МДФ с почвой в различных соотношениях и влияние влажности на данный фактор.

Цель исследования – изучить влияние соотношения пыли МДФ и почвы, а также влажности смеси на уровень миграции формальдегида в воздух.

Материалы и методы исследования

В рамках работы проанализирован образец пыли МДФ, отобранный на производственной площадке предприятия Воронежской области, специализирующегося на изготовлении мебельных фасадов из МДФ. Анализируемый материал представляет собой мелкодисперсный порошкообразный материал, состоящий из древесных волокон с нанесенным связующим веществом.

Также в работе использовалась обедненная почва, характеризующаяся пониженным содержанием гумуса, отобранная в придорожной зоне Воронежской области. Содержание гумуса в образце почвы, определенное по методу И. В. Тюрина в модификации В. Н. Симанова, составило

4,73 масс. %, сумма обменных оснований по методу Каппена–Гильковица 31,48 ммоль/100 г почвы, содержание легкорастворимых соединений фосфора в почвенной вытяжке по методу Кирсанова 100 мг/100 г почвы.

Приготовлены три образца (смесь пыли МДФ и почвы) в соотношениях по массе МДФ : почва, %: 1 – 10 : 90; 2 – 20 : 80; 3 – 30 : 70.

Количественная оценка выделения формальдегида осуществлялась согласно методике [11], основанной на фотоколориметрическом методе анализа. Суть метода заключается в химической реакции между формальдегидом и ацетилацетоном в среде уксуснокислого аммония с образованием соединения желтого цвета. Измерения оптической плотности окрашенного раствора проводились при длине волны $\lambda = 412$ нм.

Массовая концентрация формальдегида в анализируемой пробе определялась по градуировочному графику, представляющему собой функциональную зависимость оптической плотности раствора от массы формальдегида в нем.

Расчет объемной концентрации формальдегида C , мг/м³, в исследуемом образце проводился по формуле

$$C = V/m,$$

где m – масса формальдегида во всей пробе, найденная по градуировочному графику, мг; V – объем пропущенного воздуха, м³.

Экспериментальные измерения выделения формальдегида выполнялись на специализированной лабораторной установке (рис. 1), обеспечивающей контролируемые условия отбора и анализа проб воздушной среды.

В колбу помещали исследуемые образцы смеси пыли МДФ и почвы, через которые аспиратором вводили воздух со скоростью 1,2 дм³/мин в течение 30 мин в два последовательно соединенных поглотительных сосуда Зайцева с 5 см³ поглотительного раствора. Измерения проводили при температуре помещения 25 °С. Изучение влияния влажности на миграцию формальдегида, обусловленную в том числе и гидролизом полимерной смолы, проводили также при комнатной температуре, значение влажности смеси отхода с почвой меняли от 0 до 70 масс. %.

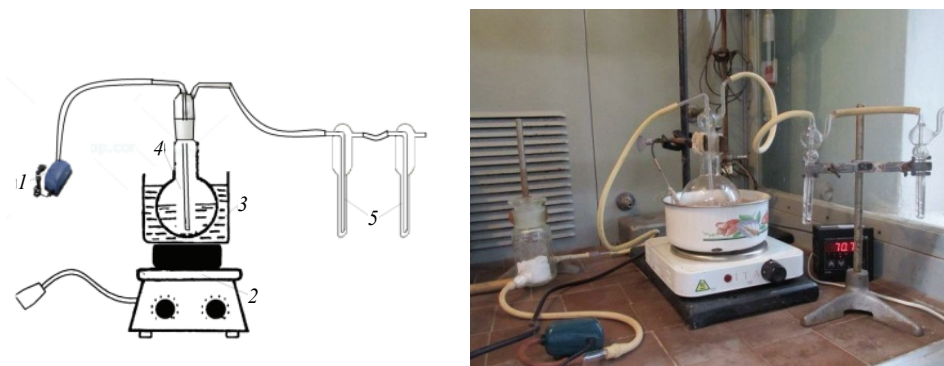


Рис. 1. Лабораторная установка для определения содержания формальдегида в пропущенном воздухе:

1 – насос; 2 – электрическая плитка; 3 – водяная баня;
4 – колба с источником формальдегида; 5 – поглотительные сосуды

Основные результаты

На рисунке 2 представлены зависимости содержания формальдегида, выделяемого 1 г пыли МДФ, в атмосферном воздухе от влажности смеси пыли МДФ с почвой для трех образцов.

Изучение влияния соотношения пыли МДФ и почвы показало, что чем больше доля почвы в смеси, тем ниже выделение формальдегида (сравнение кривых для образцов 1, 2 и 3). Смесь с соотношением 10 : 90 демонстрирует наименьшее значение, а 30 : 70 – наибольшее, что подтверждает адсорбционные свойства почвы и ее способность связывать формальдегид. С увеличением влажности смеси миграция формальдегида в воздух сначала возрастает, достигая пика при определенной влажности (около 20 – 30 %), затем снижается. Это может быть связано с двумя конкурирующими процессами: при низкой влажности адсорбция формальдегида почвой ограничена; при высокой – происходит частичная абсорбция формальдегида почвенным раствором ввиду хорошей растворимости данного газа в воде. Для всех трех образцов наблюдается точка перегиба на кривых, соответствующая максимальному выделению формальдегида при определенной влажности. Установлены значения влажности (20 – 30 масс. %), при которых адсорбция почвой и абсорбция водой формальдегида минимальны.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы: почва частично снижает выделение формальдегида из пыли МДФ, что делает ее перспективным адсорбентом для утилизации подобных отходов. Оптимальное соотношение смеси для минимизации выделения формальдегида в воздух – 10 % МДФ : 90 % почвы. При этом даже небольшое увеличение доли МДФ (до 20 %) приводит к заметному росту концентрации формальдегида в газовой фазе.

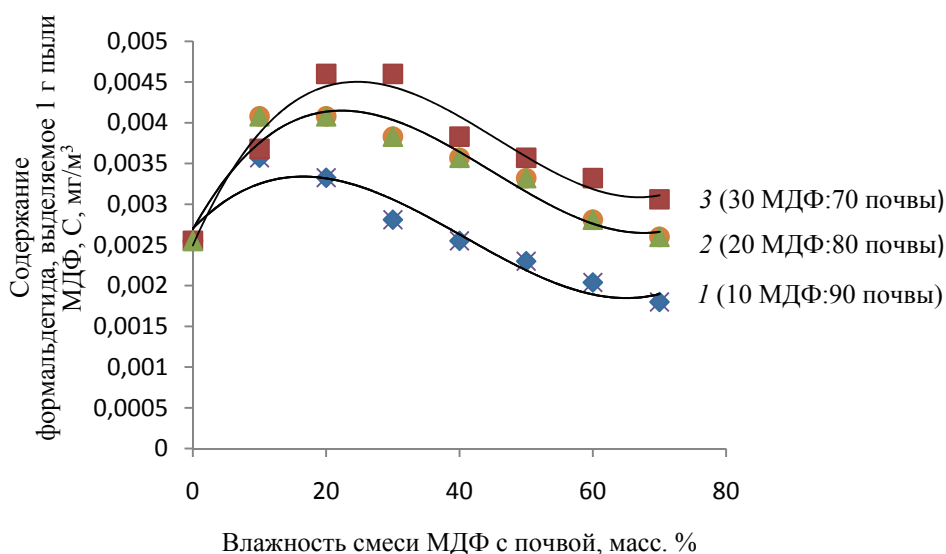


Рис. 2. Влияние соотношений пыли МДФ : почвы и влажности на выделение формальдегида

Влажность смеси является важным фактором, влияющим на миграцию формальдегида в атмосферу. Необходимо контролировать влажность при хранении и утилизации отходов, чтобы избежать увеличения выделения формальдегида. Кроме того, следует контролировать содержание формальдегида в почвенном фильтрате, так как велика вероятность перехода формальдегида в раствор.

Рост выделений формальдегида на начальном этапе увеличения влажности объясняется миграцией свободного формальдегида и гидролизом карбамидоформальдегидной смолы. Затем снижение показателей выделения формальдегида может быть объяснено физической адсорбцией формальдегида на поверхности почвенных частиц, а также поглощением газообразного формальдегида почвенным раствором, ввиду увеличения последнего за счет добавления дистиллированной воды.

Результаты исследования имеют важное прикладное значение для разработки экологически безопасных способов утилизации пыли МДФ путем смешивания с почвой. Также в дальнейшем необходимо изучить влияние добавления отходов МДФ в почву на рост и развитие растений, так как отходы МДФ содержат остаточные количества карбамидоформальдегидной смолы, являющейся источником азота – необходимого для растений элемента питания.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило возможность использования почвы как адсорбента для снижения выделения формальдегида из пыли МДФ. Установлена оптимальная комбинация параметров (соотношение 10 : 90, контроль влажности) для минимизации токсичности отходов. Полученные результаты могут быть использованы для разработки экологически безопасных технологий утилизации древесных отходов МДФ в качестве структурирующих добавок в почву и повышения экологической безопасности производства.

Список литературы

1. Разиньков, Е. М. Миграция формальдегида из древесно-стружечных плит / Е. М. Разиньков // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 4(12). – С. 117–125.
2. Плотников, С. М. Анализ эмиссии формальдегида из древесных плит / С. М. Плотников, Б. Д. Руденко // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2017. – № 50. – С. 29–32.
3. Разиньков, Е. М. Загазованность формальдегидом воздуха от производства древесно-стружечных плит / Е. М. Разиньков // Лесотехнический журнал. – 2012. – № 3(7). – С. 30–33.
4. Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ (база данных). On-line версия [Электронный ресурс]. – Москва : Филиал РПОХБВ ФБУН «ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 2024. <https://rpohv.ru/online/> (дата обращения: 10.10.2025).
5. Беховых, Ю. В. Влияние мульчирования на изменение гидротермических условий в пахотном слое чернозема выщелоченного / Ю. В. Беховых // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2(184). – С. 12–19.

6. Головунин, В. П. Влияние приема мульчирования на режим почвенной влаги, урожайность и качество ягодной продукции жимолости синей / В. П. Головунин, С. А. Замятин // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2017. – Т. 3, № 1(9). – С. 23–28.

7. Новоселов, С. И. Агроэкологическая эффективность компостов на основе древесных отходов и птичьего помета / С. И. Новоселов, Л. Э. Петров, Г. Е. Мерзлая // Плодородие. – 2022. – № 5(128). – С. 80–82. doi: 10.25680/S19948603.2022.128.20

8. Мокрушина, Н. С. Биоконверсия древесных отходов методом компостирования с получением органического удобрения / Н. С. Мокрушина, Т. С. Тарасова, И. В. Дармов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1. – С. 228–231.

9. Патент № 2619301 С Российская Федерация, МПК C05C 9/02. Способ получения медленно действующего комплексного удобрения на основе мочевиноформальдегидного полимера : № 2014152386 : заявл. 23.12.2014 : опубл. 15.05.2017 / В. И. Пархоменко, С. В. Лукашов, В. П. Гамазин, Е. Г. Цублова ; заявитель ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия».

10. Мадаминава, М. Значение применения медленнодействующих удобрений в снижении загрязнения окружающей среды / М. Мадаминава, А. Абзалов, К. Юсупалиева // Научное обозрение. Биологические науки. – 2017. – № 3. – С. 70–79.

11. РД 52.04.823–2015. Массовая концентрация формальдегида в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим методом с ацетил-ацетоном. – Введ. 2016-10-01. – Санкт-Петербург, 2016. – URL : <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/a5a/4293755241.pdf> (дата обращения: 10.03.2026.)

References

1. Razinkov E.M. [Migration of formaldehyde from particle board], *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forestry Journal], 2013, no. 4(12), pp. 117-125. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Plotnikov S.M., Rudenko B.D. [Analysis of Formaldehyde Emissions from Wood Slabs], *Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa* [Current Issues of the Forestry Complex], 2017, no. 50, pp. 29-32. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Razinkov E.M. [Formaldehyde contamination of the air from the production of chipboard], *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forestry Journal], 2012, no. 3(7), pp. 30-33. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Available at: <https://rpohv.ru/online/> (accessed 10 October 2025)

5. Bekhovyykh Yu.V. [Influence of Mulching on Changes in Hydrothermal Conditions in the Arable Layer of Leached Chernozem], *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2020, no. 2(184), pp. 12-19. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Golovunin V.P., Zamyatin S.A. [Influence of Mulching on Soil Moisture Regime, Yield, and Quality of Blue Honeysuckle Berries], *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskiye nauki* [Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic Sciences], 2017, vol. 3, no. 1(9), pp. 23-28. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Novoselov S.I., Petrov L.E., Merzlaya G.E. [Agroecological Efficiency of Composts Based on Wood Waste and Poultry Manure], *Plodorodiye* [Fertility], 2022, no. 5(128), pp. 80-82, doi: 10.25680/S19948603.2022.128.20 (In Russ., abstract in Eng.)

8. Mokrushina N.S., Tarasova T.S., Darmov I.V. [Bioconversion of Wood Waste by Composting to Produce Organic Fertilizer], *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2009, vol. 11, no. 1, pp. 228-231. (In Russ., abstract in Eng.)

9. Parkhomenko V.I., Lukashov S.V., Gamazin V.P., Tsublova E.G. *Sposob polucheniya medlenno deystvuyushchego kompleksnogo udobreniya na osnove mochevino-formal'degidnogo polimera* [Method for producing a slow-acting complex fertilizer based on urea-formaldehyde polymer], Russian Federation, 2017, Pat. 2619301 (In Russ.)

10. Madaminova M., Abzalov A., Yusupalieva K. [The Importance of Using Slow-Acting Fertilizers in Reducing Environmental Pollution], *Nauchnoye obozreniye. Biologicheskkiye nauki* [Scientific Review. Biological Sciences], 2017, no. 3, pp. 70-79. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Available at: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/a5a/4293755241.pdf> (accessed 10 March 2026)

Formaldehyde Release from a Mixture of Wood-Fiber Board Dust and Soil: Effect of Component Ratio and Moisture

© L. V. Popova¹✉, O. V. Klepikov¹, P. S. Repin¹,
A. V. Rummyantsev¹, V. A. Popova¹

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies,
Voronezh, Russian Federation

✉ luba030883@yandex.ru

Keywords: adsorption; moisture; formaldehyde emission; soil; MDF dust; waste utilization; environmental safety.

Abstract: The possibility of utilizing MDF dust containing urea-formaldehyde resins by mixing it with soil to reduce formaldehyde emission is considered. Experiments were conducted with samples containing 10, 20, and 30 wt. % MDF dust at moisture levels of 0–70 mass. %, using the photocolorimetric analysis method. It was found that increasing the soil proportion in the mixture reduces formaldehyde emission, with minimum values achieved at a 10% MDF : 90% soil ratio. A maximum was observed at moisture around 20...30 wt. %, after which emission levels decrease due to adsorption and absorption of formaldehyde by soil and soil solution, respectively.

Сведения об авторах

Попова Любовь Васильевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленной экологии и техносферной безопасности, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ), Воронеж, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-9648-7620; e-mail: luba030883@yandex.ru

Клепиков Олег Владимирович – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры промышленной экологии и техносферной безопасности, ВГУИТ, Воронеж, Российская Федерация; ORCID 0000-0001-9228-620X; e-mail: klepa1967@rambler.ru

Репин Павел Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленной экологии и техносферной безопасности, ВГУИТ, Воронеж, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-4110-2981; e-mail: rps85@bk.ru

Румянцев Александр Васильевич – студент, ВГУИТ, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: puma305@yandex.ru

Попова Валерия Алексеевна – студент, ВГУИТ, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: lera2003popova@yandex.ru

About the author

Lyubov V. Popova – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Ecology and Technosphere Safety, Voronezh State University of Engineering Technologies (VSUET), Voronezh, Russian Federation; ORCID 0000-0002-9648-7620; e-mail: luba030883@yandex.ru

Oleg V. Klepikov – D. Sc. (Biology), Professor, Professor of the Department of Industrial Ecology and Technosphere Safety, VSUET, Voronezh, Russian Federation; ORCID: 0000-0001-9228-620X; e-mail: klepa1967@rambler.ru

Pavel S. Repin – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Ecology and Technosphere Safety, VSUET, Voronezh, Russian Federation; ORCID: 00000-0002-4110-2981; e-mail: rps85@bk.ru

Alexander V. Rumyantsev – Student, VSUET, Voronezh, Russian Federation; e-mail: puma305@yandex.ru

Valeria A. Popova – Student, VSUET, Voronezh, Russian Federation; e-mail: lera2003popova@yandex.ru



© Попова Л. В., Клепиков О. В., Репин П. С., Румянцев А. В., Попова В. А., 2026.
Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

РЕАГЕНТ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО ОТХОДА В ОЧИСТКЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

© И. В. Старостина¹✉, А. С. Лушников¹,
Л. В. Денисова¹, Ю. Т. Поленяка¹

¹ ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова», Белгород, Российская Федерация
✉starostinairinav@yandex.ru

Ключевые слова: кислотная модификация; коагулянт-флокулянт комбинированный; очистка многокомпонентных сточных вод; птицеперерабатывающее производство; пыль газоочистки; сталеплавильное производство.

Аннотация: Определены оптимальные условия режима кислотной модификации пыли газоочистки, обеспечивающей максимальный переход железа из твердой фазы в раствор. Установлено, что на данный процесс положительно влияют как концентрация серной кислоты, так и соотношение пыли и раствора модификатора. Исследовано влияние условий модификации пыли и составов полученных коагулянтов-флокулянтов комбинированных на эффективность очистки многокомпонентных сточных вод предприятий АПК. Максимальная эффективность, от 86,67 до 99,15 % в зависимости от состава, достигнута при очистке сточных вод цехов убоя птице- и мясоперерабатывающих предприятий с повышенным содержанием взвешенных веществ. Показана возможность и перспективность использования в системе водоотведения реагента, полученного в результате кислотной модификации пыли газоочистки сталеплавильного производства, взамен традиционного железосодержащего коагулянта.

Введение

Рост промышленного производства и повышение уровня потребления увеличивают и количество образующихся отходов. По состоянию на 2023 г. в Российской Федерации образовано 9278,8 млн т отходов производства и потребления, из которых на территории Белгородской области – 135,467 млн т отходов. Основными источниками образования отходов являются добывающая и обрабатывающая промышленность, сельское хозяйство, перерабатывающие предприятия АПК, транспорт, и. т.д.

Согласно динамике образования отходов производства и потребления в РФ по обрабатывающим производствам (рис. 1), в период с 2020 по 2023 гг. можно отметить устойчивую тенденцию увеличения объемов образования отходов. В 2023 г. данная цифра составила 406,55 тыс. т. [1].

На долю хозяйствующих субъектов Российской Федерации по виду экономической деятельности «обрабатывающие производства» в 2023 г. пришлось 21,9 % выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками; 7,0 % суммарного объема сточных вод, сброшенных в водные объекты; 4,4 % суммарного образования отходов производства и потребления.

Предприятия металлургии при реализации собственных программ развития решают задачу сохранения окружающей среды и проводят комплекс мероприятий по сокращению негативного воздействия производственной деятельности на нее. Согласно динамике образования отходов производства и потребления в период с 2019 по 2023 гг. [2], количество отходов в Белгородской обл. в 2023 г. снизилось на 15 % по сравнению с 2022 г. (рис. 2).

Металлоинвест – мировой лидер в производстве товарного горячебрикетированного железа (ГБЖ), ведущий производитель и поставщик железорудной и металлизованной продукции, один из региональных производителей высококачественной стали. В составMetalloinvest входят ведущие горно-обогатительные предприятия России – Лебединский и Михайловский горно-обогатительные комбинаты, металлургические предприятия – Оскольский электрометаллургический комбинат и компания по вторичной переработке металла «УралМетКом».

Акционерное общество «ОЭМК им. А. А. Угарова», находящееся на территории Белгородской области, представляет собой единственное в России металлургическое предприятие полного цикла, где реализованы технология прямого восстановления железа и плавка в электропечах, позволяющие получать металл, практически свободный от вредных примесей и остаточных элементов [3]. Именно электродуговые печи являются основным источником пылегазовых выбросов и характеризуются содержа-

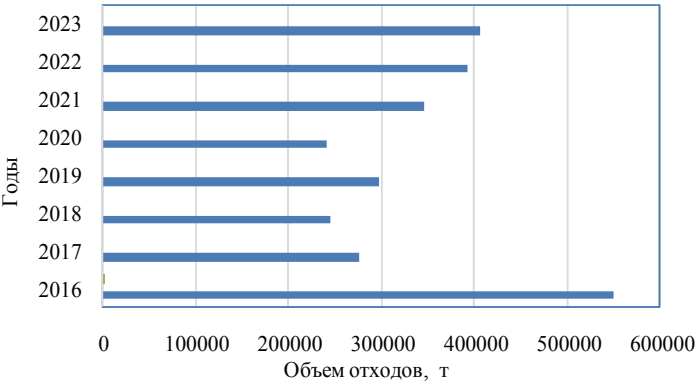


Рис. 1. Объем образования отходов производства и потребления в РФ по обрабатывающим производствам в период с 2016 по 2023 гг.

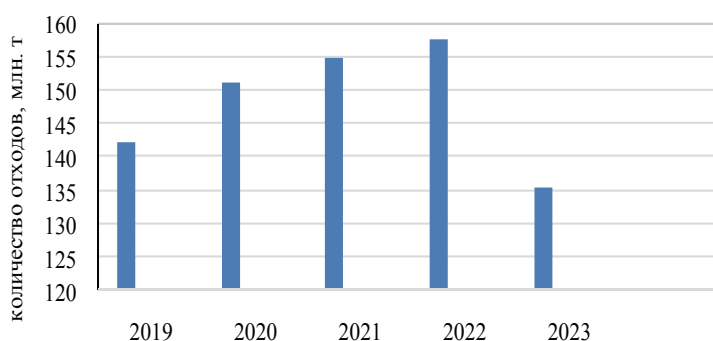


Рис. 2. Динамика образования отходов производства и потребления по Белгородской области в период с 2019 по 2023 гг.

нием СО до 70 % от общего объема образования в производстве, а выбросы пыли составляют 10...20 кг/т стали или 150 т в год [4]. Для предотвращения загрязнения окружающей среды пылегазовые выбросы отводятся от печей в газоочистную систему – рукавные фильтры, где очистка газов от пыли доводится до норм ПДК, а СО дожигается на выходе из рабочего пространства до нуля. В результате образуется пылевидный отход, характеризующийся как мелкодисперсный железосодержащий материал – до 80 % частиц имеют размер менее 1 мкм, а по химическому составу – до 50 % приходится на оксиды железа.

Введение в эксплуатацию в электросталеплавильном цехе второго модуля газоочистки от сталеплавильных печей № 1 и № 2 позволило снизить валовые выбросы в атмосферу загрязняющих веществ более чем в два раза, а концентрацию пыли в отходящих газах уменьшить в три и более раз. При этом запыленность на рабочих местах сталеваров снизилась в среднем вдвое [5]. Но это в свою очередь отразилось на увеличении образования и накопления отхода газоочистки.

В целях предотвращения негативного воздействия металлургического производства на окружающую среду проводятся исследования по переработке и использованию пыли. Известно ее использование в качестве сырья для получения цинка и свинца. Применение высокотемпературного способа обработки пыли позволяет достигнуть степени их извлечения 97 – 99 % при отсутствии значительных потерь железа [6].

В работе [7] рассматривается использование пыли в качестве модифицирующей добавки керамических масс производства керамического кирпича. Показано, что железистые компоненты пыли позволяют увеличить прочность керамического кирпича и корректировать цветовую гамму – цвет изменяется от бледно-розового до светло-шоколадного в зависимости от количества вводимой добавки.

В работе [8] представлены исследования процесса восстановления железа из железосодержащих побочных продуктов металлургического производства АО «ВМЗ», которые показали, что процесс восстановления железа углеродом начинается при температуре свыше 600 °С и полностью завершается при температуре 1100 °С, а длительность процесса восстановления железа зависит от скорости достижения требуемой температуры.

Повышение температуры влечет за собой увеличение степени металлизации брикетов и растворимости углерода в железе, что позволяет получать не просто восстановленное железо, а вторичный чугу́н с переходом металла из твердофазного в жидкофазное состояние. Таким образом, появляется возможность определить тип и параметры агрегата для восстановления железа в зависимости от желаемого конечного результата – степени восстановления железа, степени науглероживания металла и выбора между твердофазным и жидкофазными процессами.

Результаты, представленные авторами в работе [9], показали, что основными направлениями использования мелкодисперсных отходов электросталеплавильного производства является собственное производство. Возможность утилизации пыли в агломерационном процессе ограничена, так как электросталеплавильная пыль имеет значительные колебания в химическом составе в зависимости от марки выплавляемой стали, а также содержит большое количество цветных металлов. Извлечение цветных металлов возможно при использовании уловленной пыли в собственном производстве.

В Германии разработан процесс переработки и утилизации пылей электрофильтров металлургических печей, основанный на непрерывной подаче в бассейн с щелочным раствором ($\text{pH} = 9,3 \dots 9,8$). В этих условиях растворимые соли цинка и свинца переходят в нерастворимые соединения. Полученная гомогенная суспензия перекачивается в смеситель, разбавляется водой (1 : 2), доводится pH среды до $8,7 \dots 9,0$. После осветления и обезвоживания шлама в фильтр-прессе образуется кек с содержанием цинка и свинца 25 – 35 и 8 – 12 % соответственно [10].

В работе [11] представлены результаты исследования по использованию пыли газоочистки сталеплавильного производства, модифицированной 1 Н раствором серной кислоты, в качестве сорбционного материала для извлечения белковых компонентов из сточных вод. Максимальная эффективность очистки – 60 % достигнута при использовании модифицированного отхода в количестве 5 г/дм^3 в интервале pH среды $2 \dots 6$.

Ранее проведенные исследования [12 – 14] показали возможность использования пыли сталеплавильного производства в качестве железосодержащего сырья для получения коагулирующих препаратов. Коагулянты (вещества, введение которых в жидкую среду, содержащую мелкие частицы, вызывают слипание частиц [15]) используются для ускорения процесса отстаивания. В большинстве случаев в качестве коагулянтов используют соли алюминия и железа. Однако по сравнению с алюминиевыми коагулянтами соли железа имеют ряд преимуществ: повышенную эффективность и более широкую зону оптимальных значений pH среды при низких температурах воды; большую гидравлическую крупность и прочность образующихся хлопьев; возможность применения для сточных вод с более широким диапазоном состава; способность устранения неприятных запахов [16].

В последние годы контроль за соблюдением нормативов очистки сточных вод предприятий мясной промышленности постоянно ужесточается. Белгородская область является крупным промышленным и сельскохо-

зяйственным регионом страны, и вопрос очистки многокомпонентных сточных вод перерабатывающих предприятий АПК стоит очень остро [17 – 19].

Многокомпонентные и высококонцентрированные сточные воды птице- и мясоперерабатывающих производств перед сбросом в систему городской канализации или направлением на биологическую очистку подвергаются физико-химическим процессам очистки с использованием коагулянтов и флокулянтов с последующим отделением образующейся взвеси напорной флотацией.

До недавнего времени в системах водоотведения предприятий АПК традиционно использовались железосодержащие коагулянты импортного производства. Но в связи с изменением политической ситуации в мире и введением санкций против Российской Федерации рынок химических реагентов для очистки сточных вод существенно изменился. Коагулянты, выпускаемые в настоящее время, очень дороги, поэтому разработка более дешевых препаратов, особенно на основе отходов производства [20], является актуальной задачей.

Цель работы – определение оптимальных условий химической модификации пыли газоочистки сталеплавильного производства, обеспечивающих максимальный переход ионов железа из твердой фазы в раствор, и определение эффективности использования продукта химической модификации для очистки многокомпонентных сточных вод птицеперерабатывающих предприятий АПК.

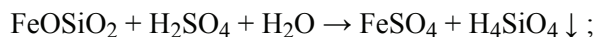
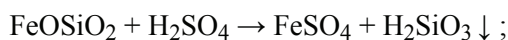
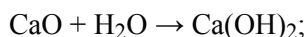
Материалы и методы

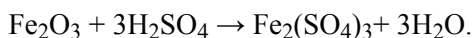
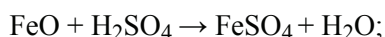
В качестве объекта исследований использовали пыль газоочистки электросталеплавильного цеха (ЭСЦ) АО «ОЭМК», г. Старый Оскол, химический состав которой следующий, масс. %: Fe_2O_3 – 47,96; CaO – 13,49; Na_2O – 11,47; SiO_2 – 6,47; K_2O – 5,52; ZnO – 5,31; MgO – 3,86; MnO – 2,0; Al_2O_3 – 0,7; Cr_2O_3 – 0,27; CuO – 0, 12. Железо в пыли находится в виде различных соединений – FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , силикатов и т. д.

В качестве модифицирующего реагента использовали растворы серной кислоты следующих концентраций – 1 Н, 2 Н, 4 Н и 6 Н. Процесс модификации проводили перемешиванием компонентов в течение 30 мин при соотношениях $\tau(\text{г}) : \text{ж}(\text{см}^3) = 1 : 3; 1 : 4; 1 : 6$ при температуре 25 °С.

Затем полученные суспензии отфильтровывали, и осадки на фильтре отмывали дистиллированной водой до нейтрального уровня pH среды и отсутствия ионов железа в промывных водах. Подготовленные таким образом осадки высушивали при температуре 105 °С и определяли их химические составы. По разнице содержания оксидов железа в исходной пыли ЭСЦ и осадках, полученных в результате кислотной модификации, оценивали степень перехода ионов железа в раствор.

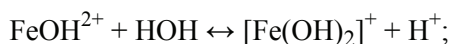
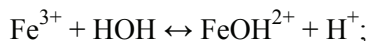
При смешивании пыли ЭСЦ и растворов H_2SO_4 происходит растворение соединений металлов по схеме:





Таким образом, можно сделать вывод, что в кислой среде в растворе после контактирования с пылью ЭСПЦ должны присутствовать ионы Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , проявляющие высокие коагуляционные свойства вследствие гидролиза.

Продукт модификации пыли ЭСПЦ содержит сульфаты железа (II) и (III), которые относятся к группе коагулянтов. Поэтому при переходе этих соединений в раствор происходит гидролиз по схеме:



После контактирования пыли с раствором кислоты происходит растворение CaO , который находится в свободном состоянии и входит в состав силикатов типа $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и $\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$, что приводит к повышению уровня pH среды, следовательно, и возможному образованию отрицательно заряженных ионов $[\text{Fe}(\text{OH})_4]^-$, $[\text{Fe}(\text{OH})_5]^{2-}$, $[\text{Fe}(\text{OH})_6]^{3-}$ и др. [21].

Кроме соединений железа, в составе пыли ЭСПЦ содержатся соединения алюминия и цинка, ионы которых в процессе модификации могут переходить в жидкую фазу и также подвергаться гидролизу по аналогичной схеме с образованием соответствующих гидроксидов. Это позволяет рассматривать полученный продукт модификации пыли в качестве коагулянта-флокулянта комбинированного (**КФК**) и использовать в системе очистки сточных вод.

С целью определения оптимальных условий получения КФК варьировали параметры кислотной модификации пыли ЭСПЦ. Полученные суспензии подвергали сушке до постоянной массы при температуре 105 °С, далее измельчали до порошкообразного состояния и использовали в качестве КФК.

Полученные порошки КФК различных составов в зависимости от условий кислотной модификации условно названы – А1, А2, Б1, Б2. Коагулянт-флокулянт комбинированный вводили в сточную воду в количествах 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2 г/дм³. В качестве сравнения использовали реагент марки Ferix-3, состоящий из сульфата железа (III), в таких же дозировках. Эффективность очистки, %, определяли по формуле

$$\Xi = \frac{M_{\text{исх}} - M_{\text{кон}}}{M_{\text{нач}}} 100\%, \quad (1)$$

где $M_{\text{исх}}$, $M_{\text{кон}}$ – мутность сточной воды соответственно исходная и конечная после очистки, NTU.

В качестве водных систем использовали реальные сточные воды цехов убой птице- и мясоперерабатывающих предприятий АПК Белгородской области. Некоторые характеристики используемых сточных вод представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Некоторые характеристики сточных вод
цехов убой птицеперерабатывающих предприятий АПК**

Сточные воды	Мутность, NTU	Взвешенные вещества мг/дм ³	Жиры, мг/дм ³	ХПК, мгО/дм ³	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³
Убойного цеха птице- перерабатывающего предприятия	1040,6	603,6	63	8850	4106
Птицеперерабатываю- щего предприятия + 3 % ливневого стока	1282,4	743,8	48	7980	3502
Предприятия по произ- водству и переработке мяса индейки	102	59,2	32	6540	2920

Перемешивание проб сточных вод объемом 500 см³ и реагентов осуществляли в стаканах объемом 1 дм³, доводили рН среды до 8 единиц добавлением 2Н NaOH. Смесь перемешивали с использованием магнитной мешалки: время быстрого перемешивания составляло 2 мин, медленного – 8 мин. Далее пробы переливали в цилиндры, время отстаивания – 1 ч.

Результаты и обсуждение

Результаты оценки влияние условий кислотной модификации пыли ЭСПЦ на процентное содержание железа показали, что концентрация серной кислоты, соотношение пыли и раствора модификатора положительно влияют на процесс растворения оксидов железа и переход ионов железа из твердой фазы в жидкую.

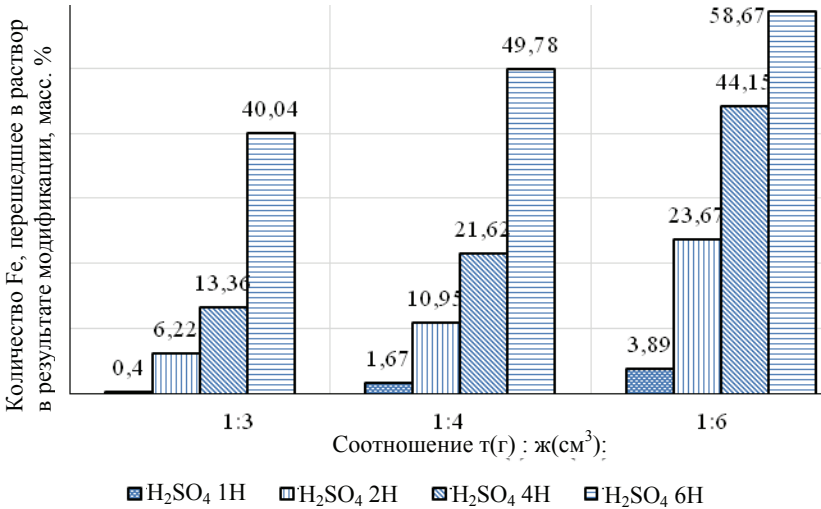


Рис. 3. Влияние условия кислотной модификации пыли ЭСПЦ на степень перехода ионов железа в растворенное состояние

В качестве оптимальных условий модификации, обеспечивающих максимальную полноту перехода ионов железа в раствор (58,7%), можно принять: концентрация серной кислоты – 6 Н, соотношение пыль (г) : раствор кислоты (см³) – 1 : 6 (рис. 3).

Результаты исследования эффективности очистки реальных многокомпонентных сточных вод предприятий АПК Белгородской области с использованием КФК различных составов в сравнении с традиционно применяемым коагулянт – сульфатом железа (III) марки Ferix-3 представлены на рис. 4.

Состав стока существенно влияет на эффективность применения КФК различных составов. Результаты показали (см. рис. 4, а), что для очистки стоков птицеперерабатывающего предприятия эффективность приме-

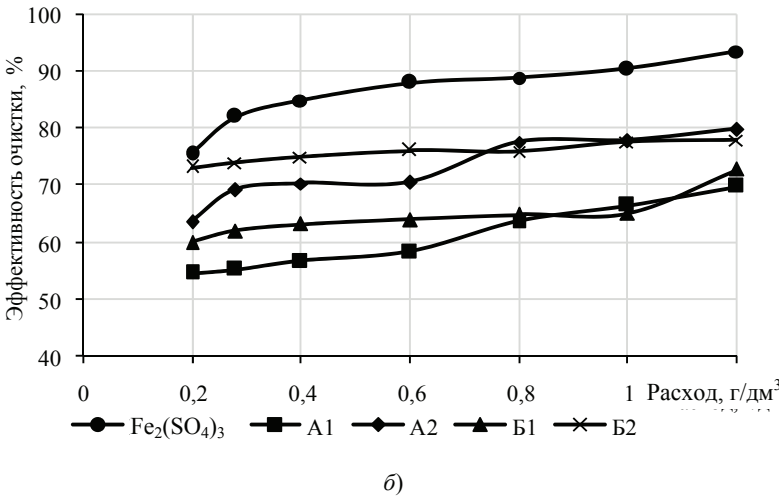
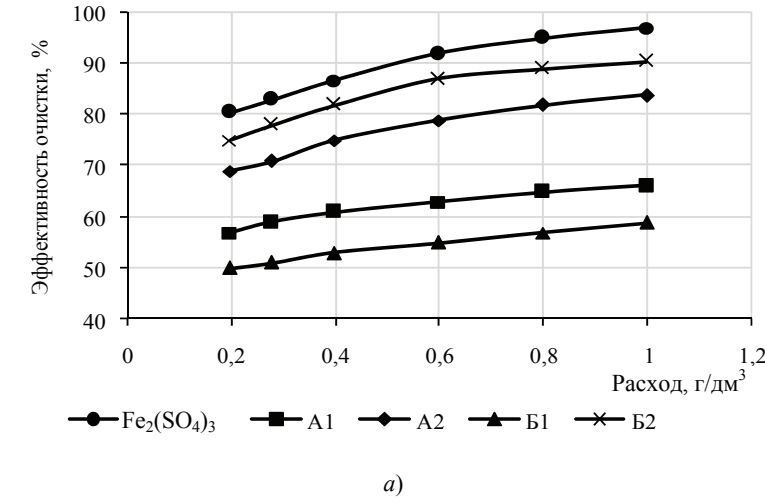


Рис. 4. Зависимости эффективности очистки сточных вод убойного цеха птицеперерабатывающего предприятия (а), предприятия по производству и переработке мяса индейки (б) от различного расхода реагентов (начало)

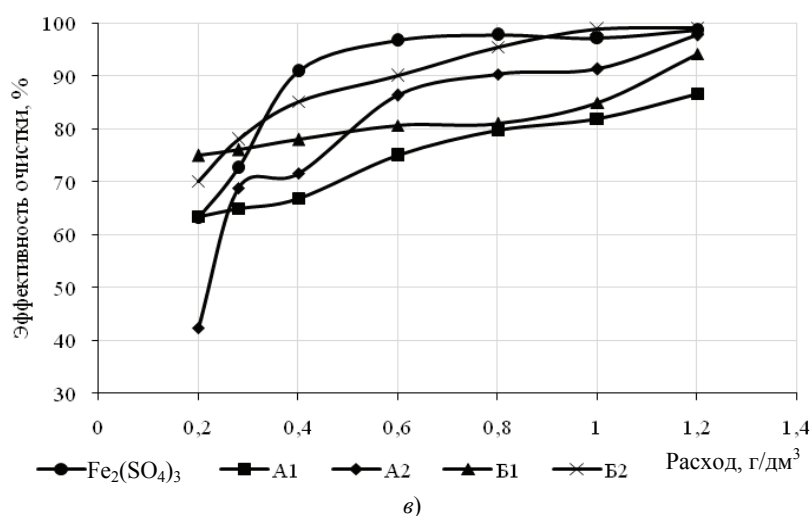


Рис. 4. Окончание. Птицеперерабатывающего предприятия + 3 % ливневого стока (в)

ния КФК с маркировкой Б2 практически сопоставима с использованием Ferix-3 – разница составляет 5 – 7 %, что указывает на возможность замены традиционного коагулянта на реагент, полученный из пыли ЭСПЦ.

Сточные воды предприятия по производству и переработки мяса индейки характеризуются низким содержанием взвешенных веществ и высокой цветностью, что обусловлено присутствием компонентов крови. В этом случае эффективность использования КФК по сравнению с $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ несколько ниже, хотя имеет достаточно высокие значения – в пределах 69,8 – 79,9 % в зависимости от состава, при расходе 1,2 г/дм³ (см. рис. 4, б).

Необходимо отметить следующее: при очистке сточных вод с повышенным содержанием взвешенных веществ, что обусловлено наличием ливневого стока в количестве около 3 % от общего объема, использование КФК при расходах в интервале 0,8...1,2 г/дм³ является более перспективным,

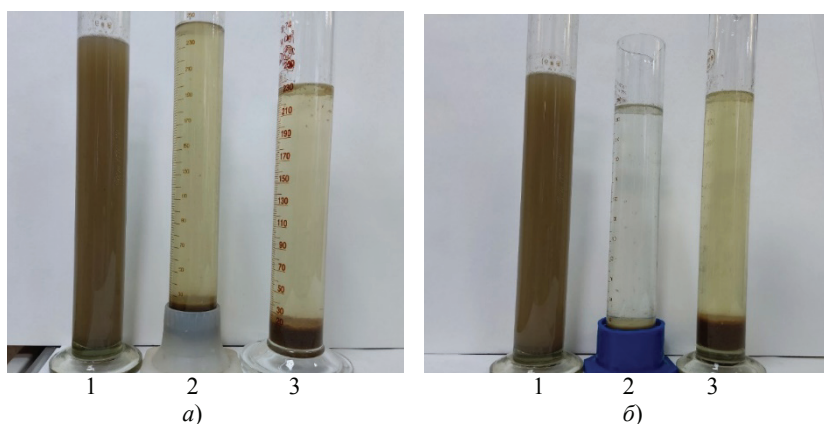


Рис. 5. Сравнительная оценка эффективности очистки стока птицеперерабатывающего предприятия + 3 % ливневого стока при использовании реагентов Б2 и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ с одинаковым расходом, г/дм³: а – 0,8; б – 1,0;

1 – исходный сток; 2, 3 – после применения реагентов Б2 и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ соответственно

чем $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – эффективность очистки изменяется в интервале 95,5 – 99,15 % (см. рис. 4, в).

Кроме того, использование реагента Б2 с расходом 1 г/дм³ приводит к значительному снижению цветности очищенной сточной воды в сравнении с применением $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (см. рис. 5).

Заключение

Продукты модификации пыли ЭСПЦ растворами серной кислоты различной концентрации содержат сульфаты железа (II) и (III), соединения алюминия, которые относятся к группе коагулянтов, и кремниевую кислоту, относящуюся к группе флокулянтов. Это позволяет рассматривать продукт модификации пыли ЭСПЦ в качестве коагулянта-флокулянта комбинированного.

Увеличение концентрации раствора серной кислоты и соотношения пыль ЭСПЦ (г) : раствор серной кислоты (см³) при модификации способствует увеличению содержания соединений железа (II) и железа (III) в растворенной форме в готовом продукте.

Эффективность применения коагулянта-флокулянта оптимального состава, полученного в результате химической модификации отхода металлургического производства, практически сопоставима с использованием коагулянта $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$ марки Ferix-3.

Наиболее эффективно использование КФК различных составов для очистки сточных вод цехов убой птице- и мясоперерабатывающих предприятий АПК с повышенным содержанием взвешенных веществ. Эффективность очистки составляет 86,67 – 99,15 % в зависимости от состава, что указывает на перспективность замены традиционного железосодержащего коагулянта на реагент, полученный в результате кислотной модификации пыли газоочистки сталеплавильного производства.

Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе Белгородского государственного технологического университета имени В. Г. Шухова с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ имени В. Г. Шухова.

Список литературы

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2024 году : государственный доклад. [Электронный ресурс]. – URL : <https://gosdoklad.mnr.gov.ru/> (дата обращения: 12.12.2025).
2. О состоянии и охране окружающей среды Белгородской области в 2023 г. : государственный доклад. – Белгород : [б. и.], 2024. – 215 с.
3. Металлоинвест : офиц. сайт [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.metalloinvest.com/about/company-profile/> (дата обращения: 12.12.2025).
4. Симонян, Л. М. Свойства электросталеплавильной пыли и анализ возможных направлений ее использования / Л. М. Симонян, А. А. Хилько, С. В. Зубкова // Электрометаллургия. – 2010. – № 8. – С. 24–28.

5. Комплекс газоочистки ОЭМК вдвое сократил количество выбросов пыли в атмосферу // Безформата [Электронный ресурс]. – URL : <https://belgorod.bezformata.com/listnews/gazoochistki-oemk-vdvoe-sokratil/47173121/> (дата обращения: 12.12.2025).
6. Римошевский, С. Л. Исследование процессов переработки пыли газоочистки сталеплавильных производств / С. Л. Римошевский, Д. А. Прокопчук, Д. М. Голуб // Литье и металлургия. – 2021. – № 1. – С. 106–113. doi: 10.21122/1683-6065-2021-1-106-113
7. Спирина, О. В. Утилизация вторичного сырья металлургического производства при модификации составов керамического кирпича / О. В. Спирина // Химия и инженерная экология – XXII : сб. трудов Междунар. науч. конф., Казань, 23–24 сентября 2022 г. – Казань, 2022. – С. 129–133.
8. Просвиркин, С. П. Исследование процесса восстановления железа из железосодержащих побочных продуктов металлургического производства АО «ВМЗ» / С. П. Просвиркин // Физико-химические основы металлургических процессов (ФХОМП 2022) : сб. тр. Междунар. науч. конф. им. академика А. М. Самарина, посвященной 120-летию со дня рождения выдающегося ученого-металлурга, академика АН СССР Самарина А. М., 265-летию со дня основания Выксунского металлургического завода и 20-летию Выксунского филиала НИТУ «МИСиС», Выкса, 10–14 октября 2022 года, Выкса, 2022. – С. 435–439.
9. Пугин, К. Г. Снижение экологической нагрузки сталеплавильного производства за счет использования мелкодисперсных железосодержащих отходов в металлургии / К. Г. Пугин // Научные исследования и инновации. – 2010. – Т. 4, № 3. – С. 64–71.
10. Троянский, А. А. Технология рециклингапылевыноса сталеплавильных агрегатов с извлечением цветных металлов / А. А. Троянский, Г. С. Клягин, В. И Ростовский // Сталь. – 2002. – № 8. – С. 119–122.
11. Использование химически модифицированного отхода металлургического производства для извлечения альбумина из водных сред / А. С. Лушников, И. В. Старостина, Е. В. Локтионова, М. А. Писклов, В. И. Сыса, Н. Ю. Кирюшина, А. А. Чепурных // Безопасность, защита и охрана окружающей среды: фундаментальные и прикладные исследования : сб. докл. Всерос. науч. конф., Белгород, 04–08 октября 2022 г. – Белгород, 2022. – С. 66–70.
12. Коагулянт на основе пыли ЭСПЦ / С. В. Свергузова, И. В. Старостина, Е. В. Суханов, Д. В. Сапронов, И. Г. Шайхиев // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 10. – С. 202–205.
13. Свергузова, С. В. Влияние условий модификации пыли ЭСПЦ на ее коагуляционные свойства / С. В. Свергузова, И. В. Старостина, Д. В. Сапронов // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 9. – С. 158–163.
14. Возможные направления использования твердого отхода электросталеплавильного производства - пыли электродуговых сталеплавильных печей / И. Г. Шайхиев, С. В. Свергузова, Л. А. Порожнюк, Л. А. Ипанов, Е. В. Суханов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 6. – С. 199–201.
15. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – Москва : Высшая школа, 2004. – 445 с.
16. Гетманцев, С. В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами / С. В. Гетманцев, И. А. Нечаев, Л. В. Гандурина. – Москва : Изд-во ассоциации строительных вузов, 2008. – 272 с.
17. Vasilenko, T. A. Chemical aspects of the obtaining of iron-containing coagulant-flocculant from electric steel melting slag from wastewater treatment / T. A. Vasilenko, A. A. Koltun // Solid State Phenomena. – 2017. – Vol. 265. – P. 403–409. doi: 10.4028/www.scientific.net/SSP.265.403

18. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва : Химия, 1971. – 456 с.
19. Натынчик, Т. М. Значение и уровни очистки сточных вод на мясоперерабатывающих предприятиях / Т. М. Натынчик, О. Н. Левшук, Т. И. Засимович // Инновационные подходы в ветеринарной и зоотехнической науке и практике : материалы Международной научно-практической интернет-конференции, Ставрополь, 1–5 февраля 2016 г. Ставрополь, 2016. – С. 519–526.
20. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих предприятий / С. В. Степанов, Т. В. Соколова, Ю. Е. Сташок, А. С. Степанов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии : сб. ст. – Самара, 2017. – С. 259–262.
21. Степанов, С. В. К вопросу очистки сточных вод птицефабрик / С. В. Степанов, Т. В. Соколова, Е. В. Стукановская // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии : сб. ст. – Самара, 2016. – С. 201–205.

References

1. Available at: <https://gosdoklad.mnr.gov.ru/> (accessed: 26 December 2025).
2. *O sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Belgorodskoy oblasti v 2023 g.: gosudarstvennyy doklad* [On the state and protection of the environment of the Belgorod Region in 2023: state report], Belgorod: [b. i.], 2024, 215 p. (In Russ.)
3. Available at: <https://www.metalloinvest.com/about/company-profile/> (accessed: 26 December 2025).
4. Simonyan L.M., Khil'ko A.A., Zubkova S.V. [Properties of electric steelmaking dust and analysis of possible directions of its use], *Elektrometallurgiya* [Electrometallurgy], 2010, no. 8, pp. 24-28. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Available at: <https://belgorod.bezformata.com/listnews/gazoochistki-oemk-vdvoe-sokratil/47173121/> (accessed 12 December 2025).
6. Rimoshevskiy S.L., Prokopchuk D.A., Golub D.M. [Study of dust processing processes from gas cleaning in steelmaking production], *Lit'ye i metallurgiya* [Casting and Metallurgy], 2021, no. 1, pp. 106-113. doi: 10.21122/ 1683-6065-2021-1-106-113 (In Russ., abstract in Eng.)
7. Spirina O.V., *Khimiya i inzhenernaya ekologiya – XXII: sb. trudov Mezhdunar. nauch. konf.* [Chemistry and Engineering Ecology - XXII: collected papers of the Int. scientific conf.], Kazan', 23-24 September 2022, Kazan', 2022, pp. 129-133. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Prosvirkin S.P., *Fiziko-khimicheskiye osnovy metallurgicheskikh protsessov (FKHOMP 2022) : sb. tr. Mezhdunar. nauch. konf. im. akademika A. M. Samarina, posvyashchennoy 120-letiyu so dnya rozhdeniya vydayushchegosya uchenogo-metallurga, akademika AN SSSR Samarina A.M., 265-letiyu so dnya osnovaniya Vyksunskogo metallurgicheskogo zavoda i 20-letiyu Vyksunskogo filiala NITU "MISiS"* [Physicochemical foundations of metallurgical processes (FKhMP 2022): collected papers of the Int. scientific conf. im. Academician A. M. Samarin, dedicated to the 120th anniversary of the birth of the outstanding metallurgist, Academician of the USSR Academy of Sciences A. M. Samarin, the 265th anniversary of the founding of the Vyksa Metallurgical Plant and the 20th anniversary of the Vyksa branch of MISiS], Vyksa, 10-14 October 2022, Vyksa, 2022, pp. 435-439. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Pugin K.G. [Reducing the environmental burden of steelmaking through the use of finely dispersed iron-containing waste in metallurgy], *Nauchnyye issledovaniya i*

innovatsii [Scientific Research and Innovation], 2010, vol. 4, no. 3, pp. 64-71. (In Russ., abstract in Eng.)

10. Troyanskiy A.A., Klyagin G.S., Rostovskiy V.I. [Technology of recycling of steelmaking units' dust with extraction of non-ferrous metals], *Stal'* [Steel], 2002, no. 8, pp. 119-122. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Lushnikov A.S., Starostina I.V., Loktionova Ye.V., Pisklov M.A., Sysa V.I., Kiryushina N.Yu., Chepurnykh A.A. *Bezopasnost', zashchita i okhrana okruzhayushchey sredy: fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya: sb. dokl. Vseros. nauch. konf.* [Safety, protection and conservation of the environment: fundamental and applied research: collection of reports of the All-Russian Scientific Conf.], Belgorod, 04-08 October 2022, Belgorod, 2022, pp. 66-70. (In Russ., abstract in Eng.)

12. Sverguzova S.V., Starostina I.V., Sukhanov Ye.V., Sapronov D.V., Shaykhiyev I.G. [Coagulant based on electric arc furnace dust], *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University], 2015, vol. 18, no. 10, pp. 202-205. (In Russ., abstract in Eng.)

13. Sverguzova S.V., Starostina I.V., Sapronov D.V. [Effect of electric arc furnace dust modification conditions on its coagulation properties], *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University], 2016, vol. 19, no. 9, pp. 158-163. (In Russ., abstract in Eng.)

14. Shaykhiyev I.G., Sverguzova S.V., Porozhnyuk L.A., Ipanov L.A., Sukhanov Ye.V. [Possible Uses of Solid Waste from Electric Steelmaking – Electric Arc Furnace Dust], *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2014, no. 6, pp. 199-201. (In Russ., abstract in Eng.)

15. Shchukin Ye.D., Pertsov A.V., Amelina Ye.A. *Kolloidnaya khimiya* [Colloid Chemistry], Moscow: Vysshaya shkola, 2004, 445 p. (In Russ.)

16. Getmantsev S.V., Nechayev I.A., Gandurina L.V. *Ochistka promyshlennykh stochnykh vod koagulyantami i flokulyantami* [Industrial Wastewater Treatment with Coagulants and Flocculants], Moscow: Izdatel'stvo assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2008, 272 p. (In Russ.)

17. Vasilenko T.A., Koltun A.A. Chemical aspects of the obtaining of iron-containing coagulant-flocculant from electric steel melting slag from wastewater treatment, *Solid State Phenomena*, 2017, vol. 265, pp. 403-409. doi: 10.4028/www.scientific.net/SSP.265.403

18. Lur'ye Yu.Yu. *Spravochnik po analiticheskoy khimii* [Handbook of Analytical Chemistry], Moscow: Khimiya, 1971, 456 p. (In Russ.)

19. Natynchik T.M., Levshuk O.N., Zsimovich T.I. *Innovatsionnyye podkhody v veterinarnoy i zootekhnicheskoy nauke i praktike: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii* [Innovative Approaches in Veterinary and Zootechnical Science and Practice: Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference], Stavropol', 1-5 February 2016, Stavropol', 2016, pp. 519-526. (In Russ., abstract in Eng.)

20. Stepanov S.V., Sokolova T.V., Stashok Yu.Ye., Stepanov A.S. *Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Stroitel'nyye tekhnologii: sb. st.* [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction technologies: collection of articles], Samara, 2017, pp. 259-262. (In Russ., abstract in Eng.)

21. Stepanov S.V., Sokolova T.V., Stukanovskaya Ye.V. *Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Stroitel'nyye tekhnologii: sb. st.* [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction technologies: collection of articles], Samara, 2016, pp. 201-205. (In Russ., abstract in Eng.)

Combined-Action Reagent Based on Iron-Containing Waste for Multi-Component Wastewater Treatment

© I. V. Starostina¹✉, A. S. Lushnikov¹,
L. V. Denisova¹, Yu. T. Polenyaka¹

¹ Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov,
Belgorod, Russian Federation

✉ starostinairinav@yandex.ru

Keywords: acid modification; combined coagulant-flocculant; multi-component wastewater treatment; poultry processing; gas cleaning dust; steelmaking production.

Abstract: Optimal conditions for acid modification of gas cleaning dust ensuring maximum transfer of iron from the solid phase to solution were determined. It was found that both sulfuric acid concentration and dust-to-modifier solution ratio positively affect this process. The influence of dust modification conditions and compositions of obtained combined coagulants-flocculants on the efficiency of multi-component wastewater treatment from agricultural enterprises was studied. Maximum efficiency, from 86.67 to 99.15% depending on composition, was achieved in treating wastewater from poultry and meat processing plant slaughter departments with elevated suspended solids content. The possibility and prospects of using a reagent obtained by acid modification of steelmaking gas cleaning dust in wastewater treatment systems as a replacement for traditional iron-containing coagulants are demonstrated.

Сведения об авторах

Старостина Ирина Викторовна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой экобиотехнологии, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», Белгород, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-4744-152X; e-mail: starostinairinav@yandex.ru

Лушников Артём Сергеевич – аспирант кафедры экобиотехнологии, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», Белгород, Российская Федерация; ORCID 0000-0001-9956-6941; e-mail: BNV59nata@yandex.ru

Денисова Любовь Васильевна – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры теоретической и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», Белгород, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-8967-5447; e-mail: loveden13@mail.ru

Поленяка Юлия Тарасовна – аспирант кафедры экобиотехнологии, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», Белгород, Российская Федерация; ORCID 0009-0006-9014-2177; e-mail: ecnata@mail.ru

About the author

Irina V. Starostina – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Ecobiotechnology, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russian Federation; ORCID 00000-0002-4744-152X; e-mail: starostinairinav@yandex.ru

Artyom S. Lushnikov – Postgraduate Student of the Department of Ecobiotechnology, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russian Federation, ORCID 0000-0001-9956-6941; e-mail: BNV59nata@yandex.ru

Lyubov V. Denisova – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Theoretical and Applied Chemistry, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russian Federation; ORCID 0000-0002-8967-5447; e-mail: loveden13@mail.ru

Yulia T Polenyaka – Postgraduate Student of the Department of Ecobiotechnology, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russian Federation; ORCID 0009-0006-9014-2177; e-mail: ecnata@mail.ru



© Старостина И. В., Лушников А. С., Денисова Л. В., Поленька Ю. Т., 2026.
Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

УДК 332.1

DOI: 10.17277/voprosy.2026.01.pp.063-074

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РФ

© Н. В. Злобина¹✉, И. А. Андреева¹

¹ ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация

✉zlobinanv@bk.ru

Ключевые слова: показатели социального мониторинга; региональные кластеры; социально-экономическая политика; уровень жизни; устойчивое развитие.

Аннотация: Рассмотрены основные документы стратегического планирования, разрабатываемые на различных уровнях управления для достижения приоритетных целей РФ. Предложен механизм согласования целевых показателей в документах, разрабатываемых в рамках целеполагания, прогнозирования, планирования и программирования на федеральном уровне, уровне федеральных округов и субъектов РФ. Разработаны рекомендации, направленные на совершенствование механизма обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов РФ. Для сокращения дисбалансов между субъектами Российской Федерации предложены такие практические рекомендации, как внедрение «базовых», «действующих» и «корректируемых» показателей социального мониторинга регионов в блок контроля за выполнением программных мероприятий, а также рекомендации по повышению устойчивости социально-экономического развития для различных типов регионов РФ.

Введение

Субъекты Российской Федерации различаются и по климатическим условиям, и по уровню социально-экономического развития, что значительно осложняет достижение приоритетной цели социально-экономического развития Российской Федерации, а именно, устойчивого развития страны в целом, а также отдельных ее регионов. В связи с этим возникает необходимость в разработке рекомендаций, направленных на совершенствование механизма обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов РФ.

Нормативно-правовое регулирование

Современная социально-экономическая политика строится исходя из необходимости вовлечения всех уровней управления в процесс достижения приоритетных целей поставленных перед Российской Федерацией, согласно Указу Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года №309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», в частности: повышение благосостояния, обеспечение экономического роста и развития, развитие талантов и воспитание социально ответственной личности [1] и т.д.

Основываясь на Федеральном законе №172-ФЗ от 28 июня 2014 года «О стратегическом планировании» [2], который в настоящее время выступает основным элементом нормативно-правовой базы, разработанной в целях регулирования социально-экономического развития Российской Федерации, можно выделить следующие документы, разработанные в рамках целеполагания, прогнозирования, планирования и программирования (табл. 1).

Значимое место в системе стратегического управления занимает Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации (далее Стратегия), определяя основные приоритеты и задачи социально-экономической политики РФ. Согласно Федеральному закону № 172-ФЗ, она «является основой для формирования и корректировки перечня государственных программ Российской Федерации» [2], так как именно в Стратегии определяются целевые показатели на долгосрочный период. Несмотря на то что попытки разработки соответствующей стратегии предпринимались, на данный момент она так и не была принята.

Однако в соответствии с Указом Президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [3] разработаны национальные проекты, где в качестве одной из приоритетных целей развития страны выделено осуществление прорывного социально-экономического развития. Поэтому при разработке направлений и конкретных мер по совершенствованию механизма обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов РФ необходим системный подход, который предусматривает согласованность показателей, мероприятий и мер в различных документах государственного стратегического планирования. Вследствие чего авторами предложены следующие практические рекомендации по совершенствованию механизма обеспечения устойчивого социально-экономического развития регионов РФ:

1. Внедрение показателей социального мониторинга регионов в блок контроля за выполнением программных мероприятий.

2. Рекомендации по повышению устойчивости социально-экономического развития для различных типов регионов РФ.

Для сглаживания региональных диспропорций, прежде всего в показателях социально-экономической дифференциации субъектов РФ, предложено установить базовые, действующие и корректируемые значения показателей социального мониторинга субъектов Российской Федерации,

Таблица 1

**Документы стратегического планирования, разрабатываемые
на различных уровнях управления**

Целеполагание	Прогнозирование	Планирование и программирование	Целеполагание по отраслевому и территориальному признаку
<i>На федеральном уровне</i>			
Ежегодное послание Президента РФ Федеральному Собранию РФ. Стратегия социально-экономического развития РФ. Документы в сфере обеспечения национальной безопасности РФ. Стратегия национальной безопасности РФ. Стратегия научно-технологического развития РФ	Прогноз научно-технологического развития РФ. Стратегический прогноз РФ. Прогноз социально-экономического развития РФ на долгосрочный период. Бюджетный прогноз РФ на долгосрочный период. Прогноз социально-экономического развития РФ на среднесрочный период	Основные направления деятельности Правительства РФ. Государственные программы РФ. Государственная программа вооружения. Схема территориального планирования РФ. План деятельности федеральных органов исполнительной власти	Отраслевые документы стратегического планирования РФ. Стратегия пространственного развития РФ. Стратегия социально-экономического развития макрорегионов
<i>На уровне субъекта РФ</i>			
Стратегия социально-экономического развития субъекта РФ	Прогноз социально-экономического развития субъекта РФ на долгосрочный период. Бюджетный прогноз субъекта РФ на долгосрочный период. Прогноз социально-экономического развития субъекта РФ на среднесрочный период	План мероприятий по реализации стратегии социально-экономического развития субъекта РФ. Государственная программа субъекта РФ. Схема территориального планирования двух и более субъектов РФ, схема территориального планирования субъекта РФ	—
<i>На уровне муниципального образования (возможна разработка, утверждение (одобрение) по решению органов местного самоуправления)</i>			
Стратегия социально-экономического развития муниципального образования	—	План мероприятий по реализации стратегии социально-экономического развития муниципального образования	—

в том числе значения минимальных социальных стандартов, соответствующих современным социально-экономическим условиям и учитывающим региональные различия. Минимальные значения показателей социального мониторинга устанавливаются на федеральном уровне (по всем группам показателей), на уровне федеральных округов (по группе показателей, характеризующих уровень жизни и занятость населения), а также на уровне субъектов Российской Федерации (по всем группам показателей) в целях повышения уровня и качества жизни населения, а также сглаживания межрегиональных различий в уровне и качестве жизни населения страны.

Минимальные значения показателей социального мониторинга устанавливаются в разрезе следующих групп показателей: уровня жизни и занятости населения, доступности объектов и услуг сфер здравоохранения, образования, культуры и спорта, комфортности жилищных условий, состояния окружающей среды, норм потребления основных продуктов питания и их доступности для отдельных категорий граждан, социальной защиты населения.

Для каждого показателя социального мониторинга необходимо установить «базовое», «действующее» и «корректируемое» значения (табл. 2).

Базовое – значение показателя, подлежащего стандартизации, достигнутое на конец периода, предшествующего периоду применения стандартов качества жизни.

Действующее – значение показателя, призванное обеспечить условия «достойной» жизни в текущих социально-экономических условиях. Действующие значения показателей устанавливаются для всей территории Российской Федерации.

Корректируемое – значение показателя, устанавливаемое на уровне федеральных округов (для группы показателей, характеризующих уровень жизни и занятость населения) с учетом основных направлений развития, определенных в Стратегии пространственного развития РФ на период до 2030 года и с прогнозом до 2036 года [4], для сглаживания различий в уровне и качестве жизни между федеральными округами Российской Федерации, а также на уровне субъектов РФ (для всех групп показателей) для сглаживания межрегиональных различий в уровне и качестве жизни населения. Корректируемые значения показателей по прочим группам на уровне субъекта РФ устанавливаются с учетом потребностей регионов. На региональном уровне необходимо определить наиболее актуальные проблемы в различных сферах, характеризующих качество жизни населения региона. Корректируемые значения устанавливаются на уровне федерального округа (для группы показателей «уровень жизни и занятость населения») и субъектов Российской Федерации (для всех групп показателей) и не могут быть ниже «действующих» значений (см. табл. 2).

Таблица 2

Показатели социального мониторинга и установление их минимальных значений на различных уровнях управления
(разработка авторов)

Группа показателей	Показатели, характеризующие группу	Значение показателей	Федеральный уровень	Уровень федерального округа	Уровень субъекта РФ
I. Уровень жизни и занятость населения	Уровень жизни и занятость населения	базовое	•	•	•
		действующее	•	–	–
		корректируемое	–	•	•
II. Доступность объектов и услуг сферы здравоохранения		базовое	•		•
		действующее	•		–
		корректируемое	–		•
III. Доступность объектов и услуг сферы образования		базовое	•		•
		действующее	•		–
		корректируемое	–		•
IV. Доступность объектов и услуг сферы культуры	Объем и качество предоставляемых населению бесплатных услуг	базовое	•		•
		действующее	•		–
		корректируемое	–		•
V. Доступность спортивных объектов и услуг		базовое	•	–	•
		действующее	•		–
		корректируемое	–		•
VI. Комфортность жилищных условий	Комфортность проживания на отдельно взятых территориях	базовое	•		•
		действующее	•		–
		корректируемое	–		•
VII. Нормы потребления основных продуктов питания и их доступность для отдельных категорий граждан	Обеспеченность полноценным питанием льготных категорий граждан	базовое	•		•
		действующее	•		–
		корректируемое	–		•
VIII. Социальная защита населения	Объем и качество оказанных населению бесплатных услуг в сфере социальной защиты	базовое	•		•
		действующее	•		–
		корректируемое	–		•



Рис. 1. Механизм согласования целевых показателей в основных документах, разрабатываемых в рамках целеполагания, прогнозирования, планирования и программирования на федеральном уровне, уровне федеральных округов и субъектов РФ (разработка авторов)

Исходя из вышеизложенного, возможны два варианта внедрения показателей социального мониторинга регионов для достижения целей устойчивого развития с применением положений подлежащего разработке и принятию Закона о стандартах качества жизни населения Российской Федерации, в системе регулирования социально-экономической политики Российской Федерации:

1. Без принятия Стратегии. Данный вариант возможен, так как разработка подобного документа, который нашел бы реальное применение, а не носил исключительно теоретический характер на долгосрочную перспективу, осложняется нестабильной ситуацией в экономике. В данном случае положения закона на федеральном уровне следует учесть при корректировке значений некоторых показателей действующих государственных программ и национальных проектов. При этом необходима согласованность целевых показателей соответствующих инструментов стратегического планирования.

2. С принятием Стратегии. В данном случае положения Закона о стандартах качества жизни необходимо учесть при разработке соответствующей стратегии (рис. 1).

Порядок применения закона на уровне федеральных округов, а также на уровне субъектов Российской Федерации одинаков для обоих вариантов. Поскольку для большинства субъектов Российской Федерации уже разработаны стратегии социально-экономического развития, следует внести коррективы в соответствующие стратегические документы с учетом значений действующих и корректируемых показателей.

Кластеризация регионов

По результатам кластерного анализа, проведенного исходя из значений 56 показателей [6], характеризующих социально-экономическое развитие 85 регионов Российской Федерации, по которым в настоящее время имеются статистические данные (по историческим регионам РФ база данных по рассматриваемым показателям еще не сформирована), предложены критерии для определения типов регионов РФ (табл. 3).

Таблица 3

Критерии для определения типов регионов на основании показателей, характеризующих устойчивое развитие субъектов РФ [5]

Наименование	Характеристика
1	2
Сверхустойчивые	<i>Город федерального значения – Москва, где сосредоточены основные финансовые ресурсы РФ:</i> – высокий уровень доходов; – низкий уровень безработицы; – высокий уровень урбанизации; – серьезные демографические проблемы; – высокий уровень загрязнения окружающей среды; – высокий миграционный прирост; – благоприятные жилищные условия; – развитая инфраструктура
Высокоустойчивые	<i>Регионы с высокой экономической отдачей:</i> – экстремальные условия труда; – высокая зависимость от добывающей промышленности; – среднедушевые доходы в этих регионах значительно превышают средние значения по РФ; – в регионах этого кластера низкий уровень безработицы; – уровень расслоения общества в данных регионах выше среднего значения по стране; – средние показатели вовлеченности граждан в спортивную и культурную жизнь; – высокий (в сравнении со средним по РФ) уровень рождаемости; – высокий уровень загрязнения окружающей среды
Устойчивые	<i>Крупные промышленные и экономические центры, привлекающие для инвестиций и миграции:</i> – регионам данного кластера присущи достаточно высокие значения показателей благосостояния, но гораздо ниже, чем в высокоустойчивых регионах и в Москве; – высокие значения показателей, характеризующих благоустройство жилищного фонда; – низкие показатели естественного прироста населения; – высокие показатели миграционного прироста; – высокий уровень загрязнения окружающей среды

1	2
Слабоустойчивые	<i>Регионы со средним уровнем социально-экономического развития со стабильной, но невысокой экономической активностью, требующие поддержки для развития инфраструктуры:</i> – регионы данного кластера отличаются развитой промышленностью и/или развитым сельским хозяйством; – заработная плата здесь значительно ниже, чем в «высокоустойчивых» и «устойчивых» регионах; – уровень расслоения общества достаточно высокий; – высокий уровень бедности (ниже, чем в неустойчивых регионах, но значительно выше, чем в остальных кластерах); – отрицательные значения коэффициента миграционного прироста, связанные с оттоком трудоспособного населения в регионы с более высоким уровнем социально-экономического развития; – низкие показатели естественного прироста населения; – показатели благоустройства жилищного фонда внутри кластера имеют значительные отличия и колеблются от крайне низких до высоких; – значения показателей вовлеченность населения в культурную и спортивную жизнь близки к средним по РФ
Неустойчивые	<i>Регионы с высокой зависимостью от федеральных субсидий:</i> – низкий уровень доходов; – в силу низкого достатка большей части населения данных субъектов РФ уровень расслоения общества ниже, чем в предыдущих кластерах; – высокий уровень безработицы; – высокий уровень бедности; – высокая доля сельского хозяйства в экономике; – высокий уровень рождаемости; – высокие показатели вовлеченности в спортивную жизнь

Практические рекомендации регионам

Для сокращения дисбалансов между субъектами Российской Федерации необходимы целевые программы поддержки слабых регионов и диверсификации экономики, в том числе и в успешных субъектах РФ, поэтому при разработке новых стратегий социально-экономического развития субъектов РФ следует учесть рекомендации:

Для «неустойчивых» регионов.

1. Усиление поддержки сельского хозяйства и малого бизнеса:

- субсидии и налоговые льготы для местных предпринимателей;
- поддержка сельского хозяйства и туризма (особенно в Республике Крым и Республиках Северного Кавказа).

2. Улучшение социальной инфраструктуры:

- строительство школ, больниц, спортивных объектов;
- программы переподготовки для снижения безработицы.

3. Привлечение инвестиций – создание особых экономических зон (в том числе для определенных отраслей экономики, например, для туризма) с льготными условиями для бизнеса. Данное направление наиболее актуально для Республик Северного Кавказа, так ряд особых экономических зон уже действует на территории Республики Крым, в Севастополе и Калининградской области.

Для «слабоустойчивых» регионов (кластер).

1. Стимулирование рождаемости и снижение оттока населения – дополнительные меры поддержки за счет средств федерального бюджета: увеличение детских пособий, поддержка молодых семей.

2. Развитие программы «Дальневосточный гектар». В состав «слабоустойчивых» регионов входят семь субъектов РФ, расположенных на Дальнем Востоке (Амурская область, Забайкальский край, Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Приморский край, Хабаровский край, Еврейская автономная область). Программа «Дальневосточный гектар» действует на территории Дальнего Востока с 2016 года и предоставляет гражданам Российской Федерации возможность бесплатно получить землю для ее освоения. На освоение участка дается пять лет, при этом граждане пользуются грантовыми и кредитными программами поддержки. Однако эффективность программы неоднозначна. С одной стороны, программа должна стимулировать развитие территорий, привлечение населения и создание новых рабочих мест, но с другой – при освоении земель граждане сталкиваются с рядом трудностей, таких как отсутствие инфраструктуры и, соответственно, высокие затраты на освоение участков. Таким образом, для эффективного развития программы необходимы дополнительные вложения из федерального бюджета на развитие транспортной и социальной инфраструктуры.

3. Диверсификация экономики:

- поддержка высокотехнологичных производств (ИТ, биотехнологии);
- развитие агропромышленного комплекса. Сельское хозяйство выступает фундаментальной составляющей устойчивого развития сельских территорий [8]. В состав слабоустойчивых регионов входят области, где успешно функционирует и развивается сельскохозяйственное производство, но не развита пищевая промышленность (мясная, молочная, мукомольная, сахарная, консервная и т.д.), а также отрасли, занимающиеся транспортировкой, хранением и продажей сельскохозяйственной продукции.

4. Экологические инициативы.

Модернизация промышленных предприятий для снижения выбросов. Все проекты отраслевого развития должны использовать наилучшие доступные технологии и подтвержденный верификатором положительный эффект воздействия проекта на окружающую среду и климат [7].

Рекомендации для «сверхустойчивого» региона – Москвы (кластер 3).

1. Децентрализация – перенос части государственных учреждений и бизнеса в Подмоскovie и другие регионы, что частично позволит решить проблему «перегруженности» населением и общественным транспортом.

2. Дальнейшее развитие «умного города» – внедрение новых цифровых технологий в управление городом. В настоящее время на территории Москвы реализуется стратегия «Умный город – 2030».

3. Социальная поддержка – доступное жилье для молодых специалистов. Высокая стоимость жизни в Москве негативно влияет на уровень рождаемости. Более высокие расходы на жилье, образование и воспитание детей в столице часто приводят к тому, что молодые люди откладывают или отказываются от рождения детей, предпочитая сначала стабилизировать свое материальное положение.

Для «высокоустойчивых» регионов.

1. Повышение качества жизни для стимуляции миграции трудоспособного населения в северные и дальневосточные регионы:

- улучшение медицинского обслуживания и образования.
- развитие транспортной инфраструктуры.
- повышение зарплат и льгот для работающих в тяжелых условиях.

2. Диверсификация экономики – развитие туризма. Многие «высокоустойчивые» регионы богаты не только полезными ископаемыми, но и своей уникальной природой. Например, Камчатский край привлекателен для туристов благодаря природному разнообразию: вулканы, горы, леса, реки, озера, морское побережье и ледники создают уникальные ландшафты. Здесь доступен как активный отдых – восхождения, сплавы, катания на лыжах и сноубордах, так и культурный туризм – знакомство с культурой коренных народов Камчатки, посещение этнографических музеев и стойбищ. Ненецкий автономный округ является одним из молодых и перспективных регионов для развития арктического туризма, а Магаданская область привлекательна для туристов своими природными красотами, богатой историей и уникальной культурой, связанной с освоением Северо-Востока России.

Для «устойчивых» регионов.

1. Диверсификация экономики для снижения зависимости от сырьевого сектора – поддержка стартапов и научных центров.

2. Экологическая модернизация – внедрение «зеленых» технологий в промышленность.

3. Развитие агломераций – создание транспортных коридоров между крупными городами.

Заключение

Полученные результаты исследования могут быть использованы федеральными органами законодательной и исполнительной власти, органами законодательной и исполнительной власти регионов Российской Федерации при разработке или корректировке документов в рамках целеполагания, планирования, программирования и прогнозирования для достижения целей устойчивого развития Российской Федерации. Практические рекомендации могут найти свое применение при реализации мер социально-экономической политики в целях сглаживания различий между регионами Российской Федерации.

Список литературы

1. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года : Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 // КонсультантПлюс. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_475991/ (дата обращения: 10.03.2026).
2. О стратегическом планировании в Российской Федерации : Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения: 10.03.2026).
3. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года (с изменениями и дополнениями) : Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 // Гарант.РУ : Информационно-правовой портал. – URL : <https://base.garant.ru/71937200/> (дата обращения: 10.03.2026).
4. Стратегия пространственного развития РФ на период до 2030 года и с прогнозом до 2036 года // Министерство экономического развития Российской Федерации : офиц. сайт. – URL : <https://www.economy.gov.ru> (дата обращения: 10.03.2026).
5. Андреева, И. А. Типология регионов Российской Федерации по уровню устойчивости социально-экономического развития / И. А. Андреева // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 11(184). – С. 438–445. doi: 10.34925/EIP.2025.184.11.073
6. Федеральная служба государственной статистики : офиц. сайт. – URL : <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 10.03.2026).
7. Попов, Н. С. Энтропийный подход к оценке рисков социально-экологической напряженности в проектах территориального развития / Н. С. Попов, А. А. Баламутова, С. Г. Толстых // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2025. – № 4(98). – С. 63–74. doi: 10.17277/voprosy.2025.04.pp.063-074
8. Основные направления и инструменты устойчивого развития сельских территорий региона / В. А. Солопов, Е. С. Мищенко, Н. В. Карамнова, В. М. Белосусов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2025. – № 3(97). – С. 95–112. doi: 10.17277/voprosy.2025.03.pp.095-112

References

1. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_475991/ (accessed 10 March 2026).
2. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (accessed 10 March 2026).
3. Available at: <https://base.garant.ru/71937200/> (accessed 10 March 2026).
4. Available at: <https://www.economy.gov.ru> (accessed 10 March 2026).
5. Andreeva I.A. [Typology of regions of the Russian Federation by the level of sustainability of socio-economic development], *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and entrepreneurship], 2025, no. 11(184), pp. 438-445. doi: 10.34925/EIP.2025.184.11.073 (In Russ., abstract in Eng.)
6. Available at: <https://rosstat.gov.ru> (accessed 10 March 2026).
7. Popov N.S., Balamutova A.A., Tolstykh S.G. [Entropy approach to assessing the risks of socio-ecological tension in territorial development projects], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2025, no. 4 (98), pp. 63-74. doi: 10.17277/voprosy.2025.04.pp.063-074
8. Solopov V.A., Mishchenko E.S., Karamnova N.V., Belousov V.M. [Key Directions and Instruments for Sustainable Development of Rural Areas in the Region], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2025, no. 3(97), pp. 95-112. doi: 10.17277/voprosy.2025.04.pp.063-074

Improving the Mechanism for Ensuring Sustainable Socio-Economic Development of Russian Federation Regions

© N. V. Zlobina¹✉, I. A. Andreeva¹

¹ Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation

✉zlobinanv@bk.ru

Keywords: social monitoring indicators; regional clusters; socio-economic policy; standard of living; sustainable development.

Abstract: This article examines the main strategic planning documents developed at various levels of government to achieve the priority goals of the Russian Federation. A mechanism for coordinating target indicators in documents developed within the framework of goal-setting, forecasting, planning, and programming at the federal, federal district, and regional levels is proposed. Recommendations are developed to improve the mechanism for ensuring sustainable socio-economic development of Russian regions. To reduce imbalances between the constituent entities of the Russian Federation, practical recommendations have been proposed, such as the introduction of “basic”, “current”, and “adjustable” indicators for regional social monitoring in the monitoring of programmatic implementation, as well as recommendations for increasing the sustainability of socioeconomic development for various types of regions in the Russian Federation.

Сведения об авторах

Злобина Наталья Васильевна – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Экономическая безопасность и качество», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-6789-4737; e-mail: zlobinanv@bk.ru

Андреева Ирина Александровна – старший преподаватель кафедры «Экономика», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-2468-5230; e-mail: andrejeva.i@yandex.ru

About the author

Natalia V. Zlobina – D. Sc. (Econ.), Professor, Professor of the Department of Economic Security and Quality, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation; ORCID 0000-0002-6789-4737; e-mail: zlobinanv@bk.ru

Irina A. Andreeva – Senior Lecturer of the Department of Economics, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation; ORCID 0000-0002-2468-5230; e-mail: andrejeva.i@yandex.ru



© Злобина Н. В., Андреева И. А., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ТАМОЖЕННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ ПРИ ВЗЫСКАНИИ ЗАДОЛЖЕННОСТИ

© О. В. Коновалова¹✉, Н. Ю. Тарасова¹

¹ ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, Российская Федерация

✉konovalova_o_v@mail.ru

Ключевые слова: АПС «Задолженность»; взыскание задолженности; декларант; межведомственное взаимодействие; таможенный орган; таможенные платежи.

Аннотация: Проведен анализ показателей, отражающих результаты работы структурных подразделений таможенных органов по ведению контролируемых процедур взыскания задолженности по таможенным платежам и пеням за период 2020 – 2024 гг. Выявлены проблемы взаимодействия таможенных органов с судами, органами ЗАГС и другими органами исполнительной власти в процессе взыскания задолженности по таможенным платежам и пеням. Определены меры по повышению качества администрирования таможенных платежей.

Введение

В современных условиях санкционного воздействия со стороны недружественных стран проблема экономической безопасности Российской Федерации становится более значимой. Деятельность таможенных органов оказывает существенное влияние на уровень защищенности экономических интересов страны. Так, Федеральная таможенная служба Российской Федерации (далее – ФТС России) за счет взимания таможенных платежей участвует в формировании доходов бюджета государства. По данным ФТС России, таможенными органами в 2024 г. в федеральный бюджет страны было перечислено 7 трлн 349 млрд р., что составило 26 % его доходной части за год [1]. По данным информационного агентства «Интерфакс», плановое задание для ФТС России по состоянию на 24 октября 2025 г. выполнено на 75 % и составило 4,5 трлн р. [2].

В целях обеспечения экономической безопасности России таможенными органами на постоянной основе ведется мониторинг поступлений денежных средств в федеральный бюджет, принимаются меры по повышению качества администрирования таможенных платежей. Важным инструментом совершенствования фискальной функции таможенных органов, включая добровольный и принудительный (взыскание) механизм уплаты таможенных платежей [3], является его оснащение электронно-циф-

ровыми сервисами администрирования таможенных операций. Единая автоматизированная система (ЕАИС) таможенных органов в режиме реального времени 24/7 позволяет ежедневно обрабатывать 69 млн цифровых сообщений и обеспечивает 100%-ю безопасность информационных ресурсов [4]. Все это способствует достаточно высокой скорости обработки отправлений. Однако на данный момент времени, в условиях действующего цифрового механизма таможенного администрирования, при взыскании задолженности по таможенным платежам все же остается ряд нерешенных проблем. Затруднения исполнения административной таможенной процедуры в ходе электронного межведомственного взаимодействия таможенных органов и органов исполнительной власти обусловлены некоторым нормативно-правовым и программно-техническим несовершенством.

Цель работы – изучение проблем при взыскании задолженности по таможенным платежам и пеням в таможенных фактического контроля и оп-ределение мер по повышению качества администрирования таможенных платежей в условиях действующего цифрового механизма обеспечения деятельности таможенных органов.

Материалы и методы исследования

В работе использованы статистические данные ежегодной отчетности таможенной службы РФ, нормативно-правовые акты в сфере таможенного законодательства, официальный сайт ФТС России, а также опыт работы Самарской таможни, являющейся таможней фактического контроля.

При подготовке работы применены теоретические методы исследования: анализ, сравнение и обобщение научных публикаций по теме исследования; инструменты аргументации: экономико-статистические методы расчета показателей, табличные и графические методы представления информации.

Результаты исследования и обсуждение

Функция таможенных органов по администрированию таможенных платежей, как процессная система, динамичная в информационно-технологическом плане и важная с позиции ее ориентированности на пополнение таможенными платежами бюджета государства не теряет актуальности в кругу исследователей. Несмотря на постоянное совершенствование таможенных технологий, в том числе с применением технологий искусственного интеллекта [5], все же остаются нерешенными проблемы в направлении администрирования таможенных платежей. Так, авторы работы [6] выделяют два уровня проблем – «законодательные и исполнительные», с которыми сталкиваются таможенные органы при администрировании таможенных платежей, включая:

– несовершенство методик, применяемых для определения необходимого размера обеспечения уплаты таможенных пошлин и налогов, что в некоторых случаях создает сложности в точном определении размера

обеспечения и, как следствие, приводит к дополнительным расходам таможенных органов в случае судебных разбирательств;

– информационно-техническую несогласованность таможенных и налоговых органов, что приводит к некорректной категоризации участников внешнеэкономической деятельности (ВЭД) и способствует уклонению от уплаты налогов для недобросовестных представителей из их числа;

– неутешительные результаты судебной практики по делам, связанным с ошибками в идентификации товаров (их признаков) в соответствии с единой Товарной номенклатурой ВЭД Евразийского экономического союза (ТН ВЭД ЕАЭС).

В исследовании [3] достаточно подробно представлена работа действующего в ФТС России механизма уплаты таможенных платежей как на этапе декларирования товаров (добровольная уплата участниками ВЭД), так и на этапе таможенного контроля после выпуска товаров (принудительная уплата участниками ВЭД). В качестве мер по совершенствованию администрирования таможенных платежей (взимания задолженности) авторы предлагают алгоритм действий таможенных органов через личный кабинет участников ВЭД, по примеру Сибирского таможенного управления. Еще одной находкой исследователей является предложение по наделению правом таможенных органов по принудительной уплате таможенных платежей с аффилированных лиц.

Цифровая трансформация операций в разрезе таможенного администрирования, как отмечено в работе [7], позволяет значительно оптимизировать процесс выпуска товаров таможенными органами. Так, время прохождения таможенных операций по экспорту сократилось с 10 ч в 2008 г. до 40 мин в 2020 г., по импорту – с 72 ч до 1 часа 16 мин. По итогам 2024 г. время совершения таможенных операций (в отношении безрисковых поставок) при экспорте составило 20 мин, при импорте – 47 мин [1]. Сокращение времени операций таможенного администрирования – это одна из составляющих качества таможенных услуг, что является приоритетной задачей ФТС России согласно Стратегии развития таможенной службы РФ до 2030 г. [8].

Вопросы качества таможенной процедуры при взыскании задолженности по таможенным платежам и пеням представляют более частный случай администрирования таможенных платежей, которые недостаточно изучены и актуальны в контексте совершенствования качества сервисных функций таможенных органов. В связи с этим представляется целесообразным рассмотреть вопрос о повышении качества администрирования таможенных платежей при взыскании задолженности по таможенным платежам и пеням.

Контроль уплаты участниками ВЭД задолженности по таможенным платежам и пеням с позиции функционального аспекта деятельности ФТС России является административной процедурой, которая осуществляется в рамках правопорядка ЕАЭС и Российской Федерации (рис. 1).

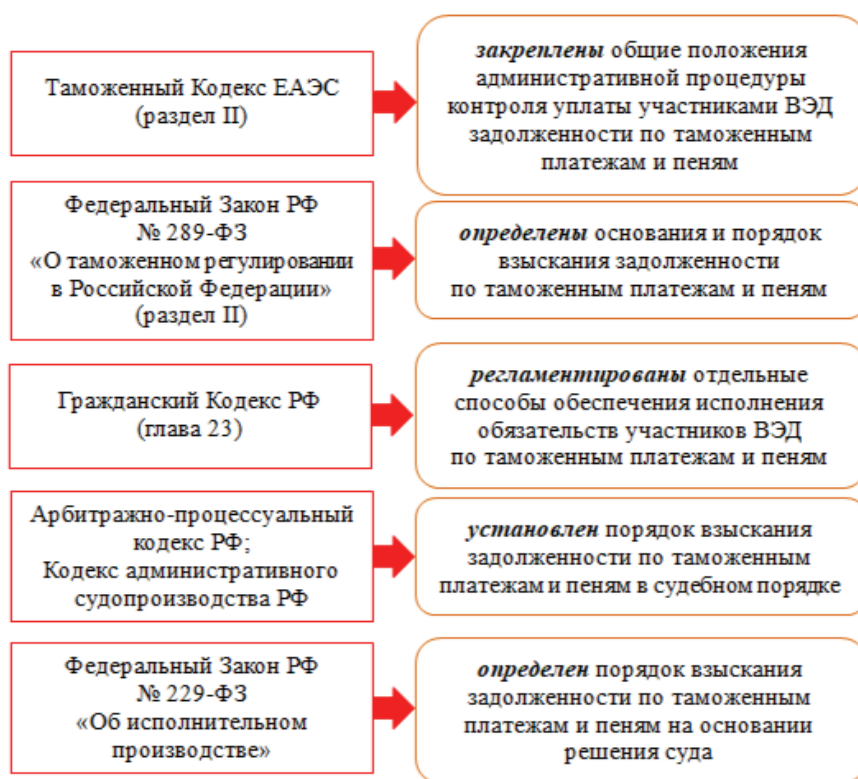


Рис. 1. Правопорядок ЕАЭС и РФ по контролю уплаты участниками ВЭД задолженности по таможенным платежам и пеням
(Источник: составлено авторами на основе [9 – 14])

Наряду с перечисленными документами (см. рис. 1), таможенные органы для реализации рассматриваемой административной процедуры и проведения анализа причин возникновения задолженности по уплате платежей руководствуются многочисленными приказами ФТС России (табл. 1).

Таким образом, администрирование таможенных платежей при взыскании задолженности строго регламентировано, что позволяет таможенным органам достигать высоких результатов деятельности. Так, согласно данным ФТС России, за период 2020 – 2024 гг. отмечается тенденция роста выявленной задолженности по таможенным платежам и пеням (табл. 2). Анализ сведений показал, что в исследуемый период значительный рост задолженности отмечается как по уплате таможенных платежей, так и по неуплаченным суммам пеней. Причинами образования задолженности могут быть следующие:

- представление таможенному органу участниками ВЭД недостоверных документов и сведений, влияющих на размер подлежащих уплате таможенных платежей;
- недостоверное заявление таможенной стоимости;
- неверная классификация товаров в соответствии с ТН ВЭД ЕАЭС;
- незаконное перемещение товаров через таможенную границу ЕАЭС;
- нарушение условий временного ввоза транспортного средства для личного пользования;

Таблица 1

Нормативно-правовые акты ФТС России*

Документ	Пояснения к документу
Приказ ФТС России от 08.11.2011 № 2266	Утверждена Инструкция о действиях должностных лиц таможенных органов при взыскании таможенных платежей за счет неизрасходованных остатков авансовых платежей, денежного залога, излишне уплаченных (взысканных) таможенных платежей
Приказ ФТС России от 14.06.2012 № 1161	Утвержден Порядок взаимодействия должностных лиц таможенных органов при обнаружении фактов неуплаты (неполной уплаты) таможенных пошлин и их взыскании и т.д.
Приказ ФТС России от 27.12.2018 № 2136	Утвержден Перечень документов, при наличии которых принимается решение о признании сумм таможенных платежей безнадежными к взысканию. Определены формы документов, оформляемых таможенными органами при списании сумм таможенных платежей; порядок их списания
Приказ ФТС России от 28.12.2018 № 2155	Определена Последовательность действий должностных лиц таможенных органов по ведению реестра лиц, суммы таможенных платежей которых признаны безнадежными к взысканию
Приказ ФТС России от 19.07.2021 № 616	Утвержден Перечень типовых структурных подразделений таможенных органов Российской Федерации
Приказ ФТС России от 30.05.2025 № 479	Определены таможенные органы, уполномоченные на взыскание таможенных платежей
* Источник: составлено авторами на основе [15].	

Таблица 2

Задолженность по таможенным платежам и пеням за период 2020 – 2024 гг.*

Показатель	Годы				
	2020	2021	2022	2023	2024
Общая сумма задолженности, млрд р., в том числе:	27,4	45,9	61,6	74,6	85,0
– по уплате таможенных платежей	23,4	38,4	50,3	59,4	64,0
– по неуплаченным суммам пеней	4,0	7,5	11,3	15,2	21,0
* Источник: составлено авторами на основе [1, 16].					

- необоснованное неприменение специальных, антидемпинговых и компенсационных пошлин;
- заявление недостоверных сведений о характеристиках транспортного средства (стоимости, года выпуска, объема двигателя), влияющих на размер подлежащих уплате таможенных платежей;
- иные причины возникновения задолженности (см. табл. 2).

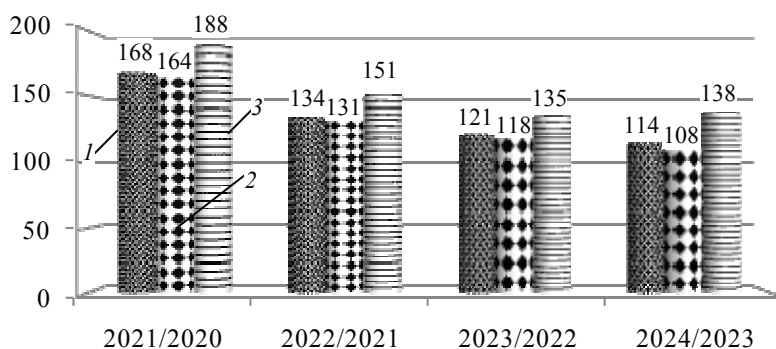


Рис. 2. Темп роста задолженности по таможенным платежам и пеням за период 2020 – 2024 гг., %:

1 – общая сумма; 2 – по уплате таможенных платежей;
3 – по неуплаченным суммам пеней

(Источник: составлено и рассчитано авторами на основе [1, 16])

Интенсивность изменения задолженности по таможенным платежам и пеням в течение 2000 – 2024 гг., от года к году, неодинаковая и выражается снижением темпов роста задолженности (рис. 2).

Таможенными органами на постоянной основе проводится большая работа по обеспечению взыскания выявленной задолженности по таможенным платежам и пеням. Благодаря использованию современных цифровых технологий в администрировании таможенных платежей отмечается положительная ежегодная, в рамках рассматриваемого периода наблюдения, динамика взыскания задолженности. Максимум взысканной задолженности (79,2 млрд р.) приходится на 2024 год (рис. 3).



Рис. 3. Взыскание задолженности по уплате таможенных платежей и пеней, млрд р., и ее доля, %, от общей суммы выявленной задолженности, млрд р., за период 2020 – 2024 гг.

(Источник: составлено и рассчитано авторами на основе [1, 16])

В целях повышения оперативности и эффективности взыскания задолженности ФТС России «осуществлен переход на электронное взаимодействие с банками в рамках процедуры взыскания задолженности со счетов должников, переход на 100 % электронное взаимодействие с ФСБ России в рамках принятия и отмены ограничений на въезд иностранных должников в Российскую Федерацию. По результатам информационного взаимодействия с 410 банками и их филиалами взыскано в бесспорном порядке 3 млрд рублей задолженности, образованной в 2024 году» [1].

Особое внимание уделяется обмену документами в электронном виде с участниками ВЭД, государственными контролирующими органами, кредитными организациями и др. Результат цифровизации процедуры взаимодействия при взыскании задолженности по таможенным платежам с 2021 по 2024 гг. отражен на рис. 4.

В целях повышения качества администрирования таможенных платежей при взыскании задолженности Приказом ФТС России № 616 от 19.07.2021 «Об утверждении перечня типовых структурных подразделений таможенных органов Российской Федерации» в таможенных фактического контроля образованы и функционируют подразделения взыскания задолженности (ПВЗ) в составе Службы таможенного контроля после выпуска товаров. Основные задачи ПВЗ:

- учет и контроль задолженности по уплате платежей;
- анализ причин возникновения задолженности по уплате платежей;
- принятие мер по взысканию задолженности по уплате платежей.

Данные по задолженности и пеням отражаются в электронной базе задолженности таможенных органов в автоматизированной подсистеме учета и контроля задолженности по уплате таможенных платежей (АПС «Задолженность»). Наряду с АПС «Задолженность» должностные лица ПВЗ таможен фактического контроля в своей работе применяют множество программных продуктов:

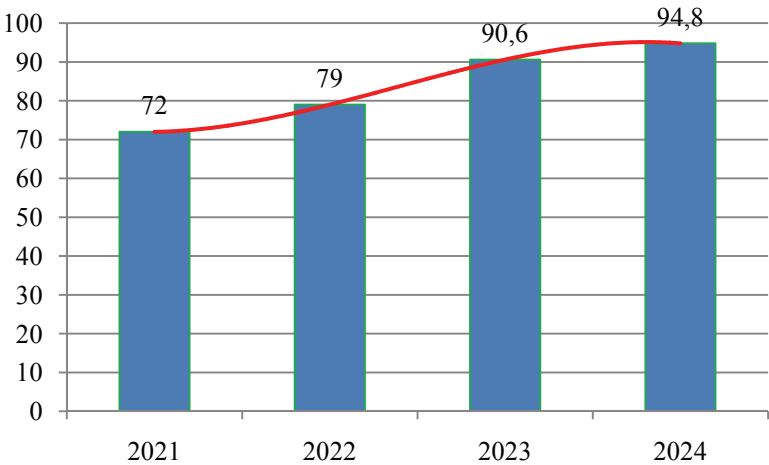


Рис. 4. Доля документов в электронном виде при взыскании задолженности по таможенным платежам за период 2021 – 2024 гг., %
(Источник: составлено авторами на основе [1, 16])

- автоматизированную подсистему учета и контроля таможенных и иных платежей на единых лицевых счетах участников ВЭД (КПС «Лицевые счета – ЕЛС»);
- автоматизированную информационную систему центрального реестра субъектов внешнеэкономической деятельности (АИС ЦРС ВЭД);
- комплекс программных средств для обеспечения деятельности подразделений таможенного контроля после выпуска товаров (КПС «Пост контроль»);
- программную задачу (ПЗ) рабочее место СТО «АИСТ-М» (централизованная версия);
- автоматизированную систему учета и контроля за применением обеспечения уплаты таможенных платежей (АС «Обеспечение»);
- АПС «Электронные госуслуги» и др.

Результаты таможенных проверок фиксируются в КПС «Постконтроль», в котором принимается решение в сфере таможенного дела. Решение уходит в АПС «Задолженность» и ПЗ рабочее место СТО «АИСТ-М». По результатам таможенных проверок вносятся изменения по начислению таможенных платежей в декларацию на товары (ДТ) или оформляется таможенный приходный ордер (ТПО), или формируется расчет таможенных платежей (РТП). Результаты доначислений платежей передаются в КПС «Лицевые счета – ЕЛС» и АПС «Задолженность». В АПС «Задолженность» формируется Паспорт задолженности участника ВЭД, в котором создается уведомление, передаваемое в электронном виде через сервис «Личный кабинет участника ВЭД» должнику [17]. Информация о направлении уведомления должнику фиксируется в КПС «Пост контроль». В Паспорте задолженности также формируется решение на начисление пеней, которое передается в ПЗ рабочее место СТО «АИСТ-М». Из Паспорта задолженности можно направить запрос в АИС ЦРС ВЭД о счетах в банках организации – должника, нахождении в реестре организации, адресе, внесенном обеспечении из АС «Обеспечение». По должникам – физическим лицам, можно уточнить паспортные данные, адрес регистрации, ИНН.

Таким образом, для участников ВЭД технология ЕЛС реализована в сервисе «Личный кабинет участника ВЭД», размещенном на официальном сайте ФТС России. Декларант в онлайн-режиме через сервис «Лицевой счет» имеет доступ к сведениям о состоянии своего единого лицевого счета. Из личного кабинета должник может сформировать корректировку ДТ на погашение задолженности или направить заявление на погашение задолженности.

В таможенных органах списание денежных средств, находящихся на ЕЛС декларанта, осуществляется в автоматическом режиме с помощью КПС «Лицевые счета – ЕЛС» на основании сведений, направляемых из смежных информационных систем. Однако исследования работы ПВЗ таможен фактического контроля, осуществляющих взыскание задолженности, показали, что в настоящее время имеется ряд проблем (табл. 3).

Таблица 3

**Проблемы межведомственного взаимодействия таможенных органов
и органов исполнительной власти при взыскании задолженности
по таможенным платежам**

Характеристика	Ситуация
<i>Проблема:</i> недоработка отдельных сервисов АПС «Задолженность»	
– не предусмотрена возможность расчета пеней на будущую дату;	1) таможенный орган не имеет фактической возможности уточнить заявленные требования по пеням на дату рассмотрения судом дела и вынесения решения;
– отсутствует возможность формировать из Паспорта задолженности запросы о наличии имущества должника в регистрирующие государственные органы	2) установление имущества, принадлежащего должнику, таможенным органом осуществляется путем письменных запросов регистрирующим органам (ФСПП, РОСТЕХНАДЗОР, МЧС, РОСРЕЕСТР, ГИБДД) почтовой связью
<i>Проблема:</i> несовершенство нормативно-правового сопровождения процедуры межведомственного взаимодействия	
– отсутствует возможность получать справку о смерти физического лица, выданную органом ЗАГС, посредством информационных ресурсов таможенных органов, для признания сумм таможенных платежей безнадежными к взысканию	таможенный орган направляет в регистрирующий орган (ЗАГС) письменный запрос почтовой связью

Недоработка отдельных сервисов АПС «Задолженность» в части неверного учета пеней. При взыскании таможенных платежей с должника в судебном порядке пени начисляются при подаче таможенным органом в суд или арбитражный суд иска или заявления (ст. 72 Федерального закона № 289-ФЗ). При этом до принятия судебного акта таможенный орган для уточнения исковых требований проводит начисление пеней по день такого начисления включительно.

При рассмотрении исковых заявлений таможенного органа о взыскании задолженности по уплате таможенных платежей и пеней, уточнение исковых требований, в части начисления пеней на день судебного заседания, таможенный орган в соответствии с нормами процессуального законодательства обязан направить уточненный расчет в адрес ответчика. Вместе с тем направить расчет заблаговременно, то есть в срок, достаточный для получения ответчиком уточнения заявленных требований, нельзя произвести ввиду невозможности осуществления расчета и вероятного изменения ключевой ставки Центрального Банка Российской Федерации. При этом суд откладывает судебное разбирательство в случае не направления уточненных требований в адрес лица, либо не принимает уточнения заявленных требований и выносит решение без учета уточненного размера пеней.

В случае предъявления заявления о вынесении судебного приказа таможенный орган определяет размер пеней на дату регистрации заявления в таможенном органе. Однако судебный приказ выносится по истечении пяти дней с момента поступления заявления о вынесении судебного приказа в суд.

Бумажная волокита в ходе процесса признания сумм таможенных платежей безнадежными к взысканию. Частью 3 ст. 13.2 Федерального закона Российской Федерации от 15 ноября 1997 года №143-ФЗ «Об актах гражданского состояния» утвержден список органов и организаций, которым предоставляются вышеуказанные сведения, где отсутствует ФТС России [18]. Для решения обозначенных проблем предлагается:

1) доработать отдельные сервисы АПС «Задолженность» в части начисления пеней на будущую дату и возможности формирования из паспорта задолженности запросов в регистрирующий государственный орган;

2) внести дополнение в ст. 13.2 Федерального закона РФ №143-ФЗ «Об актах гражданского состояния» о включении ФТС России в перечень получателей сведений.

Заключение

Деятельность таможенных органов в области осуществления контроля уплаты участниками ВЭД задолженности по таможенным платежам и пеням носит межведомственный характер. В таможенных фактического контроля выявлены проблемы в работе сервиса «Паспорт задолженности» АПС «Задолженность» по расчету пеней на дату судебного заседания и формированию запросов в регистрирующие государственные органы. Решение выявленных проблем в работе АПС «Задолженность» позволит оптимизировать работу подразделений взыскания задолженности таможенных органов в части взаимодействия с судами, ЗАГС, другими регистрирующими органами и сократит время на получение информации, необходимой для скорейшего и более эффективного взыскания задолженности по таможенным платежам. Совершенствование цифровых сервисов и внесение изменений в нормативно-правовую базу РФ позволят обеспечить более высокий технологический уровень исполнения таможенными органами фискальной функции и повысить качество администрирования таможенных платежей при взыскании задолженности.

Список литературы

1. Ежегодный сборник «Таможенная служба Российской Федерации в 2024 году» (Справочные материалы к расширенному заседанию коллегии ФТС России) [Электронный ресурс]. – URL : <https://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii> (дата обращения: 10.11.2025).

2. Плановое задание для ФТС по перечислениям в бюджет в 2025 г. снизилось до менее 6 трлн руб // Новости INTERFAX.RU [сайт]. – URL : <https://www.interfax.ru/business/1054544> (дата обращения: 18.12.2025).

3. Шарощенко, И. В. Совершенствование механизмов администрирования таможенных платежей / И. В. Шарощенко, А. Р. Ким // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. – 2023. – № 3(104). – С. 77–87. doi: 10.24412/1815-0683-2023-3-77-87
4. Скиба, В. Ю. Современные автоматизированные информационные системы для совершения таможенных операций без участия должностных лиц таможенных органов / В. Ю. Скиба, К. Е. Позднякова // Вестник Российской таможенной академии. – 2022. – № 2. – С. 19–33. doi: 10.54048/20727240_2022_02_19
5. Гокинаева, И. А. Цифровые трансформации в таможенных органах Российской Федерации / И. А. Гокинаева // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 2, № 7. – С. 186–195. doi: 10.36871/ek.up.r.2024.07.02.022
6. Петрушина, О. М. Проблемы администрирования таможенных платежей / О. М. Петрушина, Н. В. Рыженко // Вестник Калужского университета. – 2021. – № 1. – С. 18–20.
7. Мешечкина, Р. П. Влияние цифровой трансформации на таможенное администрирование и качество таможенных услуг / Р. П. Мешечкина, А. А. Ворона // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2021. – № 3(88). – С. 23–32. doi: 10.21295/2223-5639-2021-3-23-32
8. Стратегия развития таможенной службы Российской Федерации до 2030 года : Распоряжение Правительства РФ от 23.05.2020 № 1388-р (ред. от 08.07.2023) [Электронный ресурс]. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_353557/62debeae95a59b101c046143d08662125b1b4032/ (дата обращения: 17.11.2025).
9. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (приложение № 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза) [Электронный ресурс]. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315/ (дата обращения: 17.11.2025).
10. О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 03.08.2018 № 289-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304093/ (дата обращения: 17.11.2025).
11. Гражданский Кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (с изм. и дополн.) [Электронный ресурс]. – URL : <https://legalacts.ru/kodeks/GK-RF-chast-1/> (дата обращения: 17.11.2025).
12. Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации от 24.07.2002 № 95-ФЗ (ред. от 01.04.2025) [Электронный ресурс]. – URL : <https://legalacts.ru/kodeks/APK-RF/> (дата обращения: 17.11.2025).
13. Кодекс административного судопроизводства Российской Федерации от 08.03.2015 № 21-ФЗ (с изм. и дополн.) [Электронный ресурс]. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_176147/ (дата обращения: 17.11.2025).
14. Об исполнительном производстве : Федеральный закон от 02.10.2007 № 229-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71450/ (дата обращения: 17.11.2025).
15. Федеральная таможенная служба Российской Федерации [сайт]. – URL : <http://www.customs.ru> (дата обращения: 05.11.2025).
16. Таможенная служба Российской Федерации : Ежегодный сборник 2021 г., 2022 г., 2023 г. [Электронный ресурс]. – URL : <https://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federacii> (дата обращения: 10.11.2025).

17. Скиба, В. Ю. Внедрение цифровых технологий в институт таможенных платежей / В. Ю.Скиба, А. М. Быков // Вестник Российской таможенной академии. – 2022. – № 2. – С. 43–51. doi: 10.54048/20727240_2022_02_42

18. Об актах гражданского состояния : Федеральный закон от 15.11.1997 № 143-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_16758/ (дата обращения: 17.11.2025).

References

1. Available at: <https://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii> (accessed 10 November 2025).

2. Available at: <https://www.interfax.ru/business/1054544> (accessed 18 December 2025).

3. Sharoshchenko I.V., Kim A.R. [Improving Mechanisms for Customs Payment Administration], *Tamozhennaya politika Rossii na Dal'nem Vostoke* [Russia's Customs Policy in the Far East], 2023, no. 3(104), pp. 77-87, doi: 10.24412/1815-0683-2023-3-77-87 (In Russ., abstract in Eng.)

4. Skiba V.Yu., Pozdnyakova K.E. [Modern automated information systems for customs operations without the participation of customs officials], *Vestnik Rossiyskoy tamozhennoy akademii* [Bulletin of the Russian Customs Academy], 2022, no. 2, pp. 19-33, doi: 10.54048/20727240_2022_02_19 (In Russ., abstract in Eng.)

5. Gokinaeva I.A. [Digital transformations in the customs authorities of the Russian Federation], *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economy and Management: Problems, Solutions], 2024, vol. 2, no. 7, pp. 186-195, doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.07.02.022 (In Russ., abstract in Eng.)

6. Petrushina O.M., Ryzhenko N.V. [Problems of customs payment administration], *Vestnik Kaluzhskogo universiteta* [Bulletin of Kaluga University], 2021, no. 1, pp. 18-20. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Meshechkina R.P., Vorona A.A. [Digital transformation impact on customs administration and customs services quality], *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava* [Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law], 2021, no. 3(88), pp. 23-32, doi: 10.21295/2223-5639-2021-3-23-32 (In Russ., abstract in Eng.)

8. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_353557/62de6eae95a59b-101c046143d08662125b1b4032/ (accessed 17 November 2025).

9. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315/ (accessed 17 November 2025).

10. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304093/ (accessed 17 November 2025).

11. Available at: <https://legalacts.ru/kodeks/GK-RF-chast-1/> (accessed 17 November 2025).

12. Available at: <https://legalacts.ru/kodeks/APK-RF/> (accessed 17 November 2025).

13. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_176147/ (accessed 17 November 2025).

14. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71450/ (accessed 17 November 2025).

15. Available at: <http://www.customs.ru> (accessed 05 November 2025).

16. Available at: <https://customs.gov.ru/activity/results/ezhegodnyj-sbornik-tamozhennaya-sluzhba-rossijskoj-federaczii> (accessed 10 November 2025).

17. Skiba V.Yu., Bykov A.M. [Implementation of digital technologies in the institution of customs payments], *Vestnik Rossiyskoy tamozhennoy akademii* [Bulletin of the Russian Customs Academy], 2022, no. 2, pp. 43-51, doi: 10.54048/20727240_2022_02_42

18. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_16758/ (accessed 17 November 2025).

Improving the Quality of Customs Payments Administration in Debt Collection

© O. V. Konovalova¹✉, N. Yu. Tarasova¹

¹ Samara State Technical University, Samara, Russian Federation

✉ konovalova_o_v@mail.ru

Keywords: APS "Debt"; debt collection; declarant; inter-agency cooperation; customs authority; customs payments.

Abstract: An analysis of indicators reflecting the results of structural units of customs authorities' work on controlling debt collection procedures for customs payments and penalties for the period 2020–2024 was conducted. Problems of interaction between customs authorities and courts, civil registry offices, and other executive authorities in the process of collecting arrears on customs payments and penalties were identified. Measures to improve the quality of customs payments administration were determined.

Сведения об авторах

Коновалова Ольга Владимировна – доцент кафедры «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов», ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, Российская Федерация; ORCID 0009-0009-1622-1231; e-mail: konovalova_o_v@mail.ru

Тарасова Наталья Юрьевна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов», ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет, Самара, Российская Федерация; ORCID 0009-0000-5314-2561; e-mail: tarasova.nat9@yandex.ru

About the author

Olga V. Konovalova – Associate Professor of the Department of Management and System Analysis of Thermal Power and Socio-Technical Complexes, Samara State Technical University, Samara, Russian Federation; ORCID 0009-0009-1622-1231; e-mail: konovalova_o_v@mail.ru

Natalia Yu. Tarasova – Cand. Sc. (Economic), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management and System Analysis of Thermal Power and Socio-Technical Complexes, Samara State Technical University, Samara, Russian Federation; ORCID 0009-0000-5314-2561; e-mail: tarasova.nat9@yandex.ru



© Коновалова О. В., Тарасова Н. Ю., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ КРИОГЕННОЙ ИНДУСТРИИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ И СПГ

© Л. Г. Лунькова¹✉, А. Н. Гульков¹

¹ ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
Владивосток, Российская Федерация

✉lunkova.lg@dvfu.ru

Ключевые слова: криогенная отрасль; ожижение газов; сжиженный природный газ; холодильная установка.

Аннотация: Представлено описание этапов развития криогенной отрасли: от первых предположений философов и ученых о возможности перевода газов в жидкое состояние до современных возможностей производства, хранения, транспортировки и использования криогенных жидкостей, в том числе сжиженного природного газа. Приведена информация об основных достижениях и открытиях в области низких температур, служивших катализатором дальнейшего развития техники и технологий получения криогенных продуктов.

Введение

Как зарождалась идея перевода газов в жидкое состояние, откуда возникла мысль о существовании «абсолютного нуля» и как человечество внедрило в свою повседневную жизнь криогенику?

Криогенная отрасль существует официально с XIX века, однако сфера производства и использования сжиженного природного газа (СПГ) начала активно развиваться в середине XX века и за это время претерпела значительные изменения. Это связано с недостаточной научной базой того времени и отсутствием понимания всех преимуществ применения криогенных жидкостей после их первого получения. Основной упор был сделан на изучение свойств применительно к самим жидкостям и изучению влияния «холода» от этих сжиженных газов на различные объекты и вещества.

Ценность природного газа и метана, как его основного компонента, была обозначена еще в древние времена, и применялся он повсеместно во многих сферах жизни человека. Однако с тех пор, как была обнаружена способность сжижать метан, стало возможным его компактное хранение и транспортировка на очень большие расстояния.

Производство СПГ, как и других криогенных жидкостей, требует высокой технологии, включая сжижение (системы хранения и транспортировки), а также применение специального оборудования для его регазификации с целью последующего использования, которое совершенствуется и в наши дни.

Открытия в области сжижения газов

Ученые (И. Ламберт, А. Лавуазье) отмечали, что при охлаждении вещества переходят из одной фазы в другую. Экспериментальное доказательство данной теории случайно получил голландский физик М. Ван-Марум (1750 – 1837 гг.) при исследовании сжатия аммиака – он стал первым ожиженным газом, а в 1780 г. Г. Монж и Л. Клуэ ожижили (специально) SO_2 .

Фарадей изучал влияние нагрева на хлоргидрат и обнаружил капли на стенках колбы после эксперимента, которые образовались в результате повышения давления и конденсации паров хлора. Хлор был третьим газом, который удалось ожижить в 1823 г. после SO_2 и аммиака. Тогда Фарадей понял, что тем же путем можно ожижить и другие газы, такие как сероводород, монооксид азота, циан, диоксид углерода и т.д.

Однако некоторые газы не поддавались ожижению, и ученые назвали их «постоянными» (водород, азот, кислород, диоксид азота, оксид углерода и метан). При любом давлении и температуре до минус 110°C они не поддавались этому процессу, что не давало покоя Фарадею, который предполагал возможность получения еще более низкой температуры.

Французский ученый и инженер С. Карно заложил основы для решения этой задачи. В 1824 году он разработал холодильную машину, функционирующую по циклу, названному его именем. Эта идеальная машина предназначена для отвода тепла от объекта, температура которого ниже температуры окружающей среды [1].

Каждая холодильная или криогенная установка в современности работает на тех же принципах, на которых основан цикл Карно. Данный цикл позволил установить абсолютную температурную шкалу.

В 1861 году Д. И. Менделеевым введено понятие о температуре «абсолютного кипения», а в 1862 г. Т. Эндрюс предложил термин «критическая температура». С введением реперных температурных уровней, появлением терминологии значительно упростилось понимание процессов фазового перехода.

Однако вопрос о наибольшей и наименьшей существующей температуре не оставлял умы великих ученых того времени. Работами С. Карно, В. Кельвина и Р. Клазиуса было установлено, что абсолютный нуль температур минус $273,15^\circ\text{C}$. Официально такая шкала была установлена только спустя более 100 лет после выхода статьи Томсона–Кельвина (1849 г.) в 1954 г. [1]

Для получения столь низких температур было недостаточно той базы и методов сжижения газов, чтобы хотя бы приблизиться к этому значению. В ходе поиска ответа на вопрос о технической возможности охлаждения газов были выдвинуты теории о возможном снижении температуры газа (жидкости) в процессе его расширения. Благодаря исследованиям Гей-Люссака и Пуссана доказано, что при расширении газа снижение температуры может быть очень существенным. Однако машину, работающую по этому принципу (детандер, от *фран.* Detender – расширять), удалось создать лишь спустя несколько десятилетий.

Другое устройство – дроссель – создали на базе экспериментов Джоуля и Томпсона в 1852 году. Дросселирование основывается на расшире-

нии газа (или жидкости) без производства внешней работы. Газ под высоким давлением проходит через узкий канал/проход в вентиле с большим гидравлическим сопротивлением. Температура газа понижается, общая его энергия не изменяется, а перераспределяется – убыль кинетической и рост потенциальной. Это явление – эффект Джоуля–Томпсона, на котором основана работа каждой холодильной установки в современном мире, было признано открытием официально в 1869 г. До 1895 года данный эффект не был апробирован на установках по получению жидких газов.

В 1877 году Л. Кайете – горный инженер из Шатильона на Сене – первым получил жидкий кислород (в «динамическом состоянии»). Впоследствии он провел еще ряд экспериментов с азотом и СО, а также впервые ожижил газовую смесь, что положило начало созданию новых рабочих тел – смесевых хладагентов, которые обладают наилучшей эффективностью в процессах получения холода с минимальными энергозатратами.

Результаты Пикте и Кайете дали понять, что ожижение «постоянных газов» возможно, однако необходимо было удерживать их в стабильном жидком состоянии в количестве, достаточном для изучения их свойств, то есть нужен был специальный сосуд. Задачу решили два польских профессора Зигмунд Вроблевский и Кароль Ольшевский из Краковского университета. Им удалось ожижить кислород и «сохранить» его в «статическом состоянии» в 1883 году. Позднее они ожижили азот, воздух, СО и новый в то время газ – аргон, который обнаружили в воздухе английские физики Дж. Рэлей и В. Рамзай в 1894 г. [1].

В 1890-х годах была создана фирма под руководством профессора К. Ольшевского, выпускавшая ожижители кислорода, азота и воздуха. Ольшевский также получил первый жидкий водород в виде тумана (в «динамическом состоянии») в 1884 г.

Позднее в 1898 г. – первый жидкий водород в «статическом состоянии» получил англичанин Д. Дьюар и «сохранил» его в сосуде. В этот же год это удалось и К. Ольшевскому, но позднее.

В 1895 году К. Линде создал первую холодильную установку, работающую по одноименному циклу Линде, способную производить жидкий воздух в промышленных масштабах (рис. 1). Здесь использовался как раз эффект Джоуля–Томпсона, впервые реализованный в рамках работы холодильной машины [2].

Все достижения теории и практики 1895–1896 гг., связанные с циклом Линде и его модификациями, не могли снять задачу ожижения водорода. Английский физик Джеймс Дьюар все же добился успеха в 1898 г. после создания необходимых условий для решения этой задачи.

Во-первых, разработан и внедрен дроссельный газожидкостной цикл Линде. Во-вторых, благодаря исследованиям французского ученого Д'Арсонваля, немецкого ученого Вайнхольда и самого Дьюара создана новая вакуумная теплоизоляция, которая значительно уменьшила теплопритоки извне к холодной части установки для сжижения. Благодаря такой вакуумной изоляции и использованию активированного угля (предложение Дьюара) создан известный сосуд Дьюара, который в настоящее время применяется в каждой лаборатории и на каждом промышленном производстве криогенных продуктов, включая СПГ.

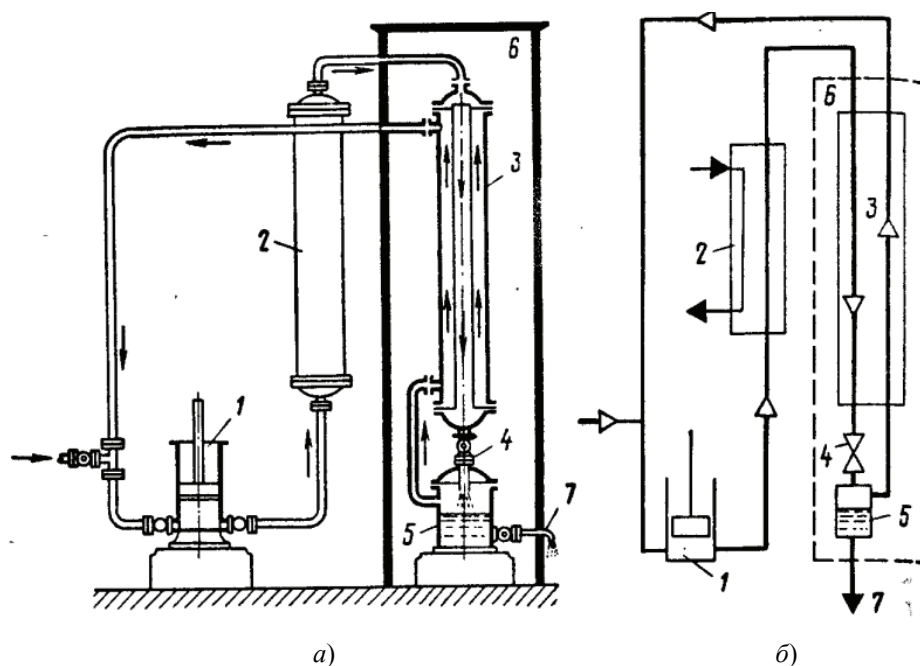


Рис. 1. Схема первой установки Линде для ожижения воздуха:

а – конструкция; *б* – схема; 1 – компрессор; 2 – водяной холодильник; 3 – теплообменник; 4 – дроссель; 5 – отделитель жидкости; 6 – кожух с тепловой изоляцией; 7 – слив жидкого воздуха

Ученые К. Линде (Германия) и Ж. Клод (Франция) примерно в одно и то же время создали два фундаментальных цикла с важным отличием: способ расширения рабочего газа по циклу Линде – дросселирование, а Ж. Клод сделал ставку на расширение газа в детандере.

В 1902 году К. Линде была разработана установка разделения воздуха и запущена первая кислородная станция [1]. Считается, что с этого началось развитие новой отрасли промышленности – разделение газовых смесей. Данное открытие сыграло значительную роль в СПГ индустрии, так как сжиженный природный газ – это, прежде всего, смесь, содержащая в том числе нежелательные компоненты, мешающие работе установок сжижения. Так, необходимо удалять CO_2 из природного газа перед сжижением – он замерзает в трубках теплообменников и закупоривает пространство по ходу газа, что может привести к поломке оборудования или даже аварии на производстве. Низкокипящие газы, такие как азот и кислород, тоже необходимо удалять, так как «заазочивание» установок также приводит к возможному выходу из строя оборудования.

В этом же 1902 году французский ученый Ж. Клод изобрел детандер, с помощью которого можно было также получить жидкий воздух. Установка сжижения газов работала на одноименном цикле Клода.

Два цикла – Клода и Линде – до сих пор фундаментально незаменимы, и все существующие технологии получения СПГ и других жидкостей из газов работают на принципах, сформированных этими учеными. Установки лишь совершенствуются, модифицируются в целях повышения КПД циклов.

Гейке Камерлинг-Оннес (1853 – 1926 гг.) получил жидкий водород в 1906 году в промышленных масштабах, благодаря чему в 1908 году был получен первый жидкий гелий. Ожижение гелия способствовало открытию в 1911 г. сверхпроводимости [1]. Гейке Камерлинг-Оннес в своих экспериментах смог достичь температуры 0,83 К и выдвинул две теории: либо необходимо придумать новый способ охлаждения, принципиально отличающийся от существующих, либо найти вещество с еще более низкой температурой кипения, чем у гелий.

В 1926 году изобретен новый способ охлаждения двумя независимо работающими учеными: канадцем У. Джиоком и ученым из Швейцарии П. Дебайем. Они являются первооткрывателями магнитокалорического эффекта, который основан на охлаждении рабочего газа посредством намагничивания и размагничивания магнетика. Первая магнитная криогенная установка была запущена лишь в 1933 году Джиоком в Калифорнийском университете, принцип которой основан на размагничивании сульфата гадолиния. Получена температура 0,25 К – и это был абсолютный рекорд [1]. Однако ввиду того, что магниты не выдерживали низких температур длительно, применение данного способа было невозможно до XXI в. в принципе [3].

В процессах сжижения природного газа используются до сих пор два основных цикла – Клода и Линде. Однако был совершен ряд открытий, которые способствовали техническому прорыву в области создания криогенных установок [4].

Внедрение существующих регенераторов для низкотемпературного разделения воздуха вместо стандартных теплообменников стало первым открытием. Вместо прямого теплообмена сжатого воздуха с холодными газами, регенераторы сначала нагревают стенки, используя тепло выходящих холодных газов (кислорода и азота). Затем нагретый теплоноситель (стенки регенератора) охлаждает поступающий сжатый воздух, возвращая тепло процессу. Френкель М. модернизировал аппарат-регенератор путем замены громоздких кирпичей на гофрированную алюминиевую ленту, а каменный короб – стальным цилиндром. Компания Линде купила патент Френкеля и усовершенствовала изобретение, после чего реализовала аппарат в реальности. Данный регенератор мог работать не только для теплообмена, но и как аппарат для удаления CO_2 и воды. Это был технологический прорыв в криогенном машиностроении.

Второе значительное усовершенствование холодильных машин – внедрение турбодетандеров в цикл. В 1930-х гг. немецкой фирме «Сюрт» удалось по заказу Линде сделать первый надежный турбодетандер. Однако его КПД был на уровне 0,52...0,58.

Советский физик, инженер и новатор П. Л. Капица решил задачу путем перехода на другой принцип работы турбодетандеров, и в 1938 году был создан турбодетандер с КПД 0,8 [1]. Изобретением турбодетандера с высоким КПД П. Л. Капица не ограничился и в этом же году создал установку сжижения воздуха, работающую по циклу, принципиально отличающемуся от цикла Клода – турбодетандеру не нужно было высокое давление рабочего газа, он мог работать на уровне 0,6...0,7 МПа.

При сжижении природного газа используются столь же низкие температуры и те же процессы, какие применяются в индустрии технических газов, в связи с чем становление СПГ-индустрии стало возможным благодаря вышеописанным открытиям и достижениям в области криогенных температур.

Становление СПГ-индустрии

В 1830 году Майкл Фарадей впервые получил жидкий метан (основной элемент СПГ) в нестабильном состоянии, однако первый завод, где получен СПГ, был построен в 1917 году (Западная Вирджиния, США). Его главная цель – извлечение гелия из природного газа. Сжиженный природный газ – это лишь побочным продуктом [2].

В 1941 году в Кливленде (штат Огайо, США) впервые налажено масштабное производство СПГ (30 тыс. т в год), цель которого – создание резервных запасов для покрытия пиковых нагрузок газопотребления.

Период с 1914 по 1955 гг. ознаменован рождением инженерных решений в области коммерческих перевозок, использования и хранения СПГ. В 1942 году впервые осуществлен перевод первых грузовиков (грузоподъемность – 1 т) и автобусов на СПГ (Великобритания), но из-за отсутствия в стране источника производства СПГ данный проект закрыли.

В 1944 году произошла первая и самая серьезная до настоящего времени катастрофа, унесшая 128 жизней (рис. 2). Основной причиной катастрофы послужил неправильный выбор металла для танков [5]. Эта авария приостановила развитие индустрии СПГ, однако послужила катализатором для создания норм безопасности, которые с тех пор сделали ее одной из самых безопасных отраслей энергетики.

В 1953 году построен первый в России мини-завод СПГ в п. Развилка. В 1954 году получен жидкий метан, освоена схема его производства, слива в хранилища и регазификации с возвратом в газопровод «Саратов – Москва» [6].

В 1951 году начато строительство барж для перевозки СПГ (Чикаго). Построен первый метановоз вместимостью 5 тыс. м³. В 1959 году осуществлена первая поставка СПГ из США в Великобританию на модифицированном танкере времен Второй мировой войны. В этом же году газ был поставлен из США в Японию.

1964 год – построен завод в г. Арзев (Алжир, 1,5 млрд м³/год); начались регулярные перевозки танкерами; стал работать первый терминал по регазификации во Франции.

1969 год – начало долгосрочных поставок из США (с завода в городе Кенай на Аляске) в Японию – соглашения действуют более 40 лет.

1989 год – опытный российский самолет ТУ-155, один из моторов которого работал на СПГ, поднялся в воздух. Этот и последующие полеты показали реальную перспективу использования в авиации метана [7].

С 1953 года, когда был построен первый мини-завод по производству СПГ, до 2009 года в России не было технологий для строительства крупнотоннажных комплексов СПГ, строились только мини-установки, работающие по модифицированным циклам Клода, Линде и Капицы, применение которых в чистом виде не было экономически обосновано на крупных заводах.



Рис. 2. Снимок последствий аварии на заводе СПГ в Кливленде

Только в 2009 году был запущен первый в России крупнотоннажный завод СПГ в порту Пригородное (Корсаков, Сахалинская область, проект «Сахалин-2») по иностранной технологии DMR (цикл двойного смешанного хладагента) [2].

XX век принято считать периодом становления СПГ-индустрии, которая начала активно развиваться после главного научного достижения – ожижения гелия. Все фундаментальные открытия этого времени способствовали активному развитию рынка криогенных жидкостей, главным образом СПГ, как экологически чистого вида топлива для автомобильного, железнодорожного, морского транспорта. Индустрия сжиженного природного газа претерпела значительные изменения с момента своего возникновения. Сегодня она играет ключевую роль в глобальной энергетической системе, способствуя переходу к более устойчивым и чистым источникам энергии. Понимание этой отрасли является критически важным для будущего энергетической безопасности и устойчивого развития. С тех пор, как была открыта возможность сжижать природный газ, произошли значительные научные и технологические достижения, которые сделали СПГ важной частью глобальной энергетической системы.

Применение СПГ как экологичного и экономически эффективного источника получения энергии сейчас широко. Сжиженный природный газ используют в качестве источника для автономной газификации удаленных населенных пунктов для бытовых нужд населения и автономной выработ-

ки энергии на промышленных предприятиях, в качестве газомоторного топлива (автотранспорт, морской и железнодорожный транспорт), а также в космической отрасли (как компонент ракетного топлива).

Интерес к устойчивым и экологически чистым источникам энергии только усиливает актуальность и значение данной сферы. Специалисты продолжают разрабатывать инновационные технологии для улучшения процессов сжижения, хранения и транспортировки, что делает индустрию СПГ готовой к новым вызовам и возможностям.

Сжиженный природный газ стал важной частью международной торговли энергоресурсами, позволяя странам-добытчикам экспортировать газ на новые рынки, в том числе в регионы, которые не имеют доступа к трубопроводной сети.

Список литературы

1. Бродянский, В. М. От твердой воды до жидкого гелия (история холода) / В. М. Бродянский. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 336 с.
2. Федорова, Е. Б. Становление мировой индустрии СПГ / Е. Б. Федорова // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 2(20). – С. 74–79.
3. Лунькова, Л. Г. Технология магнитного охлаждения – технология будущего / Л. Г. Лунькова, Г. С. Мельников, А. Н. Гульков // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сб. науч. ст. по итогам второй Междунар. науч. конф., Казань, 28–29 февраля 2020 г. – 2020. – Ч. 1. – С. 124–126.
4. Аксенчик, К. В. Эволюция и перспективы энерго-и ресурсосберегающих подходов в технологии аммиака / К. В. Аксенчик // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2021. – Т. 64, № 1. – С. 4–21.
5. Смирнова, В. В. Анализ аварий типового комплекса сжиженного природного газа / В. В. Смирнова // Сжиженный природный газ: проблемы и перспективы : тезисы докладов II Всерос. науч.-практ. конф. – М., 2023. – С. 69–74.
6. АО «МГПЗ» : офиц. сайт [Электронный ресурс]. – URL : <https://mgpz.ru/about/> (дата обращения: 16.12.2024/)
7. СПГ в России. Путь производственных мощностей / А. Б. Карпов, И. В. Мещерин, А. М. Козлов, К. Г. Бутырская // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2020. – № 4(100). – С. 178–185.

References

1. Brodyansky V.M. *Ot tverдой vody do zhidkogo geliya (istoriya kholoda)* [From solid water to liquid helium (history of cold)], Moscow: Energoatomizdat, 1995, 336 p. (In Russ.)
2. Fedorova E.B. [Formation of the global LNG industry], *Transport na al'ternativnom toplive* [Alternative fuel transport], 2011, no. 2(20), pp. 74-79. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Lunkova L.G., Melnikov G.S., Gulkov A.N. *Prioritetnyye napravleniya innovatsionnoy deyatel'nosti v promyshlennosti: sb. nauch. st. po itogam vtoroy Mezhdunar. nauch. konf.*, [Priority areas of innovation in industry: Coll. sci. art. based on the results of the second Int. sci. conf.], Kazan', 28-29 February 2020, part 1, pp. 124-126. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Aksenchik K.V. [Evolution and prospects of energy- and resource-saving approaches in ammonia technology], *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [News of higher educational institutions. Chemistry and chemical technology], 2021, vol. 64, no. 1, pp. 4-21. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Smirnova V.V. [Analysis of accidents at a typical liquefied natural gas complex], *Szhizhennyy prirodnyy gaz: problemy i perspektivy: tezisy dokladov II Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Liquefied natural gas: problems and prospects], Moscow, 2023, pp. 69-74. (In Russ., abstract in Eng.)

6. available at: <https://mgpz.ru/about/> (accessed 16 December 2024).

7. Karpov A.B. Meshcherin I.V., Kozlov A.M., Butyrskaya K.G. [LNG in Russia. The path of production capacities], *Delovoy zhurnal Neftegaz.RU* [Business magazine Neftegaz.RU], 2020, no. 4(100), pp. 178-185. (In Russ., abstract in Eng.)

Stages of Formation of the Cryogenic Industry of Liquefied Gases and LNG

© L. G. Lunkova¹✉, A. N. Gulkov¹

¹ Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation

✉lunkova.lg@dvfu.ru

Keywords: cryogenic industry; gas liquefaction; liquefied natural gas; refrigeration unit.

Abstract: The development stages of the cryogenic industry - from the first assumptions of philosophers and scientists about the possibility of converting gases into liquid state to modern production, storage, transportation, and use capabilities of cryogenic liquids, including liquefied natural gas – is described. Information is provided on the main achievements and discoveries in the field of low temperatures that served as catalysts for further development of equipment and technologies for obtaining cryogenic products.

Сведения об авторах

Лунькова Лилия Геннадьевна – аспирант департамента энергетических систем, ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Российская Федерация; ORCID 0009-0009-9760-8699; e-mail: lunkova.lg@dvfu.ru

Гульков Александр Нефедович – доктор технических наук, профессор, профессор департамента нефтегазового дела и нефтехимии, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Российская Федерация; ORCID 0000-0001-5207-7921; e-mail: gulkov.an@dvfu.ru

About the author

Liliya G. Lunkova – Postgraduate Student of the Department of Energy Systems, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation; ORCID 0009-0009-9760-8699; e-mail: lunkova.lg@dvfu.ru

Alexander N. Gulkov– D. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Oil and Gas and Petrochemistry, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation; ORCID 0000-0001-5207-7921; e-mail: gulkov.an@dvfu.ru



© Лунькова Л. Г., Гульков А. Н., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ

© Ю. Н. Матвеев¹✉, Л. В. Азарова¹

¹ ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация

✉ matveev4700@mail.ru

Ключевые слова: затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки; инновационная деятельность; наступательная стратегия; нематериальные активы; оборонительная стратегия; регрессионная модель; рентабельность инновационных активов; прогноз; MS EXCEL.

Аннотация: Представлен анализ инновационной деятельности нефтегазовой компании, ориентированной на устойчивое развитие. Проведена оценка тенденций развития за последние десять лет. С использованием регрессионной модели построен прогноз инновационного развития при помощи программного средства MS EXCEL. Проведено сравнение применяемых стратегий инновационного развития с учетом полученного прогноза.

Введение

Анализ эффективности инновационной деятельности предприятия базируются на понимании инноваций как ключевого фактора долгосрочной конкурентоспособности и адаптивности в условиях динамичного рынка. Инновационная деятельность охватывает весь жизненный цикл – от генерации идеи до ее коммерциализации, что подчеркивает ее комплексный и целенаправленный характер.

Анализ инновационной деятельности нефтегазовой компании

Одним из лидеров в области инноваций России является ПАО НК «Роснефть», ориентированной на устойчивое развитие [1]. Динамика финансовых показателей компании демонстрирует противоречивые тенденции. В течение последних пяти лет она показывает, что темп роста выручки составил 11 % в 2024 году, при этом произошло снижение расходов на разведку на 23 % и коммерческих расходов на 17 %, что высвободило значительные финансовые ресурсы. Рост прочих доходов компании в 3,5 раза продемонстрировал успешную диверсификацию источников прибыли. С другой стороны, критический рост себестоимости продаж на 18 % и административные расходы, которые выросли на 32 %, увеличение вы-

ручки (+11 %) вызвали снижение валовой прибыли на 9 % и чистой прибыли на 18 %, тем самым ограничив инвестиционные возможности компании [1].

Увеличение величины процентов к уплате на 18 % подчеркивает зависимость компании от заемного финансирования. Высокая долговая нагрузка создает риски для финансовой устойчивости: даже незначительное снижение выручки или рост ключевой ставки ЦБ могут привести к нарушению долговых обязательств. Прекращение финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР) в 2024 году стало вынужденным шагом для высвобождения средств на обслуживание долга, несмотря на явную угрозу проявления негативных долгосрочных последствий отсутствия НИОКР для деятельности компании. В таких условиях масштабные инвестиции в НИОКР становятся экономически нецелесообразными.

Прогноз инновационной деятельности компании

Прогнозирование результатов инновационной деятельности компании осуществляется на регрессионных моделях, устанавливающих взаимосвязь между инвестициями в нематериальные активы или НИОКР и выручкой. Построение таких моделей требует анализа фактических данных, проверки нормальности распределения и корреляции между переменными. Качество модели оценивается через коэффициент детерминации и ошибку аппроксимации, что обеспечивает достаточную надежность прогнозов. Результаты анализа становятся основой для выбора стратегии: оборонительной, направленной на минимизацию рисков через заимствование технологий, или наступательной, предполагающей инвестиции в радикальные инновации для достижения рыночного лидерства. Использование регрессионных моделей способствует выявлению ключевых факторов, влияющих на успешность инновационной деятельности, что позволит компаниям сосредоточить усилия на наиболее перспективных направлениях и повысить общую эффективность своих инвестиций в инновации. В таблице 1 приведены исходные данные для анализа стратегий.

Таблица 1

Исходные данные для анализа, тыс. р.

Год	НМА	Выручка	Затраты на НИОКР
2015	20 933 757	3 831 094 945	2 514 742
2016	23 214 357	4 318 055 268	3 344 717
2017	23 468 759	4 892 934 388	4 890 365
2018	44 599 532	6 968 248 044	6 728 123
2019	44 331 957	6 827 526 407	8 950 122
2020	42 463 967	4 835 091 105	10 511 685
2021	31 443 734	7 593 831 523	12 528 028
2022	33 068 356	6 446 536 444	15 081 038
2023	77 976 646	8 405 258 315	17 574 872
2024	84 706 193	9 344 986 031	—

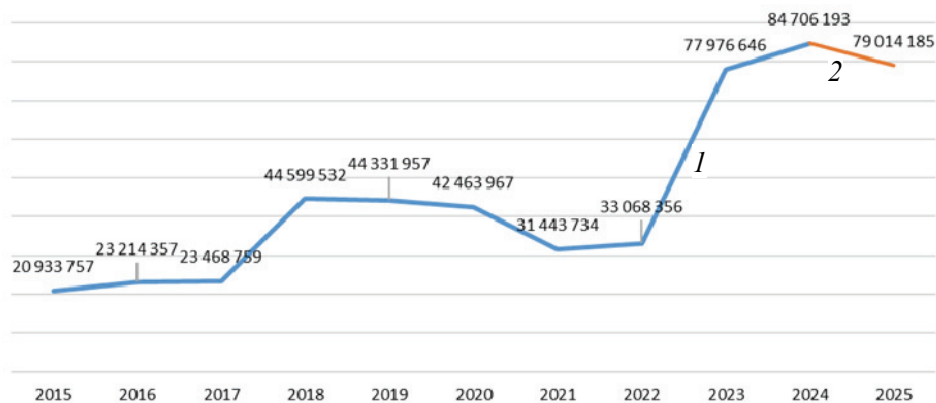
Составлено авторами по данным [1].

Для того чтобы определить экономический эффект от внедрения инноваций только в виде приобретения нематериальных активов (НМА) в 2025 г., необходимо с помощью инструмента «Лист прогноза» в MS EXCEL рассчитать их прогнозное значение [2]. Результат прогнозирования представлен на рис. 1, а. Таким образом, объем выручки при использовании только НМА составит 8 861 935 241,39 тыс. р.

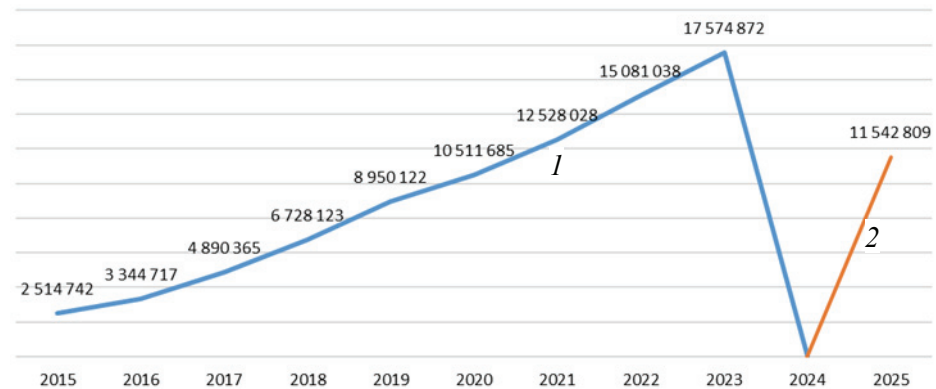
Определим экономический эффект от внедрения *наступательной стратегии*, которая выражается в активном финансировании собственной научно-исследовательской деятельности.

Рассчитано прогнозное значение затрат на НИОКР за 2025 г. с помощью инструмента «Лист прогноза» в MS EXCEL с учетом данных до 2023 г. (см. рис. 1, б).

Таким образом, объем выручки от внедрения наступательной стратегии составит 6 593 305 708,99 тыс. р.



а)



б)

Рис. 1. Прогнозирование стоимости нематериальных активов (а) и затрат на НИОКР (б) на 2025 г., тыс. р.:
1 – фактическая; 2 – прогноз

Оценка стратегии инновационного развития нефтегазовой компании в контексте прогноза

Для определения эффективной стратегии инновационного развития для ПАО НК «Роснефть» необходимо провести экономический анализ с использованием модели регрессии и прогноза для дальнейшей оценки экономического эффекта от внедрения. Экономический эффект от внедрения оборонительной стратегии, основанной на приобретении нематериальных активов, прогнозируется на уровне 8 861,9 млрд р. выручки в 2025 г. Этот результат получен на основе регрессионной модели с высокой объясняющей способностью ($R^2 = 0,7039$), подтверждающей сильную статистически значимую связь между НМА и выручкой (коэффициент корреляции 0,84). Уравнение регрессии, представленное в виде $Y = 3\,400\,474\,774,19 + 69,12X_1$, где X_1 – стоимость НМА, Y – выручка, показывает, что каждый рубль инвестиций в НМА генерирует 69 рублей выручки. Точность модели подтверждается низкой средней ошибкой аппроксимации (12 %) и соответствием данных закону нормального распределения [3].

Прогнозируемый экономический эффект наступательной стратегии, ориентированной на финансирование собственных разработок, составляет 6 593,3 млрд р. выручки в 2025 г. Модель регрессии ($Y = 3\,823\,724\,117,53 + 239,94X_1$, где X_1 – затраты на НИОКР, Y – выручка) показала меньшую надежность по сравнению с оборонительным сценарием: коэффициент детерминации $R^2 = 0,6285$ и стандартная ошибка аппроксимации 13 % свидетельствуют о более высокой волатильности результатов. Несмотря на то что корреляция между затратами на НИОКР и выручкой существует ($r = 0,79$), риски некупаемости инвестиций существенно выше из-за неопределенности научных результатов и полного прекращения финансирования НИОКР в 2024 г. [3].

Первоначальный выбор оборонительной стратегии для ПАО НК «Роснефть» является вынужденной, но экономически и стратегически обоснованной мерой, продиктованной текущей финансовой уязвимостью. Она направлена на быструю оптимизацию затрат и получение гарантированного экономического эффекта в краткосрочной перспективе. Последующий переход к наступательной стратегии заложит основу для долгосрочной технологической независимости, создания уникальных компетенций и обеспечения устойчивого роста в будущем. Такой комбинированный подход минимизирует риски в сложный период и создает основу для будущего лидерства. В таблице 2 приведены результаты сравнительного анализа стратегий инновационного развития.

Анализ показателей эффективности инновационной деятельности ПАО НК «Роснефть» выявил критическое ослабление технологического потенциала, выраженное в обнулении затрат на НИОКР (2024 г.) и индекса научно-технического развития, что свидетельствует о разрушении исследовательской базы.

Нулевой индекс наукоемкости продукции подтверждает полный разрыв между разработками и их внедрением в производство, подчеркивая неэффективность прежней инновационной стратегии. Критически низкие

Таблица 2

Сравнительный анализ стратегий инновационного развития

Критерий	Оборонительная стратегия (НМА)	Наступательная стратегия (НИОКР)
Экономический эффект	Прогнозируемая выручка в 2025 г. – 8 861 млрд р. (выше)	Прогнозируемая выручка в 2025 г. – 6 593 млрд р. (ниже)
Риски	Низкие: НМА уже имеют подтвержденную ценность и внедряются быстрее	Высокие: НИОКР требуют длительных инвестиций без гарантии успеха
Гибкость	Зависит от внешних поставщиков технологий	Позволяет создавать уникальные конкурентные преимущества
Затраты	Высокие капитальные вложения (покупка НМА)	Высокие операционные расходы (финансирование разработок)
Влияние на инновационную активность	Пассивное использование технологий	Активное развитие собственной научно-исследовательской деятельности
Долгосрочная устойчивость	Ограничена зависимостью от внешних технологий	Формирует внутренний инновационный потенциал
Соответствие текущему состоянию компании	Подходит при нехватке внутренних ресурсов на научно-исследовательскую деятельность	Требует стабильного финансирования и научной базы

Составлено авторами по данным [1, 2].

значения индекса интеллектуальной собственности (0,60 %) и коэффициента ее обеспеченности (0,97 %) демонстрируют недостаточную развитость инновационной инфраструктуры компании. Рентабельность инновационных активов на уровне 6,42 % отражает системную неспособность НИОКР генерировать экономическую ценность. Это объективно вынуждает компанию временно переориентироваться на заимствование готовых технологий с гарантированной отдачей, которые позволят оптимизировать текущие технологические процессы и сократить затратную нагрузку.

Необходимость первоочередного перехода к оборонительной стратегии подтверждается результатами прогнозного моделирования. Эконометрический анализ выявил, что при ориентации на приобретение НМА прогнозируемая выручка на 2025 г. достигает 8 861 млрд р., что на 34,41 % выше результата наступательной стратегии (6 593 млрд р.). Эта разница принципиальна в условиях текущего финансового положения, при котором компания не может позволить себе стратегию с меньшей отдачей. Более того, корреляция между НМА и выручкой ($r = 0,84$) статистически более значима (t -расчетное 4,36 > t -критического 2,3), тогда как для НИОКР она ниже ($r = 0,79$) при большей ошибке аппроксимации (13 % против 12 %).

Заключение

Таким образом, для ПАО НК «Роснефть» обоснован последовательный двухэтапный инновационный подход. Текущие финансовые ограничения и ослабление технологического потенциала компании требуют первоочередной оборонительной стратегии, фокусирующейся на адаптации готовых решений для немедленной оптимизации операционной деятельности и снижения затратной нагрузки. Однако для обеспечения долгосрочной конкурентоспособности и технологической независимости после достижения финансовой стабильности стратегической необходимостью становится переход к наступательной стратегии с инвестициями в собственные разработки. Такой комбинированный подход позволяет компании преодолеть текущие ограничения, восстановить инновационный потенциал и заложить основу для устойчивого лидерства с минимизацией рисков на каждом этапе.

Список литературы

1. Официальный сайт ПАО НК «Роснефть». – URL : <https://www.rosneft.ru/> (дата обращения: 12.11.2025).
2. Азарова, Л. В. Об особенностях развития инновационной деятельности в Российской Федерации / Л. В. Азарова, В. А. Ковалева // Цифровая экономика и общество : материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Тверь, 29 марта 2024 г. – Тверь, 2024. – С. 106–111.
3. MS Excel [сайт]. – URL : <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/excel> (дата обращения 05.11.2025 г.)

References

1. Available at: <https://www.rosneft.ru/> (accessed 12 November 2025).
2. Azarova L.V., Kovaleva V.A. *Tsifrovaya ekonomika i obshchestvo : materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, [Digital Economy and Society: Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference, Tver, March 29, 2024], Tver, 2024, pp. 106–111. (In Russ., abstract in Eng.).
3. Available at: <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/excel> (accessed 05 November 2025).

Justification of the Innovation Strategy of an Oil and Gas Company Based on a Predictive Model

© Yu. N. Matveev¹✉, L. V. Azarova¹

¹ Tver State Technical University, Tver, Russian Federation

✉ matveev4700@mail.ru

Keywords: costs for research and development; innovative activity; offensive strategy; intangible assets; defensive strategy; regression model; profitability of innovative assets; forecast; MS EXCEL.

Abstract: An analysis of the innovative activity of an oil and gas company focused on sustainable development is presented. Trends in development over the last ten years were assessed. Using a regression model, a forecast of innovative development was constructed with the help of MS EXCEL software. A comparison of applied innovation development strategies was conducted taking into account the obtained forecast.

Сведения об авторах

Матвеев Юрий Николаевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ЭВМ, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-0101-4151; e-mail: matveev4700@mail.ru

Азарова Любовь Владимировна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация; ORCID 0000-0001-8116-1591; e-mail: 173alv@rambler.ru

About the author

Yuri N. Matveev – D. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Computers, Tver State Technical University, Tver, Russian Federation; ORCID 0000-0002-0101-4151; e-mail: matveev4700@mail.ru

Lyubov V. Azarova – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Accounting, Analysis and Auditing, Tver State Technical University, Tver, Russian Federation; ORCID 0000-0001-8116-1591; e-mail: 173alv@rambler.ru



© Матвеев Ю. Н., Азарова Л. В., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ЭКСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНАЛЬНОГО АПК

© В. А. Солопов^{1✉}, Д. С. Неуймин²

¹ ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация;

² ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Мичуринск, Российская Федерация

✉solopov_07@inbox.ru

Ключевые слова: агропромышленный комплекс; агропродовольственный рынок; продовольственная безопасность; продукция АПК; экономика региона; экспорт.

Аннотация: Рассмотрены направления переориентации экспорта продукции агропромышленного комплекса (АПК) РФ в контексте реализации национального проекта. Показан рейтинг субъектов РФ по уровню развития экспортного потенциала АПК. Проведен анализ динамики и структуры экспорта продукции АПК Тамбовской области. Рассмотрены основные тенденции, проблемы и задачи развития аграрного экспорта региона в разрезе инвестиционных проектов. Выявлены факторы и предложены перспективные направления реализации экспортного потенциала регионального АПК.

Введение

В условиях санкционных мер и ограничений, введенных против российской экономики, экспорт продукции отечественного агропромышленного комплекса (АПК) претерпел существенные изменения как в части структуры и динамики его объемов, так и географии поставок. В ответ на ограничения доступа к традиционным рынкам экспорт был постепенно переориентирован на лояльные к российским товарам рынки, после чего направления экспорта продукции АПК на протяжении последних лет остаются относительно стабильными. Несмотря на схожие экономические условия хозяйствования в регионах РФ отмечаются различные подходы к развитию экспортной деятельности АПК.

Цель исследования – выявление существующих проблем и обоснование перспективных направлений реализации экспортного потенциала аграрного региона РФ – Тамбовской области.

Методика исследования

Объектом исследования являются отрасли АПК Тамбовской области, имеющие экспортную ориентированность. Исследования проводились на основе статистических отчетов Тамбовской области, данных Росстата,

аналитических обзоров из специализированной литературы, материалов периодической печати и расчетов авторов. В ходе исследования применялись монографические, абстрактно-логические, экономико-статистические методы и расчетно-конструктивные приемы.

Результаты исследования

По итогам 2024 г. аграрный экспорт продукции АПК РФ осуществлялся более чем в 160 стран. После переориентации на новые рынки сбыта на первое место в стоимостном объеме среди ведущих импортеров российской сельскохозяйственной продукции вышел Китай (6,4 млрд долл.), второе место заняла Турция (3,4 млрд долл.). Далее следуют: Казахстан (3,3 млрд долл.), Беларусь (3,1 млрд долл.), Египет (3,0 млрд долл.), Индия (2,6 млрд долл.). В физическом объеме совокупный объем экспорта продукции АПК РФ по итогам 2024 г. составил более 109 млн т (+5,3 % к уровню 2023 г.), что свидетельствует о результативности предпринятых мер.

Успешным примером адаптации отечественных сельхозтоваропроизводителей к новым условиям и требованиям новых рынков стало увеличение экспорта продовольствия в страны Африки с 2014 г. более чем в два раза. Значимыми партнерами здесь стали Египет и Алжир, что способствует диверсификации экспортных потоков [1].

Наибольшую долю в товарной структуре экспорта продукции АПК по итогам 2024 г. традиционно занимает экспорт зерновых (37 %) с темпом роста за период 2020 – 2024 гг. – 12 %. Затем масложировая продукция, прочая продукция АПК, продукция пищевой и перерабатывающей промышленности, рыба и морепродукты, мясная и молочная продукция (рис. 1, 2).

По итогам 2024 г. наибольший рост выручки наблюдается от экспорта мясной и молочной продукции (+23,4 % к уровню 2023 г.), а также продукции пищевой и перерабатывающей промышленности (+6,0 %).

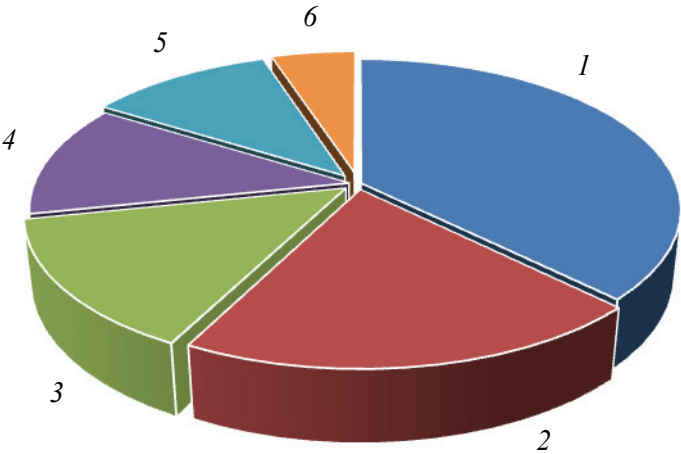


Рис. 1. Товарная структура экспорта продукции АПК РФ в 2024 г. (%):
1 – зерновые (37); 2 – масложировая (20); 3 – прочая продукция (14);
4 – продукция пищевой и перерабатывающей промышленности (12);
5 – рыба и морепродукты (11); 6 – мясная и молочная (5)

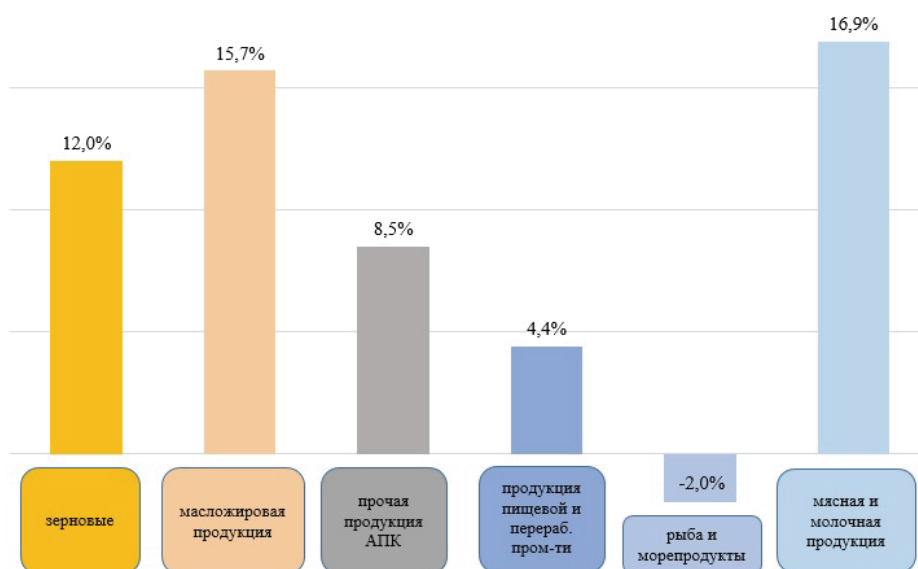


Рис. 2. Темп роста экспорта продукции АПК РФ за период 2020 – 2024 гг.

Наибольший совокупный среднегодовой темп роста экспорта в период с 2020 по 2024 гг. также продемонстрировала мясная и молочная продукция (+16,9 %), на втором месте – продукция масложировой отрасли (+15,7 %), заметный рост показала и зерновая отрасль (+12,0 %). Среди товаров, показавших в период 2020 – 2024 гг. наибольший рост поставок, можно выделить такие продукты, как рожь (в 9,8 раз), овес (в 4,1 раза), зернобобовые (в 3,7 раз), говядина (в 2,6 раз), продукты перемола (в 2,5 раза), а также сорго и рыба сушеная и соленая (в 2,5 раза).

Достижению поставленных целей по переориентации экспорта продукции АПК на новые и перспективные рынки способствует реализация национального проекта «Международная кооперация и экспорт» на период до 2030 г., основные цели которого – увеличение несырьевого неэнергетического экспорта, в том числе продовольствия, в дружественные страны. В рамках национального проекта Минсельхозом России реализуется федеральный проект «Экспорт продукции АПК» с объемом финансирования в 204,7 млрд р., направленный на развитие конкурентоспособности российских компаний, создание экспортно-ориентированной товаропроводящей инфраструктуры, устранение внутренних и внешних торговых барьеров, создание системы позиционирования и продвижения продукции АПК на внешние рынки [2].

Одним из подходов, позволяющих оценить экспортный потенциал АПК регионов РФ в контексте исполнения целей и задач федерального проекта «Экспорт продукции АПК» является рейтинг субъектов Российской Федерации по уровню развития экспортного потенциала АПК (далее рейтинг), который разработан и рассчитывается федеральным центром развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России на основе утвержденной методики [3]. Согласно данной методике, все субъекты РФ разделены на три группы по объему экономики АПК (более 160 млрд р., от 70 до 160 млрд р., до 70 млрд р.). Субъекты, входящие в группу с наиболее высоким объемом экономики АПК, приведены на рис. 3.

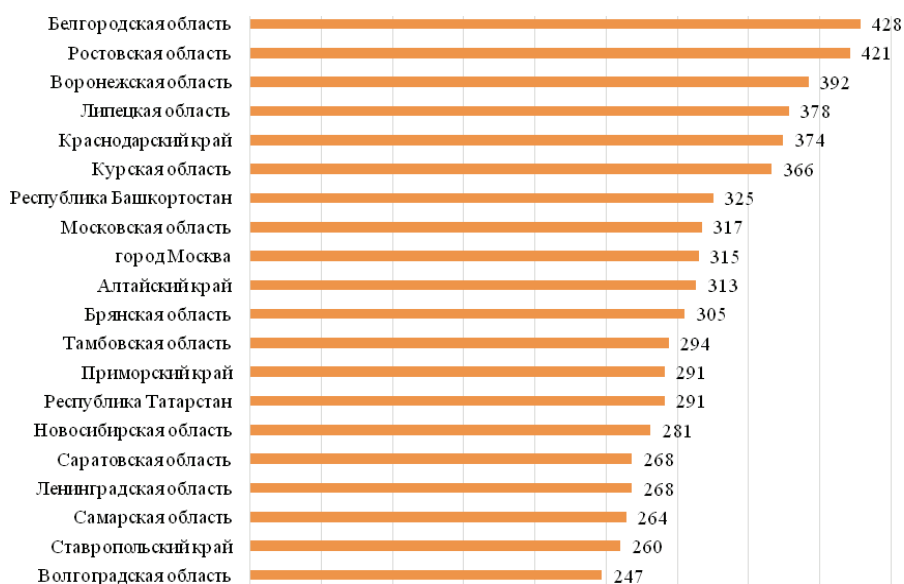


Рис. 3. Интегральный рейтинг субъектов Российской Федерации по уровню развития экспортного потенциала АПК (группа 1), 2024 г.

Рейтинг рассчитывается на основе следующих индекс-компонентов: экономики АПК; экспорта продукции АПК; инвестиционного развития экспортного потенциала АПК; системы поддержки экспорта продукции АПК в субъектах РФ; работы региональных органов управления АПК. Таким образом, в рамках рейтинга оценивается как уровень развития экономического потенциала экспорта продукции АПК, так и уровень эффективности работы органов управления АПК.

В методике оценки указано, что целями формирования рейтинга помимо мониторинга развития экспорта продукции АПК и привлечения потенциальных инвесторов является сокращение степени неравенства между субъектами РФ по уровню развития экспортного потенциала АПК. Необходимо отметить, что субъекты РФ изначально обладают существенно различающимися параметрами и предпосылками формирования экспортного потенциала, соответственно это неравенство имеет объективную природу. К таким параметрам относятся природно-климатические условия как базовый производственный фактор для агропромышленного производства, кадровое обеспечение отрасли, экономико-географическое положение и ряд др. В этой связи полагаем, что задачей рейтинга может быть не столько сокращение степени неравенства субъектов РФ, сколько учет их дифференциации в ходе дальнейшего совершенствования методики оценки в целях придания ей большей объективности.

В число ведущих субъектов РФ по уровню развития экспортного потенциала входит Тамбовская область. Доля АПК в структуре валового регионального продукта Тамбовской области составляет порядка 30 %. За период 2020 – 2024 гг., крупными и средними предприятиями АПК бы-

ло инвестировано более 112,4 млрд р., за 2025 г. – 17,2 млрд р. Это позволило аграриям закупить современную технику, модернизировать существующие и открыть новые производства. Рост отрасли также обеспечивают рекордные урожаи и значительные объемы государственной поддержки [4, 5].

По итогам 2024 г. внешнеторговый оборот Тамбовской области составил 331,2 млрд р., что на 3,7 % выше уровня 2023 г. (рис. 4). Более половины всего экспорта региона (54,5 %) приходится на мясную отрасль и продукцию пищевой и перерабатывающей промышленности.

Свою продукцию предприятия Тамбовской области экспортируют по региональному проекту «Экспорт продукции АПК» нацпроекта «Международная кооперация и экспорт». При этом почти весь объем экспортных поставок составляет несырьевой неэнергетический экспорт, что соответствует основной цели национального проекта. Основой экспорта в 2024 – 2025 гг. стали продовольственные товары, которые составили 70 % в общей структуре экспорта. По данным таможенной статистики, в 2024 г. тамбовские предприятия осуществляли торговлю с 32 странами мира. Ключевыми торговыми партнерами региона стали Китай, Белоруссия, Узбекистан, Турция, Казахстан, Бразилия и Кыргызстан [6].

В товарной структуре экспорта почти 30 % приходится на продукцию пищевой и перерабатывающей промышленности (сахар, меласса, мука, кондитерские изделия). Примерно 25 % составляет мясная продукция (мясо птицы, свинина). В большом объеме регион отгружает за рубеж отруби, корм для животных и другую продукцию АПК. В общей структуре экспорта это занимает 20,5 %. Зерновые, в том числе пшеница, кукуруза и ячмень, формируют более 15 % от совокупного объема экспорта, растительное масло – 9,7 % (табл. 1).

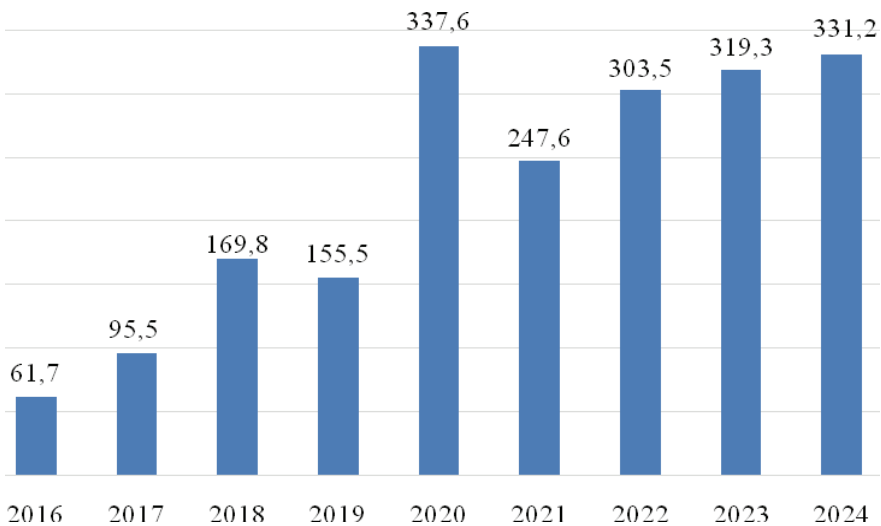


Рис. 4. Динамика экспорта продукции АПК Тамбовской области

Таблица 1

Товарная структура экспорта продукции АПК Тамбовской области*

Вид продукции	2020 г.		2021 г.		2022 г.		2023 г.		2024 г.	
	млн долл.	%	млн долл.	%	млн долл.	%	млн долл.	%	млн долл.	%
Зерновые культуры	110,4	32,7	80,9	32,7	102,3	33,7	66,9	21,0	50,8	15,3
Масложировая	22,0	6,5	16,2	6,5	22,8	7,5	25,7	8,0	32,1	9,7
Мясная	60,7	18,0	85,2	34,4	85,3	28,1	73,5	23,0	85,4	25,8
Продукция пищевой и перерабатывающей промышленности	61,1	18,1	37,9	15,3	37,3	12,3	88,5	27,7	95,0	28,7
Прочая продукция АПК	83,4	24,7	27,4	11,1	55,8	18,4	64,7	20,3	67,9	20,5
Итого	337,6	100,0	247,6	100,0	303,5	100,0	319,3	100,0	331,2	100,0

* Источник: составлено по данным Тамбовстата.

Основными организациями-экспортерами продукции АПК Тамбовской области по видам продукции являются: ЗАО «Уваровский сахарный завод», ООО «Русагро» (продукция пищевой и перерабатывающей промышленности); ООО «Тамбовский бекон» (мясная продукция); АО «Избердеевский элеватор» (зерновые и зернобобовые); ООО «Мичуринскзерностандарт» (продукция переработки зерна); АО «Экоойл», ООО «Кристалл» (масложировая продукция).

Дальнейшему развитию экспорта способствует увеличение объемов производства при значительной государственной поддержке. Предварительные результаты 2025 г. свидетельствуют о существенном росте валового производства продукции АПК, в частности, валовой сбор зерновых и зернобобовых культур в Тамбовской области достиг рекордного уровня и составил 5,4 млн т при урожайности 57,4 ц/га, что на 1,5 млн т больше, чем в прошлом году. Сбор сахарной свеклы составил 6,2 млн т, сои – 736 тыс. т, что также станет рекордным показателем.

В 2025 году в садоводческих хозяйствах Тамбовской области собрано более 22,2 тыс. т яблок, что на 22 % превышает показатель 2023 г. Это свидетельствует о положительной динамике в отрасли после чрезвычайной ситуации 2024 г., когда возвратные весенние заморозки практически полностью уничтожили урожай плодовых и ягодных культур. Дальнейшему развитию садоводства способствовала закладка новых садов и питомников (233 га в 2025 г.), в результате чего общая площадь многолетних насаждений в регионе превысила 2,3 тыс. га.

Факторами роста показателей в АПК являются интенсификация производства, технологическое обновление и комплексные меры государственной поддержки, объем которых в 2025 г. увеличен до 2,2 млрд р., при этом на финансирование отрасли растениеводства – более 1,1 млрд р. [7]. Данные средства направлялись на закладку многолетних на-

саждений, уходные работы, страхование в области растениеводства, мелиоративные мероприятия, производство и реализацию зерновых культур, поддержку элитного семеноводства, стимулирование увеличения производства картофеля и овощей.

По механизму льготного кредитования агропредприятиям было одобрено более 600 заявок на привлечение льготных краткосрочных и инвестиционных кредитов на сумму свыше 30 млрд р., что позволило хозяйствам обеспечить финансирование всей технологической цепочки – от закупки ГСМ и удобрений до уборки урожая, приобретение новой техники и оборудования.

По предварительным данным за 2025 г. экспорт продукции АПК Тамбовской области увеличился на 44 % по сравнению с предыдущим годом. В 2025 г. значительно возрос интерес зарубежных стран к тамбовской пшенице. За январь – июль 2025 г. ее экспорт вырос до 648 % в сравнении с аналогичным периодом 2024 г.

Реализация экспортного потенциала АПК Тамбовской области характеризуется такими основными тенденциями, как диверсифицированный характер экспорта; увеличение объемов экспорта; развитие сельских территорий, а также переход от сырьевой модели к экспорту товаров с высокой добавленной стоимостью. Рассмотрим их подробнее.

По итогам 2024 г. Тамбовская область относится к числу регионов РФ с наиболее диверсифицированным аграрным экспортом (индекс Херфиндаля–Хиршмана (ННІ) от 0,22 до 0,27) (табл. 2).

Показатель отраслевой диверсификации включает подотрасли, обозначенные в федеральном проекте «Экспорт продукции АПК»: продукция зерновых, мясная и молочная продукция, продукция масложировой отрасли, пищевой и перерабатывающей промышленности, прочая продукция АПК, рыба и морепродукты. Необходимо отметить, что в 2024 г. отраслевая диверсификация регионального экспорта продукции АПК в целом по России замедлилась. Общее значение индекса ННІ для Российской Федерации в 2024 г. составило 0,23, как и в 2023 г.

При этом наметившаяся в 2023 г. тенденция к увеличению уровня концентрации экспорта АПК в 2024 г. приостановилась – в 2024 г. в группе регионов с невысоким уровнем концентрации (ННІ менее 0,45) вошло 45 регионов (в 2023 г. их было 50). Полагаем, что тенденция замедления процессов диверсификации аграрного экспорта носит временный характер и обусловлена его переориентацией на новые рынки сбыта, а также общей динамикой конъюнктуры агропродовольственного рынка. Диверсифицированный характер АПК региона в целом и его экспорта в частности является значимым фактором, способствующим повышению его устойчивости и конкурентоспособности, который необходимо учитывать в стратегическом развитии.

Дальнейшее развитие регионального АПК на основе реализации его экспортного потенциала не представляется возможным без существенного увеличения доли продукции с высокой добавленной стоимостью при расширении перерабатывающих мощностей, в том числе по глубокой переработке. Данный подход наряду со снижением доли сырьевого экспорта является наиболее эффективным и перспективным в современных условиях.

Таблица 2

Структура аграрного экспорта по регионам РФ, % (2024 г.)

Регионы	Зерновые	Мясная и молочная продукция	Масло-жировая продукция	Продукция пищевой и перерабатывающей промышленности	Прочая продукция	Рыба и морепродукты	НИИ
РФ в целом	37,0	5,0	21,0	13,0	12,0	12,0	0,23
Тамбовская обл.	19,0	24,0	9,0	31,0	17,0	—	0,22
Воронежская обл.	20,0	7,0	29,0	16,0	27,0	1,0	0,23
Республика Бурятия	3,0	21,0	14,0	22,0	36,0	4,0	0,25
г. Санкт-Петербург	9,0	3,0	26,0	36,0	22,0	4,0	0,26
Ставропольский край	27,0	37,0	11,0	17,0	8,0	—	0,26
Иркутская обл.	22,0	3,0	33,0	14,0	27,0	1,0	
Республика Мордовия	—	32,0	17,0	25,0	26,0	—	
Томская обл.	3,0	32,0	24,0	28,0	13,0		
Республика Адыгея	2,0	17,0	22,0	23,0	36,0		0,27
Омская обл.	33,0	6,0	7,0	20,0	32,0	2,0	
Самарская обл.	10,0	4,0	37,0	31,0	17,0	1,0	
Тульская обл.	2,0	20,0	33,0	14,0	31,0	—	

Значительный удельный вес в товарной структуре экспорта продукции АПК Тамбовской области занимает масложировая продукция [8]. Перспективным в данной отрасли является расширение производства и переработки таких культур, как соя и рапс, которые в последние годы оказали значительное влияние на диверсификацию отечественного масложирового комплекса. Несмотря на то что подсолнечное масло остается основным продуктом отрасли, 2025 г. стал периодом снижения объемов его производства и доли рынка. Если в 2024 г. было произведено

8,2 млн т подсолнечного масла, то в 2025 г. наблюдается сокращение объемов его производства почти на 16 % до 6,9 млн т, что является минимальным за последние годы и ниже уровня 2023 г. (7,2 млн т). Данная тенденция объясняется резким ростом объема переработки сои и рапса в связи с увеличением их урожая и падением рентабельности зерновых при растущем экспортном потенциале данных культур. Отметим, что в Тамбовской области производители сои и рапса получают меры государственной поддержки. По итогам 2024 г. регион поднялся на 4 место в России по производству сои с объемом в 514 тыс. т (7,3 % общероссийского производства).

Производство рапса в регионе также растет. Несмотря на то что область пока не входит в числе лидеров отрасли, по итогам 2025 г. достигнут существенный рост урожайности рапса – 27,4 ц/га, что почти на 76 % выше уровня 2024 г. Это позволило Тамбовской области войти в пять ведущих регионов РФ по урожайности этой культуры. Полагаем, что дальнейшее развитие масложирового комплекса региона на основе переработки сои и рапса имеет значительный экспортный потенциал с учетом их востребованности на азиатских рынках.

В рамках Петербургского международного экономического форума (ПМЭФ-2025) были представлены масштабные инвестиционные проекты Тамбовской области, подписаны соответствующие соглашения. В частности, строительство сахарного завода по переработке свеклы и сахаросырца в Мордовском муниципальном округе, куда ООО «Тамбовская сахарная компания» (агрохолдинг «Прогресс Агро») планирует вложить около 11,7 млрд р. и создать 500 рабочих мест. В этом же округе запланировано создание современного элеваторного комплекса мощностью 95 тыс. т с объемом инвестиций – 1,8 млрд р. (инвестор ООО «Тамбовский элеватор»). Тамбовская область последовательно наращивает мощности по хранению сельхозпродукции. По итогам 2025 г. суммарная емкость зернохранилищ региона составляет 5,9 млн т, что на 2,5 % больше, чем в 2024 г.

ОАО «Токаревская птицефабрика» построит цех по производству соевого жмыха производительностью 750 т в сутки (объем инвестиций – 2 млрд р.). В Бондарском округе будет создан производственно-логистический комплекс по выпуску продуктов на основе глауконита за 250 млн р. Продукцией проекта по переработке минерального сырья «Митрополье» станут калийные и азотные удобрения, косметикобальнеологические средства, универсальный сорбент для экологии и биотехнологий. Реализация данных проектов позволит повысить долю товаров с высокой добавленной стоимостью в структуре экспорта, что также будет способствовать росту уровня его диверсификации.

Основная задача регионального АПК на современном этапе – дальнейшее наращивание объемов экспорта как одного из ключевых направлений развития экономики Тамбовской области. Начиная с 2021 г., динамика объемов экспорта продукции АПК неуклонно растет. Ввод новых перерабатывающих мощностей направлен на достижение объемов экспорта продукции АПК региона до 500 млн долл. к 2030 г. [9].

Среди перспективных направлений развития регионального экспорта продукции АПК отметим производство посадочного материала плодово-ягодных культур, в том числе на безвирусной основе, селекционно-семеноводческая деятельность и производство семенного материала зерновых культур, производство продуктов здорового питания. В этой связи нуждаются в масштабировании и коммерциализации технологии, разработанные в рамках деятельности Мичуринска как наукограда РФ, что приобретает особую актуальность для обеспечения технологического суверенитета и продовольственной безопасности страны [10].

Несмотря на выгодное экономико-географическое положение, в Тамбовской области наблюдается недостаток логистических мощностей, в первую очередь складских. Имеющиеся проекты по созданию объектов логистической инфраструктуры на территории региона, в частности, в Мичуринском, Первомайском и других муниципальных округах, до сих пор не осуществлены, что является значительным сдерживающим фактором в реализации экспортного потенциала регионального АПК.

Также одной из значимых тенденций в развитии АПК Тамбовской области является увеличение доли агрохолдингов в товарной структуре экспорта продукции АПК, что оказывает негативное влияние на деятельность крестьянских (фермерских) хозяйств. С учетом того, что регион отличается высоким уровнем экологической безопасности, в качестве одного из экспортных направлений можно рассматривать производство продуктов с наименованием места происхождения товара (защищенное географическое указание), а также уникальных нишевых продуктов. Отметим, что за последние годы в регионе проделана определенная работа в данном направлении, в том числе для повышения его туристической и инвестиционной привлекательности. Особое внимание уделяется развитию сельских территорий и поддержке малых форм хозяйствования, в частности, гранты для начинающих фермеров, льготные кредиты и лизинг техники.

Заключение

Таким образом, агропромышленный комплекс Тамбовской области отличается значительным экспортным потенциалом, дальнейшая реализация которого зависит от ряда факторов. Несмотря на существенный рост валового производства основных видов продукции, значительную диверсификацию экспорта при повышении объемов государственной поддержки, нерешенными остаются вопросы инфраструктурного развития отрасли, повышения качества и конкурентоспособности продукции, расширения перерабатывающих мощностей. Учитывая значительный удельный вес аграрного сектора в структуре валового регионального продукта, от дальнейшего развития АПК и реализации его экспортного потенциала будет напрямую зависеть социально-экономическое положение Тамбовской области.

Список литературы

1. Остроухов, Р. А. Россия в условиях санкционных ограничений на рынке сельскохозяйственной продукции / Р. А. Остроухов // Вестник науки. – 2025. – Т. 4, № 2(83). – С. 93–103.
2. Яковенко, Н. А. Тенденции развития агропродовольственного экспорта России: региональный аспект / Н. А. Яковенко, И. С. Иваненко // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – Т. 63, № 4. – С. 14–18. doi: 10.24411/2587-6740-2020-14063
3. Аграрный экспорт регионов России. 2024 год. – URL : https://aemcx.ru/wp-content/uploads/2025/04/agrarnyj-eksport_regionov_rf_2024.pdf (дата обращения: 25.01.2026).
4. Неуймин, Д. С. Современное состояние и экспортная ориентация отечественного рынка зерна / Д. С. Неуймин // Продовольственная безопасность в условиях международных санкций : сб. науч. тр. – Мичуринск, 2017. – С. 82–86.
5. Неуймин, С. К. Динамика и особенности экономического развития Тамбовской области / С. К. Неуймин, Д. С. Неуймин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2017. – № 2(64). – С. 79–85. doi: 10.17277/voprosy.2017.02.pp.079-085
6. Грекова, Н. С. Трансформация направлений экспорта продукции агропромышленного комплекса Тамбовской области / Н. С. Грекова, А. Н. Греков // Агропродовольственная политика России. – 2025. – № 2(115). – С. 11–17. doi: 10.35524/2227-0280_2025_02_11
7. Оксана Лут и Евгений Первышов обсудили развитие АПК Тамбовской области // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 23 января 2026. – URL : <https://mcx.gov.ru/press-service/news/oksana-lut-i-evgeniy-pervyshov-obsudili-razvitie-apk-tambovskoy-oblasti-116062/> (дата обращения: 25.01.2026).
8. Приоритетные направления социально ориентированного развития сельских территорий / В. А. Солопов, Е. С. Мищенко, Н. В. Злобина, Н. В. Карамнова, В. М. Белоусов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2025. – № 4(98). – С. 82–101. doi: 10.17277/voprosy.2025.04.pp.082-101
9. Тамбовская область наращивает экспорт АПК до 500 млн долларов к 2030 году // ТАСС. – 16.12.2025. – URL : <https://investfuture.ru/articles/tambovskaya-oblast-naraschivaet-eksport-apk-do-500-mln-dollarov-k-2030-godu-210CF4E5C181D34343258D620025AFB5> (дата обращения: 25.01.2026).
10. Юхачев, С. П. Актуальные подходы к обеспечению продовольственной безопасности России / С. П. Юхачев, Д. С. Неуймин // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2025. – Т. 252, № 2. – С. 275–293. doi: 10.38197/2072-2060-2025-252-2-275-293

References

1. Ostroukhov R.A. [Russia in the context of sanctions restrictions on the agricultural market], *Vestnik nauki* [Herald of Science], 2025, vol. 4, no. 2(83), pp. 93-103. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Yakovenko N.A., Ivanenko I.S. [Trends in the development of agri-food exports in Russia: regional aspect], *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], 2020, vol. 63, no. 4, pp. 14-18. doi: 10.24411/2587-6740-2020-14063 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Available at: https://aemcx.ru/wp-content/uploads/2025/04/agrarnyj-eksport_regionov_rf_2024.pdf (accessed 25 January 2026).

4. Neuymin D.S. [The current state and export orientation of the domestic grain market], *Prodovol'stvennaya bezopasnost' v usloviyakh mezhdunarodnykh sanktsiy : sb. nauch. tr.* [Food security in the context of international sanctions. Collection of scientific papers], Michurinsk, 2017, pp. 82-86. (In Russ.)
5. Neuymin S.K., Neuymin D.S. [Dynamics and features of the economic development of the Tambov region], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2017, no. 2(64), pp. 79-85 doi: 10.17277/voprosy.2017.02.pp.079-085 (In Russ., abstract in Eng.)
6. Grekova N.S., Grekov A.N. [Transformation of export directions of products of the agro-industrial complex of the Tambov region], *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*. [Agro-food policy of Russia], 2025, no. 2(115), pp.11-16. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Available at: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/oksana-lut-i-evgeniy-pervyshov-obsudili-razvitie-apk-tambovskoy-oblasti-116062/> (accessed 25 January 2026).
8. Solopov V.A., Mishchenko E.S., Zlobina N.V., Karamnova N.V., Belousov V.M. [Priority directions of socially oriented rural development], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2025, no. 4(98), pp. 82-101. doi: 10.17277/voprosy.2025.04.pp.082-101 (In Russ., abstract in Eng.)
9. Available at: <https://investfuture.ru/articles/tambovskaya-oblast-naraschivaet-eksport-apk-do-500-mln-dollarov-k-2030-godu-210CF4E5C181D343258D620025AFB5> (accessed 25 January 2026).
10. Yukhachev S.P., Neuymin D.S. [Actual approaches to ensuring food security in Russia], *Nauchnyye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific Proceedings of the Free Economic Society of Russia], 2025, vol. 252, no. 2, pp. 275-293. doi: 10.38197/2072-2060-2025-252-2-275-293 (In Russ., abstract in Eng.)

Export Potential of the Regional Agro-Industrial Complex

© V. A. Solopov¹✉, D. S. Neuymin²

¹ Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation;

² Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russian Federation

✉solopov_07@inbox.ru

Keywords: agro-industrial complex; agri-food market; food security; agro-industrial complex products; regional economy; export.

Abstract: Directions for redirecting the export of Russia's agro-industrial complex (AIC) products are considered in the context of implementing a national project. A ranking of Russian regions by the level of AIC export potential development is presented. An analysis of the dynamics and structure of AIC product exports from Tambov Oblast is conducted. The main trends, problems, and tasks for developing the region's agricultural exports are examined in relation to investment projects. Factors are identified, and promising directions for realizing the export potential of the regional AIC are proposed.

Сведения об авторах

Солопов Владимир Алексеевич – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Коммерция и бизнес-информатика», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация; ORCID 0009-0000-5881-2878; e-mail: solopov_07@inbox.ru

Неуймин Дмитрий Сергеевич – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и коммерции, ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Мичуринск, Российская Федерация; ORCID 0009-0000-2034-2532; e-mail: nds511@yandex.ru

About the author

Vladimir A. Solopov – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of Department of Commerce and Business Informatics, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation; ORCID 0009-0000-5881-2878; e-mail: solopov_07@inbox.ru

Dmitry S. Neuymn – Cand. Sc. (Economics), Associate Professor, Associate Professor of Economics and Commerce, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russian Federation; ORCID 0009-0000-2034-2532, e-mail: nds511@yandex.ru



© Солопов В. А., Неуймин Д. С., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© Н. И. Стрельникова¹✉, О. В. Коробова¹

¹ ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация

✉zyuzya_unrivalled@mail.ru

Ключевые слова: запасы; кондитерская фабрика; коэффициенты оборачиваемости; оборотные активы; пищевая промышленность; управление запасами.

Аннотация: Рассмотрен вопрос повышения эффективности управления запасами на предприятиях пищевой промышленности, в частности на ОАО «ТАКФ». Изучены теоретические аспекты, дана оценка текущей системы управления запасами на ОАО «ТАКФ» и разработаны рекомендации для повышения эффективности управления материальными ресурсами. Проанализированы проблемы, возникающие из-за неправильного распределения ресурсов, а также перебоев в поставках. Предложены меры по оптимизации управления запасами с использованием современных информационных технологий и аналитических инструментов. Результаты направлены на улучшение конкурентоспособности предприятия.

Введение

Актуальность данного исследования заключается в том, что в условиях сегодняшнего рынка, который отличается высокой конкуренцией, эффективное управление запасами имеет критически важное значение для получения финансовых результатов и общей прибыльности компании [1].

Управление запасами – важная задача, так как неправильное распределение и хранение ресурсов может привести к значительным потерям (в виде избыточных запасов или перебоев в производстве). Некоторые предприятия сталкиваются с проблемами, такими как перебои в поставках, что становится препятствием для достижения поставленных бизнес-целей.

Современные информационные технологии и аналитические инструменты открывают новые горизонты для оптимизации управления запасами [2]. Они предоставляют компаниям возможность соответствовать передовым стандартам и практикам в своей отрасли. Вопрос повышения эффективности управления запасами материальных ресурсов остается стратегически важным и актуальным для каждого предприятия.

«Для осуществления производственного процесса каждому предприятию нужно иметь в достаточном количестве и ассортименте материальные ресурсы (сырье, материалы, покупные полуфабрикаты, топливо, запасные части и т.д.). Особенность материальных ресурсов заключается в том, что они, в отличие от средств труда, сохраняющих в производственном процессе свою форму и переносящих свою стоимость на продукт постепенно, потребляются полностью в каждом производственном цикле и полностью переносят свою стоимость на выпускаемую продукцию, выполняемые работы, оказываемые услуг» [3, с. 166].

Материальные запасы представляют собой материальные объекты, находящиеся в ожидании своего перехода в один из следующих процессов: потребление в производственном цикле; реализация и продажа; личное использование.

Производственные запасы характеризуются следующими признаками [3, с. 166]:

- они выступают в роли предметов труда;
- хранятся не более 12 месяцев или в течение одного операционного цикла, если его срок превышает 12 месяцев;
- целиком потребляются или преобразуются в каждом производственном цикле, подвергаясь физическим изменениям;
- полностью отражают свою стоимость в цене выпускаемой продукции, выполняемых работ и оказываемых услуг;
- являются материальной частью себестоимости, при этом их доля значительна;
- имеют различное назначение, что учитывается при классификации для финансового учета на субсчетах счета 20 «Производственные запасы».

Запасы обладают двойственной природой: с одной стороны, их наличие выгодно, с другой – приносит определенные проблемы [4, с. 36].

Управление запасами представляет собой процесс, который включает планирование, организацию и контроль за формированием, хранением и использованием материальных ресурсов предприятия в целях обеспечения бесперебойной деятельности [5]. В настоящее время в системе менеджмента существуют различные методы управления запасами. Приведем пример некоторых из них:

1) интеграция интернета вещей (IoT) с функциями мониторинга в реальном времени позволяет обеспечить контроль за состоянием материальных ресурсов, контролировать условия хранения, срок годности и качество продукции, что особенно важно в цепочках поставок с высокой степенью требовательности к условиям содержания товаров;

2) в рамках концепций «точно в срок» (*англ.* Just in Time (JIT)) и бережливого производства достигается цель минимизации уровня запасов, являющихся излишними или недопустимыми с точки зрения фонда оборотных средств;

3) в экологической и социальной плоскости актуализируется тренд на устойчивое управление запасами (*англ.* Sustainable Management), предусматривающее сокращение излишних ресурсов, снижение экологического следа, применение перерабатываемых материалов и экологически чистых

упаковок, что создает добавленную стоимость и повышает конкурентоспособность.

Гибкое и адаптивное планирование, учитывающее сезонные колебания спроса, непредвиденные внешние воздействия и рыночные изменения, становится необходимым условием обеспечения устойчивости и эффективности производственно-логистических систем [6]. Внедрение робототехники и автоматизации складских операций, интенсивное использование автоматизированных систем управления запасами – все это обуславливает снижение транзакционных издержек и повышение операционной рентабельности.

Методология исследования

Исходной информацией для проведения исследования послужила годовая бухгалтерская отчетность предприятия: данные бухгалтерского баланса, отчета о финансовых результатах, справки к бухгалтерскому балансу.

Для количественного анализа и оценки производственных запасов при проведении исследования использован вертикальный и горизонтальный анализ бухгалтерской отчетности. Данный метод позволил определить абсолютное и относительное изменение производственных запасов на исследуемом предприятии за год, а также их удельный вес на начало и конец периода в составе оборотных активов. Такая оценка выявила, на сколько велика сумма запасов на предприятии и можно ли характеризовать их недостаточное количество либо затоваривание.

Для более достоверного анализа текущего состояния управления запасами на предприятии использованы коэффициенты оборачиваемости и длительности. «Коэффициенты оборачиваемости позволяют проанализировать, насколько эффективно предприятие использует свои средства. Показатели оборачиваемости имеют большое значение для оценки кредитоспособности заемщика, поскольку скорость оборота средств, то есть скорость превращения их в денежную форму, оказывает непосредственное влияние на платежеспособность предприятия. Кроме того, увеличение скорости оборота средств при прочих равных условиях отражает повышение производственно-технического потенциала предприятия. К коэффициентам оборачиваемости относят:

- оборачиваемость запасов;
- оборачиваемость дебиторской задолженности;
- оборачиваемость готовой продукции;
- оборачиваемость активов.

Коэффициенты оборачиваемости отдельных видов оборотных средств характеризуют число оборотов, совершенных оборотными средствами за анализируемый период.

Длительность одного оборота характеризуется количеством дней, за которые отдельные виды оборотных активов меняют свою форму с денежной на вещественную и обратно, способствуя при этом приращению прибыли и капитала предприятия» [7, с. 18].

Также в работе проанализирован коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности и длительность одного оборота кредиторской

задолженности. Оценка этих показателей позволяет сделать вывод об использовании компанией такого источника финансовых ресурсов, как задолженность предприятия перед поставщиками и подрядчиками, персоналом, государством. Анализ кредиторской задолженности в динамике и сравнение ее с дебиторской задолженностью дают возможность оценить эффективность приобретения запасов хозяйствующего субъекта [8].

Вертикальный и горизонтальный анализ также был применен при оценке видов производственных запасов: сырья и материалов, незавершенного производства, готовой продукции. Использование данного метода позволяет оценить, какой вид производственных запасов находится на предприятии в избытке и, следовательно, предложить направления решения проблем и ликвидации негативных тенденций.

Результаты исследования

В результате исследования проведен анализ и дана оценка управления запасами на предприятии пищевой промышленности на примере ОАО «Кондитерская фирма «ТАКФ», которое расположено в Тамбовской области по адресу: г. Тамбов, ул. Октябрьская, д. 22.

Фирма «ТАКФ» входит в состав кондитерского холдинга «Объединенные кондитеры», который включает такие известные московские фабрики, как «Красный Октябрь», концерн «Бабаевский», фабрика «Рот Фронт» и 15 региональных предприятий [9]. Основной вид деятельности ОАО «Кондитерская фирма «ТАКФ» – производство кондитерских изделий.

Проанализируем данные оборотных средств, рассчитанные на основе бухгалтерского баланса компании (табл. 1). Данные о динамике активов за рассматриваемый период показывают следующее: доля внеоборотных активов увеличилась с 33 до 37 %, что соответствует относительному росту на 4,9 %.

Таблица 1

Анализ оборотных средств ОАО «ТАКФ»

Показатель	Начало периода		Конец периода		Изменения	
	Сумма, р.	Удельный вес, %	Сумма, р.	Удельный вес, %	Абсолютные	Относительные, %
Внеоборотные активы	864 052	33	906 374	37	42 322	4,9
Оборотные активы	1 759 150	67	1 530 326	63	–228 824	–13
Запасы	353 718	14	387 851	16	34 133	9,6
Дебиторская задолженность	1 345 659	51	582 647	24	–763 012	–56,7
Финансовые вложения	52 700	2	553 400	23	500 700	950
Итого	2 623 202	100	2 436 700	100	–186 502	–

Доля оборотных активов снизилась с 67 до 63 %, что привело к относительному изменению на уровне –13 %. В то же время запасы увеличились с 14 до 16 %, что эквивалентно росту на 9,6 %. Доля дебиторской задолженности значительно сократилась с 51 до 24 %, что является изменением на уровне –56 %. Доля финансовых вложений увеличилась с 2 до 23 %, что соответствует значительному росту на 950 %. Таким образом, в структуре компании произошло увеличение имущественных средств. Это может свидетельствовать об увеличении деловой активности предприятия.

На основе расчетов, проводимых с помощью формул из методических указаний [7], проведен анализ оборачиваемости и длительности оборотов ОАО «ТАКФ», который показал изменения коэффициентов оборачиваемости по сравнению с началом периода (табл. 2). Коэффициент оборачиваемости оборотных активов увеличился с 1,8 до 1,96. Это положительная тенденция, однако коэффициент почти не меняется за год. Также благоприятно для предприятия увеличение коэффициента оборачиваемости дебиторской задолженности на 2,85. Что касается коэффициента оборачиваемости запасов и затрат, то наблюдается его снижение на 1. Отрицательным моментом для деловой активности предприятия стало снижение коэффициента оборачиваемости готовой продукции и коэффициента оборачиваемости сырья и материалов.

Соответственно длительность оборота запасов и затрат, готовой продукции, сырья и материалов увеличивается. Из этого можно сделать вывод о проблемах, которые возникают у компании в сфере управления запасами.

Таблица 2

Показатели оборачиваемости и длительности оборотов ОАО «ТАКФ»

Показатель	На начало периода	На конец периода	Изменения
Коэффициент оборачиваемости:			
оборотных активов	1,8	1,96	0,16
дебиторской задолженности	2,3	5,15	2,85
запасов и затрат	8,7	7,7	–1
готовой продукции	94,3	79,93	–14,37
сырья и материалов	9,55	9,07	–0,48
кредиторской задолженности	4,8	5,46	0,66
Длительность одного оборота:			
оборотных активов	200	183,7	–16,3
дебиторской задолженности	156,5	69,9	–86,6
запасов и затрат	41,4	46,8	5,4
готовой продукции	3,8	4,5	0,7
сырья и материалов	37,7	39,7	2
кредиторской задолженности	75	65,9	–9,1

Увеличение коэффициента оборачиваемости кредиторской задолженности с 4,8 до 5,46 и одновременное снижение длительности оборачиваемости является негативной тенденцией в деятельности организации, так как свидетельствует об уменьшении времени использования такого беспроцентного источника финансовых ресурсов, как кредиторская задолженность предприятия.

Проанализировав запасы ОАО «ТАКФ» (табл. 3), сделаны следующие выводы. В течение года запасы увеличились на 30 475 тыс. рублей, поднявшись с 367 151 тыс. до 397 626 тыс. Доля сырья и материалов снизилась с 88,2 до 83,2 % (относительное снижение на 2 %), в то время как доля незавершенного производства возросла с 1,7 до 2,2 % (относительное увеличение на 41,9 %). Доля товаров для перепродажи и готовой продукции также увеличилась с 8,9 до 9,4 % (относительный рост на 14,3 %). Доля прочего увеличилась с 1,2 до 5,2 % (относительные изменения на 3,8 %).

Наличие большого объема запасов сырья и материалов на складе предприятия свидетельствует о возможном затоваривании, что делает производственный процесс менее эффективным.

Таким образом, за рассматриваемый период в структуре активов ОАО «ТАКФ» наблюдаются значительные изменения: повысилась доля внеоборотных активов и финансовых вложений, при этом сократилась доля оборотных активов и дебиторской задолженности. Оборачиваемость показывает, насколько эффективно и быстро компания использует оборотные активы и получает денежные средства от дебиторов [10]. Но замедление показателей оборачиваемости запасов и готовой продукции может свидетельствовать о том, что управление ими необходимо улучшать. Увеличение запасов и длительные сроки их хранения связаны с изменениями в производстве, появляется необходимость разобраться в причинах.

Таблица 3

Анализ запасов ОАО «ТАКФ»

Показатель	Начало периода		Конец периода		Изменения	
	Сумма, р.	Удельный вес, %	Сумма, р.	Удельный вес, %	Абсолютные	Относительные, %
Запасы, в том числе:						
сырье и материалы	323 750	88,2	330 526	83,2	6 776	2
незавершенное производство	6 275	1,7	8 902	2,2	2 627	41,9
товары для перепродажи и готовая продукция	32 803	8,9	37 510	9,4	4 707	14,3
прочие	4 323	1,2	20 688	5,2	16 365	3,8
Итого	367 151	100	397 626	100	30 475	—

Для повышения эффективности управления запасами на предприятии ОАО «ТАКФ», которое производит и продает продукты с ограниченными сроками годности (кондитерские изделия), необходимо внедрить современные автоматизированные решения.

Автоматизация процедур учета и списания товаров, а также оптимизация процессов утилизации продукции с истекшим сроком годности (с соблюдением действующих нормативных требований) позволят снизить финансовые риски предприятия и минимизировать вероятность нарушений законодательства.

В целом ожидается, что внедрение новых функций и возможностей управления сроками годности товаров на ОАО «ТАКФ» приведет к комплексному улучшению всех аспектов бизнес-процессов, что в конечном итоге обеспечит рост конкурентоспособности и стабильность предприятия на рынке.

Внедрение современных методов управления запасами должно повысить эффективность использования ресурсов, снизить риски дефицита или избытка.

Заключение

Запасы являются ключевым элементом производственного процесса, существенно влияя на финансовые результаты предприятия и способствуя повышению его конкурентоспособности в условиях изменчивого рынка.

Предложенные мероприятия по повышению эффективности управления запасами могут быть масштабированы и для других компаний, работающих в пищевой отрасли. Методика анализа и оценки состояния запасов (начиная от общего анализа оборотных активов и заканчивая детальной характеристикой производственных запасов) может быть использована на средних и крупных предприятиях, работающих в разных отраслях экономики (легкой, тяжелой промышленности и т.д.). Реализация предложенных мероприятий позволит снизить операционные издержки и улучшить оборачиваемость средств, что в свою очередь приведет к увеличению прибыльности и общей конкурентоспособности компании на рынке.

Список литературы

1. Безпалов, В. В. Экономическая безопасность хозяйствующего субъекта в современных условиях / В. В. Безпалов, Р. В. Жариков, С. А. Кучерявенко // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2024. – № 2(92). – С. 44–75. doi: 10.17277/voprosy.2024.02.pp.044-075
2. Золотова, В. А. Направления развития интеллектуальной информационной технологии прогнозирования состояния предприятий промышленности России в условиях неблагоприятных внешних воздействий / В. А. Золотова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2022. – №3(85). – С. 71–79. doi: 10.17277/voprosy.2022.03.pp.071-079
3. Верига, А. В. Бухгалтерский финансовый учет : учебное пособие / А. В. Верига. – Донецк : ДОНАУИГС, 2019. – 619 с.
4. Гаджинский, А. М. Проектирование товаропроводящих систем на основе логистики : учебник / А. М. Гаджинский. – Москва : Дашков и К, 2021. – 324 с.
5. Рыжиков, Ю. И. Управление запасами / Ю. И. Рыжиков. – Москва : Гл. ред. физико-математической лит-ры изд-ва «Наука», 2022. – 344 с

6. Коробова, О. В. К вопросу об антикризисном управлении предприятием / О. В. Коробова, М. А. Блюм, А. Р. Ананьева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2019. – № 1(71). – С. 75–85. doi: 10.17277/voprosy.2019.01.pp.075-085
7. Минько, Л. В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности [Электронный ресурс] : метод. указания / сост. Л. В. Минько. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
8. Сименко, И. В. Аналитическое обоснование принятия управленческих решений : учебное пособие / И. В. Сименко, В. В. Литвин, Т. С. Малетова. – Донецк : ДонНУЭТ имени Туган-Барановского, 2023. – 209 с.
9. Кондитерская фирма «ТАКФ» [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.uniconf.ru/factories/takf/history/> (дата обращения: 05.05.2025).
10. Иванов, И. Н. Экономический анализ деятельности предприятия : учебник / И. Н. Иванов. – Москва : Инфра-М, 2021. – 736 с.

References

1. Bezpalov V.V., Zharikov R.V., Kucheryavenko S.A. [Economic Security of an Economic Entity in Modern Conditions], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2024, no. 2(92), pp. 44-75. doi: 10.17277/voprosy.2024.02.pp.044-075 (In Russ., abstract in Eng.)
2. Zolotova V.A. [Directions for the Development of Intelligent Information Technology for Forecasting the State of Russian Industrial Enterprises under Unfavorable External Influences], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2022, no. 3(85), pp. 71-79. doi: 10.17277/voprosy.2022.03.pp.071-079 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Veriga A.V. *Bukhgalterskiy finansovyy uchet: uchebnoye posobiye* [Accounting and Financial Reporting: A Textbook], Donetsk: DONAUIGS, 2019, 619 p. (In Russ.)
4. Gadzhinskiy A.M. *Proyektirovaniye tovaroprovodyashchikh sistem na osnove logistiki: uchebnik* [Design of Distribution Systems Based on Logistics: A Textbook], Moscow: Dashkov i K, 2021, 324 p. (In Russ.)
5. Ryzhikov Yu.I. *Upravleniye zapasami* [Inventory Management], Moscow: Nauka, 2022, 344 p. (In Russ.)
6. Korobova O.V., Blyum M.A., Anan'yeva A.R. [On the Issue of Anti-Crisis Management of an Enterprise], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2019, no. 1(71), pp. 75-85. doi: 10.17277/voprosy.2019.01.pp.075-085 (In Russ., abstract in Eng.)
7. Min'ko L.V. *Analiz i diagnostika finansovo-khozyaystvennoy deyatel'nosti* [Analysis and Diagnostics of Financial and Economic Activities], Tambov: Izdatel'skiy tsentr FGBOU VO "TG TU", 2020, 1 elektron. opt. disk (CD-ROM). (In Russ.)
8. Simenko I.V., Litvin V.V., Maletova T.S. *Analiticheskoye obosnovaniye prinyatiya upravlencheskikh resheniy: uchebnoye posobiye* [Analytical Justification for Management Decision-Making: a textbook], Donetsk: DonNUET imeni Tugan-Baranovskogo, 2023, 209 p. (In Russ.)
9. Available at: <https://www.uniconf.ru/factories/takf/history/> (accessed 05 May 2025).
10. Ivanov I.N. *Ekonomicheskiy analiz deyatel'nosti predpriyatiya: uchebnik* [Economic Analysis of Enterprise Activity: a textbook], Moscow: Infra-M, 2021, 736 p. (In Russ.)

Improving the Efficiency of Inventory Management in the Food Industry Enterprise

© N. I. Strelnikova¹✉, O. V. Korobova¹

¹ Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation

✉ zyuzya_unrivalled@mail.ru

Keywords: inventories; confectionery factory; turnover ratios; current assets; food industry; inventory management.

Abstract: The issue of improving the efficiency of inventory management in food industry enterprises, specifically at JSC “TAKF”, is considered. Theoretical aspects are studied, an assessment of the current inventory management system at JSC “TAKF” is provided, and recommendations for enhancing the efficiency of material resource management are developed. Problems arising from improper resource allocation and supply disruptions are analyzed. Measures to optimize inventory management using modern information technologies and analytical tools are proposed. The results are aimed at improving the enterprise's competitiveness.

Сведения об авторах

Стрельникова Наталья Игоревна – студент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (ТГТУ), Тамбов, Российская Федерация; ORCID 0009-0008-5560-115X; e-mail: zyuzya_unrivalled@mail.ru

Коробова Ольга Викторовна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент», ТГТУ, Тамбов, Российская Федерация; ORCID 0009-0005-6147-2487; e-mail: ovk77@list.ru

About the author

Natalia I. Strelnikova – Student, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation; ORCID 0009-0008-5560-115X; e-mail: zyuzya_unrivalled@mail.ru

Olga V. Korobova – Cand. Sc. (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation; ORCID 0009-0005-6147-2487; e-mail: ovk77@list.ru



© Стрельникова Н. И., Коробова О. В., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ УЗНАВАЕМОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ БРЕНДОВ НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© Р. Р. Толстяков¹, Д. А. Мисюрев¹

¹ ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация

tolstyakoff@mail.ru

Ключевые слова: брендинг; здоровье бренда; региональные бренды; узнаваемость марки; Excel; SQL.

Аннотация: Представлены методические подходы к оценке узнаваемости региональных брендов на примере Тамбовской области. На основе онлайн-анкетирования проведен анализ трех категорий узнаваемости: Top of mind, спонтанное и наведенное знание. Предложены и описаны методики проведения расчетов категорий как с применением электронных таблиц Excel, так и с использованием языка SQL. Выявлены лидеры потребительского восприятия («Тамбовская картошка», «Котовская неваляшка», «Мичуринские яблоки»), а также бренды с высоким потенциалом при недостаточной представленности в оперативной памяти («ТАКФ», «Тамбовчанка», «Тамбовский бекон»). Зафиксирован критический разрыв между отсутствием узнаваемости официального зонтичного бренда «Тамбовская марка» и высокой известностью конкретных товарных марок. Обоснована необходимость регулярного мониторинга узнаваемости как инструмента стратегического управления и ориентации коммуникационной политики на бренды-лидеры для укрепления экономического потенциала региона.

Актуальность исследования

Актуальность оценки узнаваемости брендов для регионов России в 2025 году, как и в предыдущих годах, обусловлена усилением конкуренции на локальных рынках. Узнаваемость бренда – это способность потребителя идентифицировать бренд по его названию, логотипу, продукту или другим атрибутам среди альтернатив. Высокая узнаваемость является фундаментом для формирования лояльности и увеличения продаж. Снижаются затраты на маркетинговые коммуникации, оказывается прямое воздействие на потребительский выбор, что стимулирует рост доли рынка и капитализацию компании.

Для региональных производителей, в особенности в секторе малого и среднего бизнеса, ограниченных рекламными бюджетами, объективная

оценка узнаваемости становится критически важным инструментом стратегического управления. Она позволяет выявить «невидимые» для широкого федерального рынка, но сильные локальные бренды, оценить эффективность проведенных коммуникационных кампаний и скорректировать пути продвижения. Тамбовская область, обладающая развитым агропромышленным комплексом и рядом локальных производств, представляет собой репрезентативную модель для изучения данной проблематики. Рынок области характеризуется смешением федеральных сетевых брендов и местных производителей, что создает уникальную среду для анализа конкурентных преимуществ, продвижения узнаваемости и продаваемости локальных брендов, основанных на узнаваемости и доверии местных жителей.

Методология исследования

Бренд с позиции менеджера по маркетингу – не просто набор фирменных шрифтов и товарных знаков, а это объект управления в сознании потребителей и он должен быть измеряемым. Одним из индикаторов успешности бренда можно выделить «Здоровье бренда». Расчет данного показателя во времени позволяет построить трекинг [1].

Рассмотрим имеющиеся подходы к оценке узнаваемости бренда.

1. Комплексный подход к оценке силы бренда представлен в работе [2]. В рамках данного подхода оценка узнаваемости трактуется как один из ключевых компонентов интегрального показателя – силы бренда. Автор предлагает систематизацию методов на количественные (измерение доли рынка, ценовой премии, показателей осведомленности) и качественные (оценка восприятия, лояльности и глубины ассоциаций).

2. Узнаваемость бренда в работе [3] рассматривается не как изолированный показатель, а как многокомпонентный конструкт, интегрированный в структуру «силы бренда». Он операционализируется через систему эмпирических индикаторов, включающих когнитивный (спонтанная и наведенная известность), аффективный (эмоциональное отношение), конативный (поведенческие интенции) и интерактивный (готовность к цифровому взаимодействию) компоненты. Автор подчеркивает необходимость диагностики не только факта осведомленности, но и глубины ассоциативных связей, устойчивости восприятия визуальных идентификаторов и их влияния на потребительское поведение.

3. В ранее опубликованных исследованиях предложено концентрироваться на строгой метрике первой ассоциации – Top of mind [4, 5]. Однако исследование данной концепции не учитывает общую и наведенную осведомленность о бренде. В свою очередь метрики имеют наиболее сильную корреляцию с рыночной долей и потребительским выбором, так как это отражает результат конкурентной борьбы за доминирующую позицию в памяти потребителя [6].

Суть предлагаемой методологии исследования заключается в определении трех категорий брендов: Top of mind – лидеры в сознании потребителя, спонтанная известность и наведенная известность. Коммуникация

Какие из данных брендов Вам знакомы?

☐ МАХ
☐ ТАМБОВСКИЙ МАСЛОДЕЛЬ
☐ Тамбовский бекон
☐ Новопокровский сыр
☐ Тамбовчанка
☐ Тамбовский окорок
☐ ТАКФ

Какие из данных брендов Вам знакомы?

☐ Ямбель
☐ Sweet Rose
☐ MASTER
☐ Ledinika женская одежда
☐ Агросоюз
☐ Биохим
☐ MaRussia шоколад

Рис. 1. Фрагмент анкеты с выбором брендов из списка

с потребителем осуществляется посредством онлайн-анкетирования. Две первые категории – это ответ на открытый вопрос – «Назовите самый известный тамбовский бренд». После ввода ответа респонденту предлагается назвать еще два бренда. Затем на второй странице анкеты можно ознакомиться со списком всех известных брендов и выбрать те, которые также известны, но по разным причинам их не удалось вспомнить сразу.

Так как региональных брендов по предварительному исследованию выявлено и описано более 30, то для «облегчения» визуальной нагрузки, бренды случайным образом были разделены на две равные группы. Респондентам они показывались также случайным образом. Данный подход позволил не перегрузить анкету, удержать внимание респондента и охватить все множество тамбовских брендов (рис. 1).

Результаты исследования

Опрос проводился в период октябрь-ноябрь 2025 года. Географию исследования составили все муниципальные округа Тамбовской области. Количество респондентов, прошедших анкету, превысило 700 человек. После чистки данных релевантных наблюдений их оказалось 629, что позволяет говорить о репрезентативности выборки. Для обработки открытых вопросов была задействована большая языковая модель DeepSeek, что позволило существенно повысить точность обработки и исключить механические ошибки. Для оценки достоверности результата использованы 20 контрольных срезов по всей выборке, которые не выявили ошибочных результатов.

Промпт – «первый список – это ответы респондентов, там указаны бренды. Они могут быть с ошибками и опечатками. Второй список – эталонный список брендов. Найди все совпадения по смыслу с правильным списком, если имеются опечатки или ошибки, замени ответ на вариант из эталонного списка. Если бренда в списке нет, напиши “другой”, и добавь ответ респондента. Пример: Жупеков → Жупиков, Емельянов → другой, Емельянов».

Таблица 1

Пример подготовленных данных для анализа

Top_ofm	Spont_1	Spont_2	Brand_1	Btrand_2	...	Brand_N
Жупикиов	ТАКФ	Тамбовский волк	Жупикиов	Агросоюз		
Жупикиов						ТАКФ
Тамбовский волк	Тамбовский окорок		Жупикиов	Агросоюз		
Рассказовский трикотаж	Тамбовская картошка	Котовская неваляшка				ТАКФ
Тамбовский волк	Агросоюз	ТАКФ	Жупикиов	Агросоюз		ТАКФ

Рассмотрим в общем виде методику расчета категорий на примере табл. 1. Первый столбец – бренды категории Top of mind; второй и третий столбцы – бренды, названные спонтанно. Все остальные столбцы – бренды из списка, один столбец – один бренд. То есть столбец состоит или из ячеек с названия самого бренда или из пустых ячеек.

Шаг первый – составить список уникальных брендов по данным всего анкетирования. Для этого необходимо удалить дубликаты в каждом столбце. Далее объединить результаты в один столбец и также удалить все дубликаты. Исходя из среды реализации, это можно сделать различными способами. Excel и Google Sheets позволяют это сделать в режиме No-Code с помощью команды Данные / Удалить дубликаты (Excel); Данные / Очистка данных / Удалить повторы (Google Sheets). Также для удаления дубликатов в Google Sheets присутствует удобная функция UNIQUE.

Для профессиональной обработки рекомендуется использовать языки базы данных SQL и специализированные функции PostgreSQL. Это позволит создать универсальный код, применяемый для последующих выборок данных. Рассмотрим две версии:

1. SQL (с использованием CTE (англ. Common Table Expressions) подзапросов):

```
with
top_ofmas(selectdistincttop_ofmasunique_brandfromsurv),
spont1as(selectdistinctspont_1asunique_brandfromsurv),
spont2as(selectdistinctspont_2asunique_brandfromsurv),
brand_1as (selectdistinctbrand_1asunique_brandfromsurv),
brand_2as (selectdistinctbrand_2asunique_brandfromsurv),
...
brand_Nas (selectdistinctbrand_Nasunique_brandfromsurv),

all_brandsas (
  select * fromtop_ofm
  unionall
  select * fromspont1
  unionall
```

```

select * fromspont2
unionall
select * frombrand_1
unionall
select * frombrand_2
unionall
...
select * frombrand_N
)
selectdistinctunique_brand
fromall_brandss;

```

Подходит для исследований, где количество брендов с возможностью выбора (вторая часть анкеты) не более 10, в противном случае, код становится достаточно громоздким. Так как принцип запроса цикличен, предлагается использовать возможности так называемого PostgreSQL с использованием массивов и функции UNNEST¹:

```

withbrand_nameas (
selectunnest(ARRAY[
top_ofm,spont_1, spont_2, brand_1, brand_2, brand_3, brand_4,
brand_5, brand_6, brand_7, brand_8, brand_9, brand_10,
brand_11, brand_12, brand_13, brand_14, brand_15,
brand_16, brand_17, brand_18, brand_19, brand_20,
brand_21, brand_22, brand_23, brand_24, brand_25,
brand_26, brand_27, brand_28, brand_29, brand_30,
brand_31, brand_32, brand_33, brand_34
]) asbrand_name
fromsurv
)
selectdistinctbrand_name
frombrand_name

```

Шаг второй. Исключить дублирование брендов. Если бренд назван в категории Top of mind или «Спонтанно», то его необходимо исключить из названных с подсказкой. В таблице (рис. 2) такие поля выделены цветом.

В Excel / Google Sheets логично воспользоваться функцией «Если». Для ячейки D11 (рисунок x) функция принимает вид

= ЕСЛИ (ИЛИ (D3 = \$A11; D3 = \$B11; D3 = \$C11); "", ТЕКСТ(D3; ""))

В случае использования SQL можно применить следующий код:

```

select
top_ofm, spont_1, spont_2,
casewhenbrand_1 in(top_ofm, spont_1, spont_2) thennullelsebrand_1end,
casewhenbrand_2 in(top_ofm, spont_1, spont_2) thennullelsebrand_2end,
casewhenbrand_3 in(top_ofm, spont_1, spont_2) thennullelsebrand_3end,
...
casewhenbrand_N in(top_ofm, spont_1, spont_2) thennullelsebrand_Nend
fromsurv

```

¹ Функция **unnest** разворачивает массив в набор строк (превращает массив в таблицу).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Исходные данные						
2	Top_ofm	Spont_1	Spont_2	Brand_1	Btrand_2	...	Brand_N
3	Жупики	ТАКФ	Тамбовский волк	Жупики	Агросоюз		
4	Жупики						ТАКФ
5	Тамбовский волк	Тамбовский окорок		Жупики	Агросоюз		
6	Рассказовский трикотаж	Тамбовская картошка	Котовская неваляшка				ТАКФ
7	Тамбовский волк	Агросоюз	ТАКФ	Жупики	Агросоюз		ТАКФ
8							
9	Обработанные данные						
10	Top_ofm	Spont_1	Spont_2	Brand_1	Btrand_2	...	Brand_N
11	Жупики	ТАКФ	Тамбовский волк		Агросоюз		
12	Жупики						ТАКФ
13	Тамбовский волк	Тамбовский окорок		Жупики	Агросоюз		
14	Рассказовский трикотаж	Тамбовская картошка	Котовская неваляшка				ТАКФ
15	Тамбовский волк	Агросоюз	ТАКФ	Жупики			

Рис. 2. Фрагмент таблицы с обработкой дублирующихся брендов

Шаг третий. Подсчитать количество упоминаний каждого уникального бренда в первом столбце – Top of mind, во втором и третьем столбце, отвечающих за спонтанное знание. Аналогично сделать подсчет в оставшихся столбцах отфильтрованной таблицы – это наведенное знание или «знание с подсказкой». Для реализации в Excel достаточно воспользоваться функцией СЧЕТ ЕСЛИ. Отфильтрованная таблица расположена на листе Surv_filter (рис. 3), тогда формулы на листе:

Ячейка B2 = СЧЕТ ЕСЛИ (Surv_filter!A:A;A2)
Ячейка C2 = СЧЕТ ЕСЛИ (Surv_filter!B:C; A2)
Ячейка D2 = СЧЕТ ЕСЛИ (Surv_filter!D:AK;A2)

	A	B	C	D
1		Top of mind	Спонтанное знание	Наведенное знание
2	Тамбовский волк	196	91	0
3	Мичуринские яблоки	31	140	68
4	Котовская неваляшка	38	115	256
5	Тамбовская картошка	65	74	0
6	Тамбовский окорок	31	79	180
7	Тамбовчанка	27	61	326
8	ТАКФ	31	50	342
9	Русское пчеловодство	1	44	21
10	Тамбовский бекон	19	25	293
11	Жупики	18	25	388

Рис. 3. Топ 10 региональных брендов по узнаваемости

Реализация на SQL требует выполнения нескольких запросов.

1. Подсчет количества упоминаний брендов Top of mind:

```
select top_ofm, count (top_ofm) as cnt_top_ofm
from surv_filter
where top_ofm is not null and top_ofm != ''
group by top_ofm
order by count (top_ofm) desc
```

2. Подсчет количества упоминаний брендов «Спонтанно»:

```
with t_spont as (
    select unnest (ARRAY [spont_1, spont_2]) as spont
    from surv_filter
)
select spont, count (spont) as cnt_spont
from t_spont
where spont is not null and spont != ''
group by spont
order by count (spont) desc
```

3. Подсчет количества упоминаний брендов «С подсказкой»:

```
with t_brand as (
    select unnest (ARRAY [brand_1, brand_2, brand_3, brand_4, brand_5,
brand_6, brand_7, brand_8, brand_9, brand_10, brand_11, brand_12,
brand_13, brand_14, brand_15, brand_16, brand_17, brand_18, brand_19,
brand_20, brand_21, brand_22, brand_23, brand_24, brand_25, brand_26,
brand_27, brand_28, brand_29, brand_30, brand_31, brand_32, brand_33,
brand_34]) as brand_name
    from surv
)
select brand_name, count (brand_name) as cnt_brand_name
from t_brand
where brand_name is not null and brand_name != ''
group by brand_name
order by count (brand_name) desc
```

4. Объединение полученных таблиц с ранее найденным списком уникальных брендов с фильтрацией и сортировкой:

```
select ubn.brand_name as "Бренд",
    coalesce (cnt_top_ofm, 0) as "Top of mind",
    coalesce (cnt_spont, 0) as "Спонтанное знание",
    coalesce (cnt_brand_name, 0) as "С подсказкой"
from unique_brand_name ubn
left join Top_ofm_list tol on ubn.brand_name = tol.top_ofm
left join Spont_lists sl on ubn.brand_name = sl.spont
left join brand_name_list bn on ubn.brand_name = bn.brand_name
order by coalesce (cnt_top_ofm, 0) + coalesce (cnt_spont, 0) desc,
    coalesce (cnt_brand_name, 0) desc
limit 20
```

В результате получен рейтинг узнаваемости региональных брендов (рис. 4). Самым называемым брендом оказался «Тамбовский волк», но так как именно такой торговой марки фактически не существует, в финальную визуализацию он не попал. Тамбовский волк скорее ассоциируется с Тамбовщиной в целом и может выступать как зонтичный бренд.

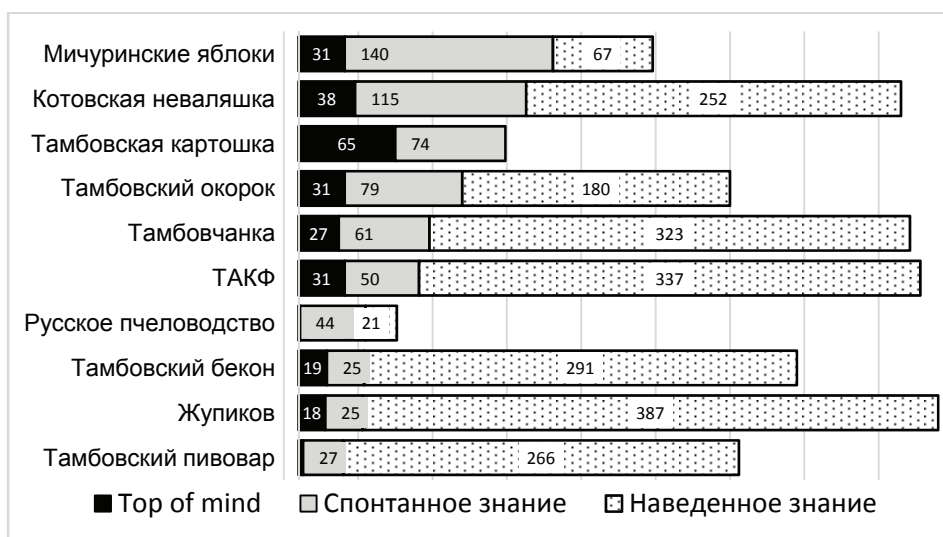


Рис. 4. Рейтинг региональных марок Тамбовской области по узнаваемости

Несмотря на то что зонтичный бренд для тамбовских производителей – «Тамбовская марка» существует [7], он не был назван ни одним из 650 респондентов. Это заставляет задуматься об эффективности продвижения проекта данного торгово-промышленной палатой Тамбовской области.

Заключение

Проведенное исследование и примененные методические подходы для оценки узнаваемости брендов Тамбовской области подтверждают, что подобный мониторинг узнаваемости региональных брендов выступает необходимым инструментом стратегического управления как для бизнеса, так и для региональных властей. Мониторинг рекомендуется проводить регулярно не реже одного раза в квартал. Анализ трех категорий узнаваемости позволил объективно оценить эффективность коммуникационной политики и выявить реальных региональных лидеров потребительского восприятия («Тамбовская картошка», «Котовская неваляшка», «Мичуринские яблоки»). Данные бренды имеют территориальную привязку на уровне названия. Есть группа брендов «ТАКФ», «Тамбовчанка», «Тамбовский бекон», «Тамбовский пивовар», которые обладают высоким наведенным знанием, что указывает на их потенциал при недостаточной текущей представленности в оперативной памяти потребителей. Выявлен критический разрыв между отсутствием узнаваемости официального зонтичного бренда «Тамбовская марка» и высокой известностью конкретных товарных марок и неформальной ассоциации «Тамбовский волк».

Полученные результаты указывают на необходимость ориентации региональной коммуникационной политики на бренды-лидеры, уже сформировавшие устойчивые ассоциации в сознании аудитории. Именно они должны стать основой для продвижения территории и развития зонтичных стратегий. Систематическое проведение замеров узнаваемости, включая повторные опросы, обеспечивает не только контроль эффективности мар-

кетинговых активностей, но и способствует закреплению позитивных ассоциаций с региональными брендами у широкой аудитории, что в итоге укрепляет экономический потенциал и инвестиционную привлекательность области.

Список литературы

1. Бабич, Н. С. Взаимосвязь упоминаемости в прессе и известности марок / Н. С. Бабич, Б. С. Сенчило // *Galactica Media: Journal of Media Studies*. – 2023. – Т. 5, № 1. – С. 78–100. doi: 10.46539/gmd.v5i1.327
2. Шихова, О. А. Методологические подходы к интегрированной оценке силы бренда на основе системы индикаторов и моделирования обобщенных результатов опроса потребителей / О. А. Шихова // *Статистика и Экономика*. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 22–33. doi: 10.21686/2500-3925-2021-2-22-33
3. Коротоножкина, В. И. Разработка методики эмпирического исследования известности бренда / В. И. Коротоножкина // *Актуальные исследования*. – 2025. – № 30(265), Ч. II. – С. 43–45.
4. Толстяков, Р. Р. Методика и практика расчета трекинга здоровья бренда / Р. Р. Толстяков, Д. А. Нестеров // *Научный диалог: экономика и менеджмент: сборник научных трудов по материалам VIII Международной научной конференции, Москва, 08 августа 2017 года*. – Москва, 2017. – С. 47–51. doi: 10.18411/spc-8-08-2017-11
5. Уланова, Е. И. Эмпирическое исследование известности торговой марки Apple / Е. И. Уланова // *Студенческий*. – 2025. – № 29-2(325). – С. 40–43.
6. Зинуков, А. К. Восприятие торговой марки потребителями молочных продуктов / А. К. Зинуков, Р. А. Лизакова, А. А. Овсянникова // *Потребительская кооперация*. – 2013. – № 1. – С. 20–23.
7. Тамбовская марка / Торгово-промышленная палата Тамбовской области : офиц. сайт [Электронный ресурс]. – URL : <https://tambov.tpprf.ru/ru/special/tambovskaya-marka/> (дата обращения: 06.03.2026).

References

1. Babich N.S., Senchilo B.S. [Relationship between Press Mentions and Brand Awareness], *Galactica Media: Journal of Media Studies*, 2023, vol. 5, no. 1, pp. 78-100. doi: 10.46539/gmd.v5i1.327 (In Russ., abstract in Eng.)
2. Shikhova O.A. [Methodological Approaches to Integrated Brand Strength Assessment Based on a System of Indicators and Modeling of Generalized Results of Consumer Surveys], *Statistika i Ekonomika* [Statistics and Economics], 2021, vol. 18, no. 2, pp. 22-33. doi: 10.21686/2500-3925-2021-2-22-33 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Korotonozhkina V.I. [Development of a Methodology for Empirical Research of Brand Awareness], *Aktual'nyye issledovaniya* [Current Research], 2025, no. 30(265), part II, pp. 43-45. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Tolstyakov R.R., Nesterov D.A. *Nauchnyy dialog: ekonomika i menedzhment: sbornik nauchnykh trudov po materialam VIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Scientific Dialogue: Economics and Management: Proceedings of the VIII International Scientific Conference], Moscow, August 08, 2017. Moscow, 2017, pp. 47-51, doi: 10.18411/spc-8-08-2017-11 (In Russ., abstract in Eng.)
5. Ulanova E.I. [Empirical Study of Apple Trademark Awareness], *Studencheskiy* [Student Journal], 2025, no. 29-2(325), pp. 40-43. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Zinukov A.K., Lizakova R.A., Ovsyannikova A.A. [Perception of Trademark by Consumers of Dairy Products], *Potrebitel'skaya kooperatsiya* [Consumer Cooperation], 2013, no. 1, pp. 20-23. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Available at: <https://tambov.tpprf.ru/ru/special/tambovskaya-marka/> (accessed 06 March 2026).

Methodological Approaches to Assessing the Recognizability of Regional Brands on the Example of the Tambov Region

© R. R. Tolstyakov¹✉, D. A. Misyurev¹

¹ Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation

✉tolstyakoff@mail.ru

Keywords: branding; brand health; brand recognition; regional brands; Excel; SQL.

Abstract: The article presents methodological approaches to assessing the recognition of regional brands on the example of the Tambov region. Based on online questionnaires, an analysis of three categories of recognition was conducted: Top of Mind, spontaneous, and induced knowledge. Methods for calculating the categories using both Excel spreadsheets and SQL language are proposed and described. The article identifies the leaders of consumer perception (Tambov Potatoes, Kotovskaya Tumbler, Michurinsk Apples), as well as brands with high potential but insufficient representation in short-term memory (TAKF, Tambovchanka, Tambov Bacon). The article also highlights the critical gap between the lack of recognition of the official umbrella brand Tambov Mark and the high awareness of specific product brands. The article emphasizes the need for regular monitoring of brand recognition as a tool for strategic management and the focus of communication policies on leading brands to strengthen the region's economic potential.

Сведения об авторах

Толстяков Роман Рашидович – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Коммерция и бизнес-информатика», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-8151-6134; e-mail: tolstyakoff@mail.ru

Мисюрев Даниил Андреевич – студент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация; ORCID 0009-0004-6964-8136; e-mail: boxxxss@mail.ru

About the author

Roman R. Tolstyakov – D. Sc. (Econ.), Professor, Professor of the Department of Commerce and Business Informatics, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation; ORCID 0000-0002-8151-6134; e-mail: tolstyakoff@mail.ru

Daniil A. Misyurev – Student, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation; ORCID 0009-0004-6964-8136; e-mail: boxxxss@mail.ru



© Толстяков Р. Р., Мисюрев Д. А., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО ЯДРА ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ НА МАРКЕТПЛЕЙСАХ

© В. О. Шарапова¹✉

¹ ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю. А.»,
Саратов, Российская Федерация
✉ vika.sharapova@bk.ru

Ключевые слова: кластеризация; маркетплейс; поисковая выдача; поисковой запрос; семантическое моделирование; семантическое ядро; CTR; e-commerce; SEO-оптимизация.

Аннотация: Рассмотрена специфика SEO-оптимизации на российских маркетплейсах на примере кабинета Wildberries. Предложена новая классификация запросов для маркетплейсов (общие, ситуативные, атрибутивные, брендовые, комбинированные). Дано описание структурированной методологии их сбора, кластеризации и «минусации». Представлен универсальный пошаговый алгоритм SEO-оптимизации товарных карточек, основанный на анализе конкурентов и ключевых метрик (CTR, CPC, частотность).

Введение

За последние годы маркетплейсы стали главным каналом онлайн-торговли в России, концентрируя более 60 % всех продаж в сегменте e-commerce, и эксперты прогнозируют дальнейший рост [1]. Вместе с ростом популярности платформ растет и конкуренция: на популярные категории товаров приходится тысячи артикулов от разных игроков. В сложившейся ситуации SEO-оптимизация (англ. Search Engine Optimization – поисковая оптимизация) перестала быть опциональным инструментом для продажи на маркетплейсах, а превратилась в важный фактор коммерческого успеха. Видимость товара в поисковой выдаче напрямую определяет объем трафика, конверсию и прибыльность бизнеса как для веб-сайтов, так и для маркетплейсов [2]. Доказано, что результаты поиска, представленные на первой странице выдачи, вызывают большее доверие пользователей [3].

Анализ литературы показал весьма скудное представление ученого мира о специфике SEO на маркетплейсах, в отличие от веб-страниц [4, 5]. Зарубежные источники ориентированы на англоязычные платформы вроде Amazon или eBay и не учитывают особенности алгоритмов российских

маркетплейсов – Wildberries, Ozon, Яндекс.Маркет. Русскоязычные публикации по этой теме носят преимущественно ознакомительный характер и представляют только общую информацию, которую может получить сам покупатель. Например, в работах можно найти, что занятие топовых позиций в выдаче экономит бюджет компании, что в корне отличается от реальной работы на маркетплейсах [6].

Особенно заметно отсутствие унифицированного алгоритма формирования семантического ядра для карточек товаров. Продавцы действуют методом проб и ошибок, полагаясь на интуицию и общие рекомендации, которые не всегда применимы к отдельным категориям товаров. Более того, не существует устоявшейся классификации поисковых запросов, адаптированной к специфике маркетплейсов. Традиционное деление на информационные, навигационные и транзакционные запросы, широко используемое в классическом SEO [7], теряет свою релевантность в контексте торговых платформ, где пользователи изначально мотивированы к совершению покупки.

Недостаток системности и научного подхода в вопросах SEO объясняется еще и нехваткой у авторов не только теоретических знаний, но и практического опыта работы с аналитическими инструментами и самими маркетплейсами. Подобные компетенции формируются исключительно в процессе реальной коммерческой деятельности и редко становятся предметом опубликования, поскольку представляют собой конкурентное преимущество продавцов. Поэтому настоящая работа основана на длительной авторской апробации исследуемых механик и направлена на восполнение существующего пробела в систематизации знаний о SEO-оптимизации товарных карточек.

Цель исследования – обобщение и структуризация накопленного практического опыта в вопросах формирования семантического ядра, а также формирование универсальной методологии SEO-оптимизации на маркетплейсах.

Основные понятия

Для того чтобы разобраться в таком комплексном вопросе, как SEO-оптимизация, в первую очередь стоит обозначить специфику терминологии данной области знаний на маркетплейсах. Теоретическая аккумуляция текущих дефиниций, а также эмпирические знания автора позволили собрать следующий глоссарий с пояснениями к терминам:

Поисковая выдача – динамически генерируемая репрезентация результатов поиска, формируемая в ответ на запрос пользователя и состоящая из списка товаров, сортируемых определенным образом с помощью внутренних алгоритмов самой цифровой площадки. Проще говоря, это список товаров, который видит покупатель по запросу, вводимому в поисковик.

Ключевой запрос (ключ) – фраза, по которой покупатель может найти товар на маркетплейсе при наличии таковой в его SEO-описании.

Семантическое ядро – совокупность ключевых фраз, имеющих в SEO-описании товара и по которым его можно найти [8].

Кластер – группа похожих по смыслу и написанию ключевых запросов, которые ведут к одной и той же выдаче товаров. Кластер объединяет запросы с инверсией («платье женское белое», «белое платье женское»), с разными словоформами («платье женское», «платья женские»), орфографическими ошибками, опечатками и транслитерацией. При этом в названии кластера ставится самый высокочастотный запрос [9].

Пресет – готовая выдача товаров, которую маркетплейс показывает по определенному кластеру. Иными словами, это результат поиска по кластеру [9].

Индексация – технический процесс «опознания» поисковым алгоритмом площадки товара по определенному поисковому запросу. Занимает, как правило, несколько минут и напрямую влияет на видимость товара для покупателя. Если индексация прошла успешно, то товар будет отображаться по данному ключу в выдаче сразу после внесения последнего в SEO. Сбои в индексации чаще всего возникают из-за багов на самой площадке, либо из-за некорректного написания ключа в самом описании.

Рекламная ставка – стоимость 1 000 показов карточки товара на маркетплейсе, которую продавец платит непосредственно площадке.

Таким образом, для маркетплейсов характерна многоуровневая структура семантического ядра, где наименьшая структурная единица – ключевые запросы, которые объединены в кластеры, а те в свою очередь – в пресеты. Данный подход к агрегации информации позволяет оптимизировать процессы для всех участников торговли и уже внедрен на Amazon [10].

С точки зрения самой платформы кластеризация выполняет функцию структурирования спроса. Для маркетплейса это означает снижение вычислительных издержек, ускорение обучения алгоритмов и более управляемую модель рекламного аукциона. Для продавцов заметно упрощается процесс управления рекламными кампаниями, аналитические показатели становятся более прозрачными и структурированными из-за более сжатого представления BigData. Нельзя не отметить и предсказуемость управленческих решений, поскольку изменения в настройках влияют на целые группы запросов, а не на отдельные ключевые слова.

Для конечных пользователей выгода от кластерной системы остается преимущественно неявной, однако именно она обеспечивает релевантность и стабильность поискового опыта. Даже вводя неграмотные или нестандартные запросы, пользователь окажется на нужной странице, соответствующей его намерению и отобранной по смысловому соответствию. В результате сокращается путь к покупке и формируется более точная лента рекомендаций, персонализированная под конкретного покупателя. Кратко эти аргументы представлены в табл. 1.

Говоря о SEO-оптимизации на маркетплейсах, отдельно стоит отметить особенности локализации ключей. В карточке товара есть несколько зон SEO, а именно: название товара, характеристики и описание. С точки зрения покупателей, эти разделы используются непосредственно для получения информации, поэтому важно соблюдать естественность при составлении SEO, особенно в зоне описания. Зачастую можно встретить «левых селлеров», которые вместо логически связанного текста оставляют в описании ключевые запросы через запятую, что негативно сказывается

Таблица 1

Преимущества кластеризации запросов

Маркетплейсы	Продавец	Покупатель
Экономия ресурсов и масштабирование: устойчивая обработка вариаций ключей без усложнения архитектуры системы. Быстрая обработка данных, несмотря на постоянный рост поисковых запросов. Стабильное качество выдачи даже для очень редких или некорректных пользовательских запросов. Ускоренное и систематизированное машинное обучение поисковых систем, снижение затрат на него. Показ рекламы по смыслу, а не по точному набору символов	Экономия рекламного бюджета: настройка и показ рекламы осуществляется по кластеру, а не по отдельному запросу. Снижение операционной нагрузки на бизнес: не нужно собирать и обрабатывать все словоформы и инверсии, отражающие конкретное намерение покупателя. Предсказуемость инструментов и управленческих решений: отключение данного кластера ведет к «отключению» данного спроса. Упрощение сбора статистики и прозрачность аналитики	Стабильная выдача даже при некачественном или редком запросе. Путь к покупке становится короче из-за экономии времени на подбор «идеального» запроса. Регулярное, но предсказуемое обновление выдачи, учитывающее логику пользовательского пути. Снижение рекламного «шума»: формирование более релевантной и персонализированной выдачи

на пользовательском опыте. Заполнение характеристик товара важно также для удобства применения фильтров поисковика, которые покупатель может настроить самостоятельно для ускорения поиска нужной категории. Расположение ключей в разных зонах SEO не влияет на индексацию запросов и ранжирование карточки в выдаче. Так, если одно слово из ключа оказалось в характеристиках, а другое – в описании, кластер будет проиндексирован полностью, и карточка товара окажется в выдаче по целевому запросу полностью.

Типологизация поисковых запросов

В источниках сложно найти классификацию поисковых запросов. Например, Malcolm Gladwell подразделяет запросы для SEO веб-страниц на длинные (long-tail keywords) и короткие (short-tail keywords). Длинные запросы содержат от трех до шести слов, характеризуются низкой частотностью, но высокой степенью определенности клиента [11]. Однако эти данные теряют актуальность в среде маркетплейсов. Например, транзакционные запросы совершенно не имеют смысла на маркетплейсах, так как пользователи заходят на маркетплейсы с уже сформировавшимся мотивом о покупке. Проведя неоднократный сбор SEO-описаний для товаров различных категорий (одежда, обувь, косметика), предлагается следующая классификация поисковых запросов, в зависимости от их семантики:

1. *Общие или категорийные запросы.* Являются первичными запросами, которые пользователь вводит при оценочном сборе информации

о категории товаров: «кроссовки мужские», «одежда детская», «губная помада». Чаще всего общие запросы служат как бы уточнением к дальнейшим запросам. На данном этапе у покупателя есть мотив к поиску, но нет четкого намерения купить товар (как и нет четкого представления об идеальном предложении), поэтому данные запросы самые высокочастотные, но при этом и самые неэффективные в плане продвижения. Исключения составляют товары FMCG, где выбор покупателя происходит быстро и намерение к покупке возникает сразу.

2. *Ситуативные* – запросы, описывающие конкретную ситуацию, для которой приобретается товар: «платье на корпоратив», «портфель в школу», «подарок маме». Их частотность сильно привязана к сезонности товара, поэтому селлеры стараются собрать в SEO как можно больше различных применений своему продукту.

3. *Атрибутивные* – конкретные запросы, характеризующиеся максимальной готовностью к покупке в случае соответствия им товара: «платье черное блестящее», «кроссовки женские летние белые», «губная помада красная матовая». Атрибутивные запросы являются самыми релевантными и дешевыми для настройки рекламы из-за высокой конверсии в заказ и низкой конкуренции. При этом стоит учитывать, что частотность таких запросов ниже средней, поэтому меньшее количество покупателей сможет увидеть данный товар.

4. *Брендовые* – разновидность атрибутивных запросов, где характеристикой товара является его бренд: «женские кроссовки Nike», «помада лореаль», «крем vois». При этом оригинальное название и его транслитерация будут включены в разные кластеры, что стоит учитывать при составлении SEO. Эффективность таких запросов сильно зависит от репутации бренда и его внешней деятельности. Практика показывает, что брендовые запросы демонстрируют большую приверженность покупателей. Поэтому менее успешные конкуренты, желающие продвигаться по ключу чужого бренда, не получают должной доли трафика и быстро отказываются от тактики «мимикрии».

5. *Комбинированные*. Сочетают в себе несколько типов запросов из вышеперечисленных, поэтому выражают наиболее конкретное намерение к покупке. Комбинированные запросы самые низкочастотные и дешевые, но при этом и самые конверсионные.

Для сравнения эффективности тех или иных запросов недостаточно ориентироваться исключительно на семантику, необходимы численные характеристики. Для грамотной оценки релевантности кластеров продавец ориентируется на такие показатели, как частотность, CTR (*англ.* Click-Through-Rate – коэффициент кликабельности), CPC (*англ.* Cost-Per-Click – стоимость клика), CPO (*англ.* Cost-Per-Order – стоимость за заказ), позиция в выдаче, конкурентность. Эти метрики не новые, они имеют место в том числе в контекстной рекламе [12, 13].

Частотность – количество запросов по данному ключу в месяц. Чем выше частотность, тем популярнее запрос. Внутри одного кластера частотность отдельных запросов неодинакова, это учитывается при настройке рекламных кампаний или расчете самовыкупов.

Позиция в выдаче – место, которое занимает карточка товара по конкретному поисковому запросу.

Конкурентность – количество товаров, имеющих данный ключ в своем SEO. Эти метрики напрямую зависят от частотности: чем выше частотность, тем выше конкурентность и тем дальше позиция карточки в выдаче. Общие запросы самые высокочастотные, как следствие, и самые дорогие из-за высокой конкуренции. Все эти показатели можно оценить перед запуском рекламы с помощью сервисов аналитики вроде Mpsstats, Margla или Wildbox.

Метрики CTR, CPC и CPO – показатели, сбор данных по которым происходит уже после запуска рекламной кампании. Важно понимать, что перечисленные метрики не существуют изолированно друг от друга, а требуют комплексного анализа. Рост одного показателя не всегда свидетельствует об успешности стратегии продвижения по данному кластеру, если другие метрики демонстрируют негативную динамику. Например, высокая позиция в выдаче может сопровождаться низким CTR [14], что указывает на несоответствие товарного предложения ожиданиям покупателей по данному ключу. Более того, во многих категориях (одежда, обувь) не рекомендуется занимать первые пять позиций в выдаче, так как покупатели «любят покопаться» в товарах и пролистывают первые карточки. Аналогично, снижение CPC при одновременном росте CPO – негативный сигнал: более дешевые клики привлекают нецелевую аудиторию с низкой готовностью к покупке. Особенно показательна ситуация с комбинированными запросами: несмотря на минимальные значения CPO и CPC, их низкая частотность ограничивает масштабируемость продаж, что вынуждает продавца искать равновесие между эффективностью отдельных кластеров и общим охватом аудитории. В общем, оптимальная стратегия SEO-оптимизации предполагает сбалансированное распределение запросов разных типов с учетом взаимного влияния всех ключевых метрик.

Полученные данные по классификации ключей обобщим в табл. 2 с указанием минимальных (min) и максимальных (max) значений метрик.

Представленная классификация поисковых запросов демонстрирует существенные различия между типами ключей не только на семантическом уровне, но и с точки зрения их экономической эффективности. Общие запросы, несмотря на максимальную частотность, характеризуются высокой стоимостью продвижения и низкой конверсией, тогда как атрибутивные (комбинированные) запросы показывают противоположную динамику: при меньшем охвате они обеспечивают высокий CTR и минимальные значения CPO и CPC.

Понимание этих закономерностей критически важно для оптимизации рекламного бюджета. Продавец, осознанно формирующий семантическое ядро, может достичь целевых объемов продаж при заметно меньших затратах на продвижение. Кроме того, учет сезонной динамики ситуативных запросов открывает возможности для стратегического управления видимостью товара в зависимости от календарных событий и колебаний спроса.

Таблица 2

**Сравнительная характеристика
разных типов поисковых запросов**

Тип	Определение	Частотность	CTR	Конкуренция	CPO, CPC
Общие	Первичные запросы по категории без четкого намерения к покупке	max	min	max	max
Ситуативные	Запросы, описывающие конкретную ситуацию или повод для приобретения товара	Все метрики сезонные, в пик сезона достигают максимума, в остальное время держатся на уровне ниже среднего			
Атрибутивные	Запросы с конкретными характеристиками товара	Средняя	Высокий	Средняя	Низкая
Брендовые	Разновидность атрибутивных запросов, содержащих название бренда	Зависит от бренда	Средний	min	Низкая
Комбинированные	Сочетание нескольких типов запросов	Низкая	max	Низкая	min

Однако на практике большинство селлеров применяют интуитивный подход к формированию SEO-описаний, зачастую не обосновывая выбор кластеров ничем, кроме собственного ощущения.

Такой подход приводит к расточительству рекламного бюджета на общие запросы при низких позициях в выдаче либо к прозябанию в самый пик сезона. Все это говорит об острой необходимости унифицированного алгоритма сбора SEO, актуального независимо от категории товара и времени года.

Методология составления SEO

Итак, формирование семантического ядра на маркетплейсах, в общем случае, всегда состоит из последовательных шагов:

- 1) подбора и анализа конкурентов;
- 2) оценки потенциальной базы запросов;
- 3) чистки (*минусации*) нерелевантных запросов;
- 4) сортировки запросов по категориям;
- 5) написания SEO с собранными фразами.

Разберем основные моменты каждого этапа подробнее. Первичный сбор информации заключается в составлении подборки наиболее успешных по объему продаж прямых конкурентов с целью проведения анализа ключей, по которым они продвигают свои артикулы. Среди карточек конкурентов важно отобрать не менее 15 – 20 штук, которые условно можно разделить на следующие выборки:

а) товары-лидеры, максимально похожие по функциональным характеристикам и внешнему виду;

- б) товары, близкие по ценовой сегментации;
- в) товары, незначительно отличающиеся по своим характеристикам, но со значительно более высокими продажами.

Данные по выручке и продажам конкурентов самим маркетплейсом не предоставляются, однако существует множество вспомогательных сервисов аналитики, собирающих информацию с селлеров по API, что позволяет приблизительно оценить силу игроков и прочие экономические показатели рынка. Например, ориентировочный объем продаж конкурентов можно получить через расширение Mprstats, а отслеживать продвижение конкурентов по ключам удобно через сервис Marpla.

После того как артикулы релевантных товаров собраны, предстоит изучить запросы, которые используют конкуренты. Это можно сделать через Mprstats (SEO – расширение запросов) или Marpla (SEO – база запросов), введя список артикулов в поле указанных в скобках разделов. База запросов – это все возможные фразы, по которым обнаруживаются товары из списка в выдаче.

Поскольку база запросов состоит из фраз, а не из кластеров, то ее размер варьируется вплоть до 200 – 250 тыс. фраз на один товар. Естественно, далеко не все запросы по категории актуальны для конкретного товара, и SEO имеет ограничение в количестве символов, что не позволяет ввести все ключи из базы. Поэтому далее следует кропотливая работа по изъятию нерелевантных ключей из семантического ядра. Минусация проводится поэтапно, для ускорения данного процесса можно выделить следующие принципы:

- первичную минусацию удобно проводить по словам и словоформам, а не по фразам. Благодаря кластеризации запросов, 155 тыс. фраз состоят всего из 13 тыс. слов с учетом словоформ. Это позволяет моментально выявлять высокочастотные нерелевантные запросы. Например, для женских кроссовок минусации подлежат все фразы, содержащие слова «мужской», «детский», «зимний», «ботинки», «девочка»;

- переходя к среднечастотным запросам, можно работать уже на уровне кластеров. Огромная по количеству, а не по частотности, доля запросов приходится на брендовые, поэтому минусации подлежат кластеры, содержащие латиницу или транслитерацию этих названий;

- запросы с высокой сезонностью стоит оставить для дальнейшего отслеживания ситуации и конкурентов. Формирование SEO – это динамический процесс, его необходимо повторять хотя бы раз в 3-4 недели. Например, сезонность спроса на женские платья неодинакова в зависимости от ключей. Так, в декабре резкий всплеск продаж на «новогодние платья», в мае – заметный рост заказов к выпускным, поэтому продвижение стоит настраивать на конкретные сезонные ключи. Это указывает на регулярную потребность в смене позиционирования товара к меняющимся условиям.

Практика показывает, что оптимальная стратегия минусации – итеративный процесс. После первого запуска рекламы необходимо отслеживать поведенческие метрики по каждому кластеру и постепенно исключать запросы с аномально высоким CPO или низким CTR. Такой подход позволяет сэкономить бюджет и выявить неочевидные, но эффективные

кластеры, которые на этапе первичной минусации могли показаться второстепенными. После удаления нерелевантных кластеров в базе запросов должно остаться не более 2 – 4 тыс. фраз – это оптимальное количество, с которым комфортно работать. Теперь предстоит сравнить, по каким кластерам и на каких позициях продвигаются конкуренты и выбрать актуальные для своего товара запросы.

Так, по самому высокочастотному кластеру «кроссовки» продвигается только самый сильный конкурент – реклама по этому кластеру самая дорогая. По среднечастотным кластерам продвигается больше конкурентов, так как они доступнее по цене и эффективнее по CTR, то есть выбор ключей для SEO зависит еще и от рекламного бюджета продавца.

Составление самого описания – самый короткий процесс, сейчас он заметно упрощается благодаря нейросетям. При этом важно не только включить все отобранные ключи, но и избегать добавления фраз из других категорий. Например, если в описании к обуви обозначить, что она «отлично сочетается с платьем», то данный артикул точно проиндексируется еще и по кластерам со словом «платье». В отличие от SEO веб-сайтов, создание которого многие авторы предлагают полностью автоматизировать [15], в случае с маркетплейсами лишь на этапе непосредственного составления текста из ключей интеграция ИИ будет безопасной.

Заключение

Проведенное исследование SEO-оптимизации на маркетплейсах позволяет сделать несколько ключевых выводов о природе и специфике данного процесса в контексте современной электронной коммерции.

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что SEO-оптимизация на маркетплейсах – не разовое мероприятие, а непрерывный циклический процесс, требующий постоянного отслеживания [16]. Сезонные колебания, изменение конкурентной среды и регулярные обновления алгоритмов самих платформ делают статичный подход к формированию семантического ядра неэффективным и экономически нецелесообразным. Более того, качественное SEO-описание помимо очевидного повышения видимости товара в выдаче косвенно влияет на появление новых отзывов, что также дает положительный вклад в рейтинг карточки [17]. Продавец, который провел сбор ключей один раз и больше не возвращается к ним, неизбежно теряет позиции в выдаче и, следовательно, вовлеченность целевой аудитории.

Систематический перебор и тестирование различных комбинаций ключевых запросов позволяют существенно сократить расходы на внутреннее продвижение. Оценку эффективности тех или иных кластеров важно проводить в первую очередь по количественным метрикам – частотности, CTR, CPC, конкурентности. Семантическая классификация запросов отходит на второй план в пользу анализа поведения потребителя на маркетплейсе.

Стоит отметить, что представленная в работе методология сбора и анализа семантического ядра составлена на базовых принципах, которые сохраняют свою актуальность независимо от конкретных инструментов

и сервисов. Например, сходный алгоритм подбора ключей для веб-сайтов может использовать сервисы GoogleAds [18] или SemRush [19]. К тому же маркетплейсы постоянно совершенствуют свои алгоритмы, интерфейсы и функциональные возможности так же, как и сервисы аналитики, упомянутые в данной работе (Mprstats, Marpla, Wildbox), на рынке периодически появляются новые аналитические инструменты, предлагающие альтернативные подходы к сбору и обработке данных. Поэтому представленные инструменты могут видоизменяться со временем, но теоретическая основа останется та же.

Таким образом, успешная SEO-оптимизация на маркетплейсах требует от продавца и технического владения аналитическими инструментами, и понимания семантической структуры запросов, и постоянной актуализации этих знаний.

Список литературы

1. Маркетплейсы займут до 72 % рынка онлайн-торговли в России к 2028 году: [Электронный ресурс] // Sostav.ru 12.08.2025. – URL : <https://www.sostav.ru/publication/marketplejsy-zajmut-do-72-onlajn-torgovli-v-rossii-k-2028-godu-77292.html> (дата обращения: 20.01.2026).
2. Optimizing online visibility: A comprehensive study on effective SEO strategies and their impact on website ranking / M. K. Daoud, A. A. Sharabati, T. Samarah, [et al.] // Journal of Infrastructure, Policy and Development. – 2024. – Vol. 8, No. 7. – P. 4860. doi: 10.24294/jipd.v8i7.4860
3. The Effectiveness of Search Engine Optimization (SEO) in Marketing: A Meta-Analysis Study / P. Usmany, R. Rachmawati, E. Rembe, [et al.] // Journal of Economic Bussines and Accounting. – 2024. – Vol. 7, No. 5. – P. 807–811. doi: 10.31539/costing.v7i5.11446
4. Vasenko, Yu. Marketing Effectiveness of Search Engine Optimisation: Digital Solutions for Business Competitiveness / Yu. Vasenko // Innovation and Sustainability. – 2025. – Vol. 5, No. 2. – P. 21–29. doi: 10.31649/vis/2.2025.21
5. Калмыков, М. А. Основы и секреты SEO-продвижения / М. А. Калмыков, О. В. Медникова // Научные известия. – 2022. – № 28. – С. 282–285.
6. SEO как эффективный маркетинговый инструмент для продвижения на маркетплейсах / Н. Е. Григорьева, И. В. Григорьева, Н. В. Данилова, А. Н. Ишина // Вестник Российского университета кооперации. – 2023. – № 2(52). – С. 15–21.
7. Jansen, B. J. Determining the Informational, Navigational, and Transactional Intent of Web Queries / B. J. Jansen, D. L. Booth, A. Spink // Information Processing & Management. – 2008. – Vol. 44, No. 3. – P. 1251–1266. doi: 10.1016/j.ipm.2007.07.015
8. Ложкин, Н. С. Введение в SEO. Назначение. Содержание / Н. С. Ложкин, Н. Е. Отекина // Мир инноваций. – 2023. – № 2(25). – С. 90–94.
9. Что такое кластеры и пресеты на Wildberries [Электронный ресурс] // База знаний MPManger. – URL : <https://docs.mpmgr.ru/docs/wildberries/advert/presets/> (дата обращения: 26.01.2026).
10. Hierarchical Query Classification in E-commerce Search / B. He, S. Nag, L. Cui [et al.] // Conference: WWW '24: The ACM Web Conference 2024. – May 2024. doi: 10.1145/3589335.3648332 – URL : <https://arxiv.org/pdf/2403.06021> (дата обращения: 26.01.2026).
11. Long Tail: [Электронный ресурс] // Seobility.net. – URL : https://www.seobility.net/en/wiki/Long_Tail (дата обращения: 20.01.2026)
12. Yang, Y. Keyword Decisions in Sponsored Search Advertising: A Literature Review and Research Agenda / Y. Yang, H. Li // Information Processing and

Management. – 2023. – Vol. 60, No. 1. – P. 103142. doi: 10.1016/j.ipm.2022.103142 – URL : <https://arxiv.org/pdf/2302.12372> (дата обращения: 20.01.2026)

13. Шлёткин, М. В. SEO продвижение как инструмент интернет-маркетинга / М. В. Шлёткин, С. И. Бондаренко // StudNet. – 2021. – Т. 4, № 6. – С. 1338–1352.

14. Beyond Rankings: Exploring the Impact of SERP Features on Organic Click-through Rates / E. Fubel, N. M. Groll, P. Gundlach, [et al.] // ArXiv. – 2023. – V. abs/2306.01785. doi: 10.48550/arXiv.2306.01785 – URL : <https://arxiv.org/pdf/2306.01785> (дата обращения: 20.01.2026)

15. Ласкавнёв, А. С. Сравнительный анализ традиционных и инновационных подходов в SEO / А. С. Ласкавнёв // Практический маркетинг. – 2024. – № 4(322). – С. 39–42. doi: 10.24412/2071-3762-2024-4322-39-42

16. Król, K. Assessing marketplace and e-commerce website quality with SEO score / K. Król, D. Zdonek, W. Sroka // Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series. – 2024. – No. 202. – P. 287–303. doi: 10.29119/1641-3466.2024.202.18

17. Nofrianti, L. Increasing consumer buying interest in b2c marketplace: use of paid promote and live streaming SEO techniques / L. Nofrianti, A. Azhar // Journal of Indonesian Management. – 2024. – Vol. 4, No. 1. – P. 43–58.

18. Search Engine Optimization (SEO): A Study of important key factors in achieving a better Search Engine Result Page (SERP) Position / M. Iqbal, M. N. Khalid, D. A. Manzoor, [et al.] // Sukkur IBA Journal of Computing and Mathematical Sciences. – 2022. – Vol. 6, No. 1. – P. 1–15. doi: 10.30537/sjcms.v6i1.924

19. Mahmutović, K. The state of SEO of e-commerce websites that sell electronics in Bosnia and Herzegovina and the impact of SEO factors on traffic and revenue / K. Mahmutović // Ekonomski vjesnik. – 2024. – Vol. 37, No. 2. – P. 265–284. doi: 10.51680/ev.37.2.5

References

1. Available at: <https://www.sostav.ru/publication/marketplejsy-zajmut-do-72-onlajn-torgovli-v-rossii-k-2028-godu-77292.html> (accessed 20 January 2026).

2. Daoud M.K., Sharabati A.A., Samarah T., [et al.] Optimizing online visibility: A comprehensive study on effective SEO strategies and their impact on website ranking, *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 2024, vol. 8, no. 7, pp. 4860. doi: 10.24294/jipd.v8i7.4860

3. Usmany P., Rachmawati R., Rembe E., [et al.] The Effectiveness of Search Engine Optimization (SEO) in Marketing: A Meta-Anlysis Study, *Journal of Economic Bussines and Accounting*, 2024, vol. 7, no. 5, pp. 807-811. doi: 10.31539/costing.v7i5.11446

4. Vasenko Yu. Marketing Effectiveness of Search Engine Optimisation: Digital Solutions for Business Competitiveness, *Innovation and Sustainability*, 2025, vol. 5, no. 2, pp. 21-29. doi: 10.31649/vis/2.2025.21

5. Kalmykov M.A., Mednikova O.V. [Basics and Secrets of SEO Promotion], *Nauchnyye izvestiya* [Scientific News], 2022, no. 28, pp. 282-285. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Grigor'yeva N.Ye., Grigor'yeva I.V., Danilova N.V., Ishina A.N. [SEO as an Effective Marketing Tool for Promotion on Marketplaces], *Vestnik Rossiyskogo universiteta kooperatsii* [Bulletin of the Russian University of Cooperation], 2023, no. 2(52), pp. 15-21. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Jansen B.J., Booth D.L., Spink A. Determining the Informational, Navigational, and Transactional Intent of Web Queries, *Information Processing & Management*, 2008, vol. 44, no. 3, pp. 1251-1266. doi: 10.1016/j.ipm.2007.07.015

8. Lozhkin N.S., Otekina N.Ye. [Introduction to SEO. Purpose. Contents], *Mir innovatsiy* [World of Innovation], 2023. no. 2(25), pp. 90-94. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Available at: <https://docs.mpmgr.ru/docs/wildberries/advert/presets/> (accessed 26 January 2026).
10. He B., Nag S., Cui L. [et al.] Hierarchical Query Classification in E-commerce Search, *Conference: WWW '24: The ACM Web Conference 2024*, May 2024. doi: 10.1145/3589335.3648332, available at: <https://arxiv.org/pdf/2403.06021> (accessed 26 January 2026).
11. Available at: https://www.seobility.net/en/wiki/Long_Tail (accessed 20 January 2026)
12. Yang Y., Li H. Keyword Decisions in Sponsored Search Advertising: A Literature Review and Research Agenda, *Information Processing and Management*, 2023, vol. 60, no. 1, pp. 103142. doi: 10.1016/j.ipm.2022.103142, available at: <https://arxiv.org/pdf/2302.12372> (accessed 20 January 2026).
13. Shlotkin M.V., Bondarenko S.I. [SEO promotion as an Internet marketing tool], *StudNet*, 2021, vol. 4, no. 6, pp. 1338-1352. (In Russ., abstract in Eng.)
14. Fubel E., Groll N.M., Gundlach P., [et al.] Beyond Rankings: Exploring the Impact of SERP Features on Organic Click-through Rates, *ArXiv*, 2023, V.abs/2306.01785. doi: 10.48550/arXiv.2306.01785, available at: <https://arxiv.org/pdf/2306.01785> (accessed 20 January 2026).
15. Laskavnov A.S. [Comparative analysis of traditional and innovative approaches to SEO], *Prakticheskiy marketing* [Practical Marketing], 2024, no. 4(322), pp. 39-42. doi: 10.24412/2071-3762-2024-4322-39-42 (In Russ., abstract in Eng.)
16. Król K., Zdonek D., Sroka W. Assessing marketplace and e-commerce website quality with SEO score, *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 2024, no. 202, pp. 287-303. doi: 10.29119/1641-3466.2024.202.18
17. Nofrianti L., Azhar A. Increasing consumer buying interest in b2c marketplace: use of paid promote and live streaming SEO techniques, *Journal of Indonesian Management*, 2024, vol. 4, no. 1, pp. 43-58.
18. Iqbal M., Khalid M.N., Manzoor D.A., [et al.] Search Engine Optimization (SEO): A Study of important key factors in achieving a better Search Engine Result Page (SERP) Position, *Sukkur IBA Journal of Computing and Mathematical Sciences*, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 1-15. doi: 10.30537/sjcms.v6i1.924
19. Mahmutović K. The state of SEO of e-commerce websites that sell electronics in Bosnia and Herzegovina and the impact of SEO factors on traffic and revenue, *Ekonomski vjesnik*, 2024, vol. 37, no. 2, pp. 265-284. doi: 10.51680/ev.37.2.5

Algorithmization of Semantic Core Formation for Marketplace Promotion

© V. O. Sharapova¹✉

¹ *Gagarin Saratov State Technical University, Saratov, Russian Federation*
✉ vika.sharapova@bk.ru

Keywords: clustering; marketplace; search results; search query; semantic modeling; semantic core; CTR; e-commerce; SEO optimization.

Abstract: The specifics of SEO optimization on Russian marketplaces are considered using the example of the Wildberries seller cabinet. A new classification of queries for marketplaces is proposed (general, situational, attributive, branded, combined). A structured methodology for their collection, clustering, and negative keyword exclusion is described. A universal step-by-step algorithm for SEO optimization of product listings is presented, based on competitor analysis and key metrics (CTR, CPC, frequency).

Сведения об авторах

Шарапова Виктория Олеговна – аспирант кафедры «Экономика и маркетинг», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А» Саратов, Российская Федерация; ORCID 0009-0003-1471-1858; e-mail: vika.sharapova@mail.ru

About the author

Victoria O. Sharapova – Postgraduate Student of the Department of Economics and Marketing, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russian Federation; ORCID 0009-0003-1471-1858; e-mail: vika.sharapova@mail.ru



© Шарапова В. О., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Теория и методика обучения и воспитания

УДК 378.147

DOI: 10.17277/voprosy.2026.01.pp.149-157

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРИВЕРЖЕННОСТЬ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ДЛЯ НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ

© Т. Ю. Дорохова ✉

¹ ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация

✉ tandor81@mail.ru

Ключевые слова: компетентность; компетентностная модель специалиста наукоемких производств в техническом вузе; профессиональная приверженность.

Аннотация: Предложено обоснование выбора профессиональной приверженности как инвариантной характеристики качества целевой профессиональной подготовки, лежащей в основе формирования профессиональной компетентности специалиста для наукоемких производств при обучении в техническом вузе. Разработана компетентностная модель специалиста для наукоемких производств в техническом вузе. Впервые для оценки качества целевой подготовки специалистов для наукоемких производств в техническом вузе использованы критериальные составляющие профессиональной приверженности (мотивационно-ценностный, эмоционально-оценочный, информационно-коммуникативный, функционально-творческий), разработаны их показатели, позволяющие диагностировать уровни сформированности компетенций, необходимых для эффективного осуществления профессиональной деятельности в условиях современного наукоемкого производства.

Введение

Динамичное развитие современных наукоемких производств в последнее время, определяемое стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной указом Президента РФ от 28.02.2024 №145, основано на последних достижениях научно-технического прогресса, что приводит к существенному усложнению инженерной деятельности. Для современного наукоемкого производства все

в большей степени требуются специалисты, имеющие целостное представление об объектах профессиональной деятельности, готовые к выполнению комплексных научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ и обеспечению безопасного функционирования сложных технических систем [1].

Недостаточная системность и стратегическая направленность в решении кадровых проблем современных наукоемких производств в Российской Федерации приводит к сокращению производств в период рыночного хозяйствования, численности лиц, занятых в наукоемких производствах, и, как следствие, к низкому показателю обеспеченности отрасли конкурентоспособными специалистами, снижению общего уровня их образования, что препятствует успешному развитию наукоемких производств, внедрению и освоению инноваций в текущий момент времени. Для современного этапа развития наукоемких производств наблюдается ограниченная возможность привлечения и закрепления высококвалифицированных компетентных кадров с высшим техническим образованием. В таких условиях целевая подготовка специалистов в технических вузах для наукоемких производств по направлениям от предприятий-заказчиков рассматривается большинством ученых как единственный способ обеспечения наукоемкой отрасли конкурентоспособными специалистами.

В Постановлении правительства РФ от 19.09.95 № 942 «О целевой контрактной подготовке специалистов с высшим и средним профессиональным образованием» целевая подготовка определяется как подготовка специалистов из числа студентов, обучающихся за счет средств бюджета РФ и бюджетов субъектов РФ для удовлетворения потребностей в высококвалифицированных кадрах предприятий, организаций и учреждений в первую очередь тех, финансирование которых осуществляется за счет указанных бюджетов.

Аналогичное понятие можно встретить в работах [2, 3] и др. Однако в данный период времени нет единой разработанной системы целевой подготовки специалистов для наукоемких производств в техническом вузе, обеспечивающей отрасль высококвалифицированными компетентными кадрами, нет комплексного научного подхода к разработке компетентностной модели специалиста для наукоемких производств.

Таким образом, определение основ формирования профессиональной компетентности специалиста для наукоемких производств в техническом вузе является достаточно актуальной и значимой проблемой высшего образования.

Теоретико-методологические основы

Исследование разработанности проблемы подготовки специалистов для наукоемких производств, в том числе целевой подготовки кадров для различных отраслей народного хозяйства, посвящены труды [1, 3 – 6] и др.

Как отмечают авторы исследований [1, 7], конкурентоспособность специалистов определяется сформированностью компетенций, а также личностных качеств, таких как ответственность, дисциплинированность, самостоятельность, умение реализовывать и обновлять свои знания в соответствии с высокой динамичностью сферы труда, профессиональная приверженность, ценностное отношение к профессии.

В качестве основной личностно-профессиональной характеристики специалиста наукоемких производств в данном исследовании выделим профессиональную приверженность и будем рассматривать ее как основу формирования компетентностного специалиста для наукоемких производств в системе целевой подготовки в техническом вузе.

Отдельные аспекты, раскрывающие проблему формирования профессиональной приверженности в системе высшего профессионального образования, нашли отражение в работах [8, 9] и других, однако структура профессиональной приверженности требует уточнения.

Научно-исследовательские результаты

Ввиду того, что компетентностная модель специалиста представляет собой комплексный и структурированный список компетенций и профессионально значимых личностных качеств, необходимых для успешной работы на конкретной должности, которые определяют компетентность, особенности ее разработки могут значительно отличаться при подготовке специалистов того или иного направления.

Автор работы [10] под конкурентоспособностью понимает динамическое, системное, многоуровневое личностное образование, обеспечивающее внутреннюю уверенность в себе, гармонию с собой и окружающим миром, характеризующееся высшим уровнем проявления способностей как возможностей человека для достижения конкурентных преимуществ на каком-либо поприще.

В качестве сущностных признаков конкурентоспособности автор выделяет интеллектуальный и творческий потенциал, компетентность, соревновательность, самоактуализацию, мобильность, мотивированность, адаптивность, коммуникабельность, интернальность, стратегичность, нравственный императив, способность принимать ответственные решения, ценностно-ориентированную адекватность, готовность к непрерывному самообразованию, профессиональному самоопределению. Также автор определяет следующие компоненты конкурентоспособности: мотивационно-ценностный; нравственно-эстетический; когнитивный; деятельностно-практический.

В исследовании [7] конкурентоспособность выпускников определяется их компетентностью. Разделяем позицию автора в определении понятия «компетенция» – готовность и стремление к продуктивной деятельности с полным осознанием ответственности за ее результаты. Компетенция реализуется в деятельности и проявляется в виде компетентности. Также компетенция может остаться лишь потенциальной активностью и не реализоваться в деятельности, тогда результат и успех достигнуты не будут.

Под «компетентностью» авторы понимают реализованные в деятельности компетенции, интегральную характеристику личности, проявленную в деятельности, определяющую успех и результат различных видов деятельности.

Под профессиональной компетентностью авторы понимают интегральную, содержательно-процессуальную характеристику личности, определяющую успех профессиональной деятельности и ответственность за ее результаты.

Придерживаясь позиции авторов, что в основе компетентности выпускника вуза независимо от полученной специальности (направления подготовки) лежит инвариант, являющийся системно-структурным образованием, рассмотрим термин более подробно.

Понятие «инвариант» в науке обозначает нечто неизменяемое. В контексте профессиональной подготовки инвариант выступает теоретическим конструктом, который обретает определенность в зависимости от выполняемых специалистом функций и решаемых им задач. Инварианты качества профессиональной подготовки специалистов (инварианты профессиональной компетентности) – это устойчивые, универсальные компоненты, которые характерны для любого профессионала вне зависимости от его специальности или области деятельности. Такие инварианты определяют общий уровень профессионализма, который может проявляться в разных профессиях. Инварианты профессиональной компетентности могут лежать в основе формирования компетентностной модели специалиста и модели целевой подготовки специалиста, что влечет необходимость определения структуры профессиональной компетентности выпускника технического вуза для наукоемких производств.

Автор работы [7] приводит следующее определение понятия «инварианты профессиональной компетентности выпускника вуза» – это система устойчивых связей между компонентами компетентности (ценностно-смысловым, мотивационным, инструментальным, индивидуально-психологическим и конативным), которая обладает совокупностью основных признаков ее конкретных реализаций в различных видах компетентности выпускника вуза той или иной специальности (направления подготовки).

Выпускники вузов должны обладать компетентностями общими, одинаковыми для высшего уровня образования, и специальными, специфичными для того или иного вида профессиональной деятельности. В диссертации М. Д. Ильязовой инструментальный компонент профессиональной компетентности составляют профессиональные знания, умения, навыки – степень и вид профессиональной подготовки специалиста для выполнения определенной работы.

Мотивационный компонент – это стремление к трудовой деятельности в данной профессиональной сфере и ее совершенствованию.

Ценностно-смысловой компонент профессиональной компетентности выпускника вуза рассматриваем как приверженность профессиональным ценностям, ответственность за социальные последствия профессиональной деятельности.

Индивидуально-психологический компонент содержит профессионально важные качества (**ПВК**) – свойства субъекта деятельности, которые необходимы для ее реализации на нормативно заданном уровне. Профессионально важные качества в числе других инвариантных элементов профессиональной компетентности обеспечивают успешность выполнения профессиональных действий, задач (производительность, качество, результативность и др.). Они многофункциональны, и вместе с тем каждая профессия имеет свой ансамбль этих качеств.

Конативный компонент профессиональной компетентности составляют волевые механизмы саморегуляции, реализации компетенции в ситуациях профессиональной деятельности (выбор мотивов и целей профессиональной деятельности, принятие решения, построение программы действий, достижение цели, самооценка результатов, при необходимости – коррекция).

Модель специалиста строится путем содержательного наполнения инвариантов профессиональной компетентности. С этих позиций, опираясь на исследование [7], в данной работе обоснован выбор профессиональной приверженности, составляющей ценностно-смыслового компонента, как интегративного показателя качества целевой профессиональной подготовки, которая ложится в основу формирования компетентностной модели специалиста для наукоемких производств в техническом вузе, реализуется в различных видах компетенций и проектирования модели целевой подготовки.

Понятие «профессиональная приверженность» будем рассматривать как интегративную характеристику профессионально значимых личностных качеств, состояние индивида, отражающее устойчивую психологическую связь с профессиональной деятельностью, включающее положительное эмоциональное отношение к профессии и ее восприятие, желание прикладывать усилия в профессиональной деятельности и самосовершенствоваться, желание саморазвития, способность действовать самостоятельно в профессиональном поле, принимать решения в быстро меняющихся условиях современного наукоемкого производства, способность решать нестандартные инженерные задачи, устойчивая личностная позиция в отношении решения профессиональных задач.

Таким образом, разработана компетентностная модель специалиста для наукоемких производств в техническом вузе на примере направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», представленная на рис. 1

Под *компетентностной моделью специалиста наукоемких производств в техническом вузе* будем понимать структурированный список компетенций: универсальных, общепрофессиональных, профессиональных и специализированных профессиональных компетенций выпускника технического вуза, способного решать практические задачи и выполнять необходимые функции в сфере наукоемких производств, формируемые на основе профессиональной приверженности (выбрана в качестве интегративного профессионально значимого личностного качества).

Модель содержит общеотраслевые компетенции (универсальные и общепрофессиональные), профилирующие (проектные и исследовательские), специализированные профессиональные (сервисно-эксплуатационные, проектно-технологические, организационно-управленческие, научно-исследовательские), ориентированные на специфику деятельности наукоемких производств.

Ввиду того, что компетенция реализуется в деятельности, проявляется через действия, которые определяются поведением, поступками, важным фактором компетентного поведения выступает направленность личности –

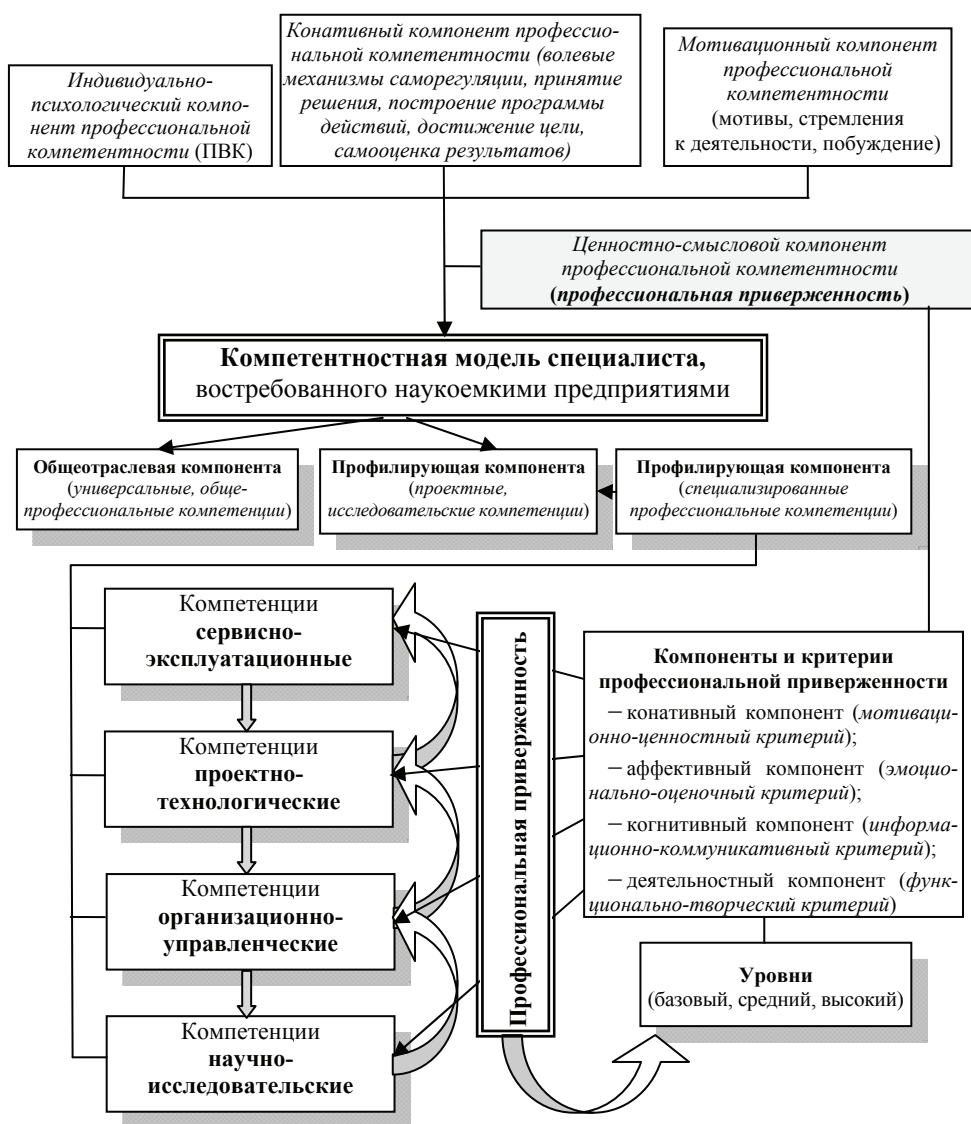


Рис. 1. Компетентностная модель, формируемая в системе целевой подготовки специалистов для наукоемких производств в техническом вузе

сформированное активное положительное отношение к профессиональной деятельности, личная ответственность за результаты деятельности в любой сфере, без которых компетенция может не реализоваться. Считаем вполне обоснованным выделить в структуре профессиональной приверженности также деятельностный компонент.

Так, были выделены и определены структурные компоненты профессиональной приверженности: конативный, аффективный, когнитивный и деятельностный.

Конативный – готовность отдавать время, прикладывать усилия и развиваться в профессиональной деятельности.

Аффективный – эмоциональное отношение к профессии, позитивное восприятие профессии.

Когнитивный – система знаний, представлений и убеждений о профессии, ее специфике, содержании и условиях труда, отражает устойчивую психологическую связь человека с профессиональной деятельностью, включает осознание себя членом профессиональной группы, принятие профессиональных целей и ценностей.

Деятельностный – отражает профессиональную активность, способность самовыражения и самоосуществления личности, эффективное выполнение профессиональных задач.

Таким образом, выявлена и обоснована особенность формирования профессиональных компетенций специалиста наукоемких производств в системе целевой подготовки на основе профессиональной приверженности.

Также выделены критериальные составляющие профессиональной приверженности: *мотивационно-ценностный* (конативный компонент) – ценностное отношение, поведение и восприятие профессии, устойчивый интерес и желание самосовершенствоваться; *эмоционально оценочный* (аффективный компонент) – положительная эмоциональная оценка видов и объектов профессиональной деятельности; *информационно-коммуникативный* (когнитивный компонент) – межкультурные и межпредметные знания и умения работать с различной информацией, документацией, осуществлять решение задач с использованием ИКТ и всевозможные гармоничные коммуникации; *функционально-творческий* (деятельностный компонент) – способность к нестандартному, творческому решению профессиональных задач, системному анализу, развитию и воплощению новых идей, постоянному саморазвитию.

Заключение

Таким образом, выявлена и обоснована особенность формирования профессиональной компетентности специалиста для наукоемких производств в системе целевой подготовки на основе профессиональной приверженности. Показано, что профессиональная приверженность может быть использована для оценки качества целевой подготовки. В качестве интегративного результата профессиональной подготовки в процессе целевой подготовки рассматривается достижение заданного уровня сформированности критериев профессиональной приверженности по выделенным специализированным профессиональным компетенциям как основы владения социально-значимым опытом в профессиональной сфере, устойчивой конкурентной позиции на рынке труда.

Список литературы

1. Зарипов, Р. Н. Новые образовательные технологии в подготовке инженеров для наукоемких производств : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Зарипов Ренат Назипович. – Казань, 2001. – 42 с.
2. Киселева, Т. В. Совершенствование целевой подготовки молодых специалистов для сельского хозяйства : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Киселева Татьяна Васильевна. – Москва, 2009. – 219 с.

3. Фирсова, Л. В. Проектирование и реализация системы целевой подготовки в области качества студентов технического колледжа : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Фирсова Людмила Васильевна. – Тольятти, 2002. – 201 с.
4. Овчинникова, Л. П. Концепция и технологии профессиональной подготовки специалиста железнодорожного транспорта в вузе : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Овчинникова Людмила Павловна. – Самара, 2014. – 48 с.
5. Самолдина, Л. Н. Научно-методическое обеспечение дуальной целевой профессиональной подготовки студентов в ССУЗ : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Самолдина Людмила Николаевна. – Казань, 2008. – 272 с.
6. Шабалин, С. П. Целевая подготовка специалистов в высшем военном учебном заведении : дис. ... канд. пед. наук : 20.02.02 / Шабалин Сергей Петрович. – Санкт-Петербург, 1999. – 307 с.
7. Ильязова, М. Д. Формирование инвариантов профессиональной компетентности студента: ситуационно-контекстный подход : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Ильязова Марьям Даниловна. – Москва, 2011. – 38 с.
8. Минюрова, С. А. Разработка методики диагностики профессиональной приверженности: определение конструкта / С. А. Минюрова, А. И. Калашников // *Инновационные проекты и программы в образовании*. – 2015. – № 5. – С. 35–41.
9. Ловаков, А. В. Приверженность вузу и приверженность профессии у преподавателей российских вузов / А. В. Ловаков // *Вопросы образования*. – 2015. – № 2. – С. 109–128.
10. Мезинов, В. Н. Формирование конкурентоспособности будущего учителя в образовательном процессе университета : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Мезинов Владимир Николаевич. – Елец, 2009. – 42 с.

References

1. Zaripov R.N. *Extended abstract of candidate's of pedagogy thesis*, Kazan', 2001, 42 p. (In Russ.)
2. Kiseleva T.V. *PhD of Candidate's thesis (Economical)*, Moscow, 2009, 219 p. (In Russ.)
3. Firsova L.V. *PhD of Candidate's thesis (Pedagogy)*, Tol'yatti, 2002, 201 p. (In Russ.)
4. Ovchinnikova L.P. *Extended abstract of Doctor's of pedagogy thesis*, Samara, 2014, 48 p. (In Russ.)
5. Samoldina L.N. *PhD of Candidate's thesis (Pedagogy)*, Kazan', 2008, 272 p. (In Russ.)
6. Shabalin S.P. *PhD of Candidate's thesis (Pedagogy)*, St. Petersburg, 1999, 307 p. (In Russ.)
7. Il'yazova M.D. *Extended abstract of Doctor's of pedagogy thesis*, Moscow, 2011, 38 p. (In Russ.)
8. Minyurova C.A., Kalashnikov A.I. [Development of a methodology for diagnosing professional commitment: definition of the construct], *Innovatsionnyye proyekty i programmy v obrazovanii* [Innovative projects and programs in education], 2015, no. 5, pp. 35-41. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Lovakov A.V. [Commitment to the University and Commitment to the Profession among Teachers of Russian Universities], *Voprosy obrazovaniya* [Education Issues], 2015, no. 2, pp. 109-128. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Mezinov V.N. *Extended abstract of Doctor's of pedagogy thesis*, Yelets, 2009, 42 p. (In Russ.)

Professional Commitment as the Foundation for Forming Professional Competence of Specialists for High-Tech Industries

© T. Yu. Dorokhova✉

¹ Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation

✉tandor81@mail.ru

Keywords: competence; competency model of specialists for high-tech industries in a technical university; professional commitment.

Abstract: The rationale for selecting professional commitment as an invariant characteristic of the quality of target professional training, underlying the formation of professional competence for specialists in high-tech industries during training at a technical university, is proposed. A competency model for specialists in high-tech industries at a technical university has been developed. For the first time, criteria components of professional commitment (motivational-value, emotional-evaluative, informational-communicative, functional-creative) are used to assess the quality of target training for specialists in high-tech industries at a technical university; their indicators have been developed, enabling diagnosis of competence formation levels necessary for effective professional activity in modern high-tech production conditions.

Сведения об авторах

Дорохова Татьяна Юрьевна – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, 392000, Российская Федерация; ORCID 0000-0001-6992-6395; e-mail: tandor81@mail.ru

About the author

Tatiana Yu. Dorokhova – Cand. Sc. (Pedagogy), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Design of Radio-Electronic and Microprocessor Systems, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation; ORCID 0009-0002-4164-123456789; e-mail: tandor81@mail.ru



© Дорохова Т. Ю., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД
К ПРЕПОДАВАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»
ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ГУМАНИТАРИЕВ: ИНТЕГРАЦИЯ
СТОРИТЕЛЛИНГА, ЭКСПЕРИМЕНТА
И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО КОНТЕКСТА**

© О. В. Назарова¹✉

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,
Краснодар, Российская Федерация*
✉ galago76@mail.ru

Ключевые слова: аффективные вычисления; генеративно-состязательные сети; искусственный интеллект; машинное обучение; междисциплинарность; педагогический дизайн; сторителлинг; цифровая гуманитаристика; этика искусственного интеллекта.

Аннотация: Представлен междисциплинарный подход к проектированию и реализации учебного курса «Системы искусственного интеллекта» для студентов направлений подготовки филология и педагогическое образование. Методология основана на интеграции нарративных практик (сторителлинга), акценте на философско-этические аспекты искусственного интеллекта (ИИ) и адаптации содержания под профессиональные профили обучающихся. Приведены специализированные лабораторные работы, нацеленные на формирование прикладных компетенций в области обработки естественного языка и применения ИИ в образовании. Дано описание экспериментального сравнительного анализа эмоционального воздействия оригиналов произведений искусства и их нейросетевых реплик, результаты которого подтверждают эффективность подхода для развития критического мышления, цифровой грамотности и формирования сбалансированного взгляда на возможности и границы ИИ в гуманитарной сфере.

Введение

Интеграция дисциплины «Системы искусственного интеллекта» в учебные планы непрофильных направлений высшего образования, регламентированная нормативными документами Минобрнауки России, как показывает опыт, порождает существенный методологический вызов. Публикации [1 – 6] посвящены поиску системного ответа образования на

вызовы цифровой эпохи. Он рассматривается с двух взаимосвязанных сторон: во-первых, как сделать технологии искусственного интеллекта (ИИ) предметом изучения для нового поколения, и во-вторых, как вооружить преподавателей необходимыми компетенциями для эффективной работы в новой цифровой среде с использованием ИИ. Таким образом, прослеживается сквозная научная проблема – трансформация образовательного ландшафта под влиянием ИИ, затрагивающая как содержание учебных программ, так и профессиональный стандарт педагога. Наблюдается эволюция в фокусе исследований: если более ранние работы (2021–2022 гг.) были посвящены методикам преподавания ИИ, то в более поздних (2024–2025 гг.) акцент смещается на глубокую проработку компетенций и саморазвитие педагогов.

В исследованиях отмечается акцент на применении ИИ для оптимизации работы преподавателей. В частности, в работе [7] обоснована возможность использования нейросетей в высшей школе: проанализированы функции ИИ (составление планов, генерация заданий, создание виртуальных ассистентов, автоматизированный анализ успеваемости), представлен обзор инструментов (ChatGPT, Gamma App и др.) и приведены результаты опроса, показавшие средний уровень активного использования нейросетей преподавателями.

Опыт легального применения генеративного ИИ в гуманитарном образовании (на примере НИУ ВШЭ) демонстрирует необходимость перехода от запретов к регулированию. Авторами сформулированы методические принципы работы с генеративными моделями и разработан регламент, обязывающий указывать использование ИИ в учебных работах [8].

В работе [9] обосновывается необходимость этически взвешенного внедрения ИИ в вузах, где технология служит инструментом совершенствования, а не замены человека. Авторы предлагают подход Human-Centered AI (искусственный интеллект, ориентированный на человека), выделяют области применения ИИ (аккредитация, набор студентов, создание контента, проверка заданий) и определяют зоны «табу» (например, функции научного руководителя).

В обзоре [10] представлен сбалансированный анализ влияния ИИ на образование, рассматривающий как возможности, так и риски (нарушение конфиденциальности данных, алгоритмические предубеждения, дегуманизация обучения, потенциальная угроза профессии педагога). Авторы настаивают на разработке этических норм, сохранении центральной роли учителя и поиске баланса между технологиями и человеческими ценностями, видя будущее в гибридной модели взаимодействия.

Действительно, реализация занятий по дисциплине «Системы искусственного интеллекта» сопряжена с большой ответственностью и сложностью, потому что студенты каждого направления подготовки (в нашем случае – 45.03.01 Филология и 44.03.05 Педагогическое образование (Математика, Информатика) ожидают от этого академического курса получение совершенно разного образовательного эффекта. Основная сложность заключается в необходимости трансляции сложных технико-математических концепций аудитории, чья исходная подготовка ограничивается базовыми курсами анализа данных. В частности, для студентов-филологов

ключевой становится задача не столько освоения математического аппарата, сколько формирования концептуального понимания принципов функционирования ИИ и выработки компетенций осмысленного применения соответствующих инструментов в профессиональной деятельности. То есть перед будущими филологами стояла задача освоить прикладные ИИ-инструменты для анализа текстовых данных, в то время как студентам-педагогам было необходимо понять фундаментальные принципы работы нейросетей и «машинного зрения» для их последующей адаптации в образовательном процессе. Студенты вовлекаются в анализ фундаментального вопроса А. Тьюринга «могут ли машины мыслить?» применительно к эпохе предиктивных моделей, что предполагает переопределение понятия «мышление» для алгоритмического контекста и критическую оценку границ (этических и технических) возможностей ИИ.

Материалы и методы

В данной статье представлен опыт педагогического дизайна и реализации учебного курса, нацеленного на преодоление указанного дисциплинарного разрыва через синтез технологического и гуманитарного знания. Учитывая различия в исходной подготовке (отсутствие у филологов обязательных математических пререквизитов), содержательное наполнение было дифференцировано. Для филологических специальностей акцент смещен на прикладные аспекты обработки естественного языка (NLP – *англ.* Natural Language Processing): анализ корпусных данных, семантический и сентимент-анализ, технологии машинного перевода и генерации текста. Для педагогических направлений в фокусе оказались вопросы применения ИИ в образовательном процессе, включая проектирование образовательных чат-ботов и анализ больших данных в дидактике. В результате сформулировано содержание учебной дисциплины, представленное в табл. 1.

Планируемые результаты изучения курса отражены в письме Минобрнауки в виде формулировок профессиональных компетенций:

- способность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности в качестве научных сотрудников, преподавателей образовательных организаций высшего образования, инженеров, технологов;

- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области моделирования и анализа сложных естественных и искусственных систем.

Ключевая цель учебного курса – формирование у студентов комплекса компетенций в области ИИ. Диагностический вопрос об их ожиданиях выявил широкий спектр мнений: от прагматичных (персонализации обучения, профессиональной поддержки) до максималистских (полной делегации задач, включая творческие). Эта вариативность указывает на заметный разрыв между реальными возможностями ИИ и его воспринимаемым потенциалом, включая тенденцию к антропоморфизации и переоценке автономности. Такой дискурс подтверждает необходимость включения в курс модулей по критической оценке ИИ, этике, кибербезопасности и анализу социокультурных последствий цифровизации.

Таблица 1

**Содержание курса дисциплины «Системы искусственного интеллекта»
для студентов направлений подготовки 44.03.01 и 44.03.05**

Направление 44.03.01. Филология	Лекции, ч.	Лабораторные работы, ч.	Направление 44.03.05. Педагогическое образование (Математика, Информатика)	Лекции, ч.	Лабораторные работы, ч.
Введение в искусственный интеллект: история и современные достижения	2	2	Введение в искусственный интеллект: история и современные достижения	2	2
Основные задачи систем искусственного интеллекта. Классификация, кластеризация, регрессия. Типы машинного обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением. Обзор библиотек Python для машинного обучения	2	4	Основные задачи систем искусственного интеллекта. Классификация, кластеризация, регрессия. Типы машинного обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением. Обзор библиотек Python для машинного обучения	2	2
Корпусные данные в лингвистике и их обработка с помощью систем ИИ	2	2	Обучение на больших данных. Признаки больших данных. Этапы работы с большим данными	2	2
Нейронные сети и их классификация, архитектура и обучение	2	2	Нейронные сети и их классификация, архитектура и обучение	2	2
Нейросети и их применение в обработке естественного языка. Семантический и sentiment-анализ текста с помощью систем ИИ	2	4	Кластерный анализ. Методы кластеризации. Примеры сфер применения	2	2
Генерация текста с помощью нейросетей. Промты и техники промптинга	2	2	Системы ИИ в работе учителя математики и информатики. Образовательные чат-боты: этапы проектирования, разработка функционала	2	2
Машинный перевод с помощью ИИ. Интерактивные системы обучения языкам с использованием ИИ	2	2	Этика и безопасность в искусственном интеллекте. Будущее ИИ: тренды и перспективы развития	2	2
Этика и моральные аспекты использования ИИ в языковых исследованиях. Будущее языковой филологии в эпоху ИИ. Системы ИИ и безопасность	2	2	—	—	—
Итого	16	20	—	14	14

Структура лабораторных работ данного курса реализует дидактический принцип постепенного усложнения. На начальном этапе студенты осваивают классические алгоритмы машинного обучения, такие как метод *k*-ближайших соседей (англ. *k*-Nearest Neighbors (KNN)), метод опорных векторов (англ. Support Vector Machine (SVM)), а также ансамблевые методы (бэггинг, бустинг, случайный лес), проводя сравнительный анализ их эффективности на конкретных задачах. Далее содержание курса дифференцируется в соответствии с профессиональными профилями обучающихся. Студенты-филологи применяют инструменты ИИ, прежде всего в области обработки естественного языка (англ. Natural Language Processing (NLP)), для анализа и интерпретации текстовых и культурных объектов. Ключевые направления включают: автоматизированный семантический и сентимент-анализ литературных произведений, стилометрию для исследования авторского стиля, работу с большими текстовыми корпусами, а также генерацию и последующую критическую оценку текстов с использованием языковых моделей. Это позволяет им осваивать цифровые методы как расширение традиционного филологического инструментария.

Студенты-педагоги ориентированы на использование ИИ как инструмента проектирования, оптимизации и персонализации учебного процесса. Их практика сосредоточена на создании и адаптации дидактических материалов с помощью генеративных моделей, разработке сценариев для образовательных чат-ботов, анализе данных для формирования индивидуальных траекторий и предварительной оценке учебных работ. Все это формирует у них компетенцию интеграции цифровых решений в педагогическую практику для повышения ее эффективности, то есть в рамках единой цифровой среды филологи используют ИИ преимущественно для исследовательского анализа объектов, а педагоги – для конструктивного проектирования образовательного процесса. Преподавателю данного учебного курса важно демонстрировать не только возможности ИИ, но и его границы, формируя представление об ИИ как о помощнике в решении рутинных и некоторых творческих задач, а не как о замене человека.

Для оптимизации восприятия сложного учебного материала в практические и лабораторные занятия был интегрирован *метод сторителлинга*. Перед объявлением тем работ студентам предлагается специальный вводный нарратив, стимулирующий самостоятельное формулирование тематики исследования и предварительное осмысление решаемых задач. Например, введение в метод KNN предварялось нарративом о задаче классификации растений для ландшафтного дизайна, что позволило визуализировать абстрактный алгоритм через призму практической проблемы. Завершая занятие, обучающимся также предлагается самостоятельно создать оригинальную сюжетную линию, отражающую суть пройденного материала (при желании возможно использование современных технологий, включая искусственные нейронные сети, с последующим редактированием). Таким образом, преподаватель курса получает дополнительную возможность объективно оценить уровень понимания студентами учебной программы и поощрить креативный подход дополнительным бонусным баллом. Приведем некоторые примеры.

1. *Сторителлинг о задаче классификации методом KNN.* Представьте садовника Мирона, который участвует в престижном конкурсе по ландшафтному дизайну и выбирает идеальный цветок для центра клумбы. Перед ним три варианта: роза, гладиолус и георгин, каждый со своими характеристиками – цветом, высотой, временем цветения и формой лепестков. Чтобы принять обоснованное решение, Мирон применяет метод KNN. Он описывает желаемый цветок: розовый, средний по высоте, с ранним цветением и округлыми лепестками. Затем сравнивает эти признаки с данными по каждому сорту (табл. 2). Выбрав $k = 3$, Мирон определяет трех «ближайших соседей» – цветы, наиболее похожие на искомый. Ими оказались гладиолус, георгин и роза. Поскольку два из трех голосов принадлежат гладиолусу и георгину, Мирон выбирает гладиолус, и его клумба побеждает в конкурсе. Этот пример наглядно показывает, как KNN помогает принимать решения на основе данных, сравнивая объекты по ключевым признакам. Вам предстоит применить данный метод в лабораторной работе.

Приведем краткое описание лабораторной работы «Реализация метода KNN для решения задачи классификации: визуализация результатов в среде электронных таблиц».

Цель работы – практическое освоение алгоритма KNN для решения задачи классификации на структурированном наборе данных.

Необходимые пояснения. В качестве объекта исследования используется классический набор данных «ирисы Фишера». Для наглядности и упрощения вычислений работа проводится на ограниченной выборке, содержащей 15 экземпляров, характеризующихся двумя морфологическими признаками: длиной и шириной чашелистика. Каждому наблюдению присвоена метка класса (label), соответствующая одному из трех таксономических видов рода *Iris*. Работа представляет собой задачу классификации с учителем. На основании обучающей выборки с известными метками классов требуется определить видовую принадлежность (класс) нового, ранее не встречавшегося экземпляра (данные которого приведены в строке 18 рабочей таблицы), используя формализованную метрику близости (рис. 1). Предоставьте отчет с выполненным заданием и сформулированными выводами по работе (у студентов имеется подробная карта выполнения лабораторной работы, размещенная в университетской LMS Moodle).

Другая лабораторная работа «Модель классификации с помощью метода опорных векторов. Прогнозирование количества выживших на Титанике» по прогнозированию выживаемости пассажиров лайнера «Титаник» с использованием метода SVM выполняла не только учебную,

Таблица 2

**Характеристики каждого сорта цветов
для решения задачи методом KNN**

Цвет	Высота	Время цветения	Форма лепестков
Красный	Высокая	Среднее	Острая
Розовый	Средняя	Раннее	Округлая
Белый	Низкая	Позднее	Волнистая

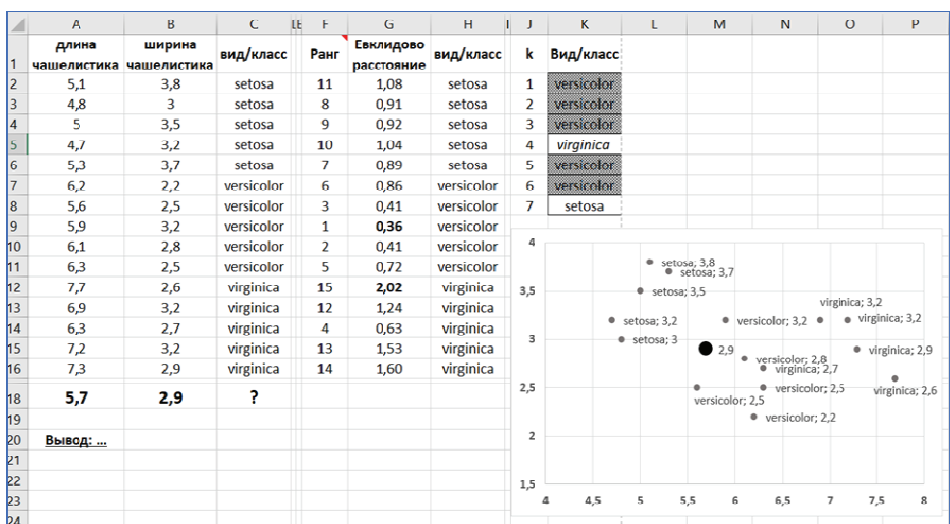


Рис. 1. Примерный вид выполненных расчетов, графика и записи вывода по работе

но и исследовательскую функцию. Анализ полученных моделей позволил студентам верифицировать исторические гипотезы о социальных детерминантах спасения, тем самым демонстрируя эпистемологический потенциал методов машинного обучения в гуманитарных науках.

2. *Сторителлинг о модели классификации с помощью метода SVM.* Представьте, что вы находитесь в исследовательском центре, занимающемся изучением исторических катастроф. Ваша команда работает над проектом, посвященным одной из самых известных трагедий XX века – крушению лайнера «Титаник». Цель исследования – создание модели, предсказывающей вероятность выживания пассажиров на основе различных факторов. Команда исследователей использовала набор данных о пассажирах лайнера «Титаник» для построения бинарной классификационной модели (выжившие/погибшие) с помощью метода SVM. Выбор SVM обусловлен его эффективностью в задачах бинарной классификации, устойчивостью к переобучению и хорошей работой с небольшими выборками (891 запись о пассажирах). Данные были предварительно обработаны: категориальные переменные закодированы, пропущенные значения возраста заполнены, созданы производные признаки (например, количество членов семьи). В рамках работы вам предстоит выполнить следующие задачи: обучить модель на реальном историческом датасете с применением языка программирования Python, оценить ее производительность, интерпретировать результаты и сформулировать выводы о практической применимости.

Данная лабораторная работа демонстрирует, как методы машинного обучения позволяют количественно исследовать социальные закономерности. Студенты последовательно осваивают и проходят следующие этапы:

- подготовка данных: загрузка набора данных (titanic.csv), выбор признаков (класс каюты, пол, возраст, стоимость билета) и целевой переменной (факт выживания);
- предобработка: очистка данных (заполнение пропусков), преобразование категориальных признаков (пол) в числовой формат;

– построение модели: разделение данных на обучающую и тестовую выборки, создание и обучение модели SVM (LinearSVC) с помощью библиотеки scikit-learn;

– валидация и анализ: оценка точности модели, эксперименты с параметрами (random_state), интерпретация результатов в контексте исторических фактов о приоритетах эвакуации.

Выводы студентов подтвердили исторические факты о приоритете эвакуации женщин, детей и влиянии социального статуса на спасение, а также продемонстрировали практическую ценность анализа данных для понимания поведения в экстремальных ситуациях. Использование метода SVM позволило построить интерпретируемую модель, вносящую вклад в изучение исторического события. Предложенный в лабораторной работе подход подчеркивает роль человека в развитии ИИ и формирует у будущих специалистов мировоззрение, в котором технологии служат инструментом, расширяющим, но не заменяющим человеческий интеллект, творчество и ответственность.

Таким образом, методологической основой учебного курса стал принцип контекстуализации алгоритмов, позволяющий обсуждать технические аспекты через социально-гуманитарную призму. Ключевыми педагогическими приемами выступили:

1. Сторителлинг – нарративное введение в технические концепции изучения методов машинного обучения и нейросетей.

2. Профессионально-ориентированные лабораторные работы, адаптированные под профиль студентов: для филологов – анализ тональности текстов, работа с языковыми моделями и др.; для педагогов – прогнозирование успеваемости на учебных данных, основы создания образовательного чат-бота и др.

3. Экспериментально-исследовательское моделирование, посвященное сравнению возможностей генеративных нейросетей и человеческого творчества.

Дискуссия в рамках данного учебного курса о принципиальной возможности алгоритмического воспроизведения творческого акта, учитывающая как аргумент об отсутствии у ИИ субъективного опыта, так и контраргумент о постоянном совершенствовании генеративных моделей, была операционализирована в рамках экспериментального исследования. Его основой стал сравнительный анализ продуктов человеческого и машинного «творчества». Данный подход обеспечил интеграцию освоения технического материала с развитием критического мышления и этической рефлексии студентов. В фокусе обсуждения находился онтологический вопрос о природе творчества: является ли оно редуцируемым к комбинаторике и статистике (как в генеративных моделях) или же проистекает из нередуцируемого замысла, обусловленного личным опытом и эмоциональным миром автора произведения искусства. В качестве иллюстративного кейса рассмотрен пример применения технологии few-shot learning

для анимирования исторических портретов. Визуальный анализ выявил системные артефакты генерации (сглаживание индивидуальных черт, потеря точности деталей), что несмотря на технологические ограничения стимулировало активную познавательную рефлексию аудитории. На основе этого эмпирического опыта закономерно возникает ряд методологических и философско-эстетических вопросов: способна ли в принципе даже самая совершенная нейросеть создать объект, сопоставимый по художественной ценности, например, с произведениями Рафаэля Монти («Весталки», «Дама под вуалью»), Джованни Страцца («Дева под покрывалом») или передать глубинную эмоциональную драматургию скульптуры Джузеппе Санмартино «Христос под плащаницей»? Данные вопросы сформировали базис для последующей дискуссии о границах искусственного интеллекта в сфере творчества, а также теоретическую базу для эксперимента, в котором участвовали студенты перечисленных выше направлений подготовки.

Содержание и обсуждение результатов эксперимента

В качестве доказательства эффективности междисциплинарного подхода приведем результаты эксперимента, в рамках которого студенты эмпирически оценивали способность современных генеративных моделей передавать эмоциональную составляющую художественного произведения в сравнении с его оригиналом.

В рамках учебного проекта студентам было предложено комплексное задание, объединяющее искусствоведческий анализ, практику работы с генеративно-сопоставительными нейросетями (*англ.* Generative Adversarial Network (**GAN**)) и сравнительное исследование. Одна группа обучающихся изучала биографию и творчество итальянских скульпторов (Дж. Страцца, Р. Монти, Ф. Брунеллески, Б. Микеланджело и др.), создавала художественные описания их шедевров и предпринимала попытки репродукции изображений с помощью выбранных и обоснованных GAN (например, StyleGAN2, Stable Diffusion и др.). Другая группа проводила сравнительный анализ полученных нейросетевых реплик и канонических произведений.

Работа была профессионально ориентирована: студенты-филологи применяли языковые модели для семантического и сентимент-анализа текстов об искусстве, развивая навыки интерпретации смысловых структур и эмоциональной окраски. Студенты-педагоги фокусировались на дидактическом потенциале инструментов NLP: оценивали адаптивность текстов для разных аудиторий, экспериментировали с генерацией учебных заданий и критически анализировали ИИ как инструмент для создания педагогического контента и организации обратной связи. Практика репродукции наглядно выявила эмпирические ограничения генеративных моделей (артефакты, «галлюцинации»), что стало основой для дискуссии

Коннотация "+"	-3	-2	-1	0	1	2	3	Коннотация "-"
отталкивающий				68		97		привлекательный
тревожный			44			88		спокойный
поверхностный				49			99	глубокий
тяжелый	81					89		легкий
тусклый		78			56			яркий
снижодительный		69				97		строгий
враждебный				57			92	доброжелательный
фантастический		76					97	реалистичный
лицемерный			59				97	искренний
приземленный		83					99	благородный
бессознательный			86			78		осознанный
бледный			56			89		выразительный
истощающий				41		74		живительный
тесный				40	68			просторный
расплывчатый				72			89	четкий
замкнутый				72		85		открытый
душный		36					76	свежий
подозрительный			84		67			доверчивый
несформированный			80			91		зрелый
диссонансный				83			84	мелодичный

Рис. 2. Количество выборов семантических единиц при анализе цифрового изображения оригинала «Весталки» Р. Монти (сплошная заливка) и его нейросетевой реплики (узорная заливка), %

о невозможности алгоритмического воспроизведения подлинного творческого замысла. Это закрепило у студентов понимание ИИ как инструмента-симулятора, а не «творца».

Для верификации этих выводов проведено формализованное исследование. Созданные студентами высококачественные реплики и оригиналы произведений были предъявлены фокус-группам ($n = 192$, из них студентов – 116 человек, преподавателей – 76) в рандомизированном порядке. Результаты анкетирования, проведенного по методу семантического дифференциала, представлены на рис. 2, где показаны количественные оценки участников эксперимента, выставленные ими по биполярным шкалам от –3 до +3 для характеристики эмоциональных реакций на оригинальное произведение и его цифровую реплику, отражающие степень соответствия пар признаков (например, «теплый – холодный» и т.п.).

Несмотря на высокое визуальное сходство, нейросетевые реплики получили статистически значимые негативные оценки по шкалам «теплота», «личность» и «глубина» (например, оценивались как более «холодные», «безличные», «поверхностные»). Эти данные объективно подтверждают тезис о неспособности современных алгоритмов кодировать сложный субъективный опыт, воплощенный в оригинальном произведении. Проведенный эксперимент успешно перевел философскую дискуссию о границах искусственного творчества в плоскость эмпирически верифицируемого научного знания, продемонстрировав эффективность практико-ориентированного и критического подхода в преподавании ИИ гуманитариям.

Заключение

1. Разработанный междисциплинарный курс «Системы искусственного интеллекта» для гуманитариев доказал свою эффективность, реализуясь в эксперименте по сравнению художественных оригиналов и нейросетевых реплик. Такой подход не только перевел теоретический синтез знаний в практику, но и предоставил эмпирические доказательства границ ИИ, сформировав у студентов критическое, немифологизированное понимание технологии как инструмента, неспособного заменить творческий акт. Студенты на практике убеждаются, что искусственный интеллект – инструмент-помощник, симулятор форм и паттернов, но не источник творческого замысла, эмоций или уникального духовного опыта.

2. Эксперимент одновременно выступил как модель развития ключевых компетенций (критический анализ, работа с данными и др.) и подтвердил гибкость методики, успешно адаптированной для профессиональных задач как филологов (анализ текста / изображения), так и педагогов (проектирование учебных проектов). Курс достигает своей главной цели – формирует у будущих специалистов целостное мировоззрение, в котором искусственный интеллект занимает адекватное место мощного, но подчиненного человеку сервисного инструмента.

3. Качественная трансформация содержания через нарратив и профессиональный контекст эффективнее его механического упрощения. Сторителлинг и привязка к профильным задачам делают сложные алгоритмы релевантными и способствуют глубокому усвоению.

4. Понимание текущих ограничений искусственного интеллекта не отрицает перспектив его развития и сближения с человеком. Важно обсуждать со студентами тренды, такие как повышение качества генеративных моделей и роли аффективных вычислений. Искусственный интеллект может эволюционировать в сторону более тонкого аналитического инструмента в гуманитаристике (анализ культурных кодов, эмоционального воздействия текстов и изображений и др.), что открывает новые междисциплинарные горизонты.

5. Разработанный подход и конкретные методические материалы (сценарии кейсов, лабораторных работ, авторских обучающих видео и др.) обладают высокой адаптивностью. Ключевая рекомендация – сохранять четкую связь каждого учебного элемента с формированием конкретных профессиональных компетенций будущего филолога или педагога, делая акцент на роли искусственного интеллекта как сервисного инструмента, расширяющего, но не подменяющего человеческий интеллект.

Представленный междисциплинарный подход, интегрирующий нарративные методы, профессионально-ориентированные практикумы и экспериментальное исследование границ искусственного интеллекта, доказал свою эффективность в преподавании сложных технологических дисциплин студентам-гуманитариям. Он способствует не только преодолению дисциплинарного разрыва, но и формированию цифровой грамотности, развитию глубокого, рефлексивного и этически ответственного понимания роли искусственного интеллекта в современном мире и будущей профессиональной деятельности, необходимого в цифровую эпоху.

Список литературы

1. Левченко, И. В. Системно-деятельностный подход к обучению искусственному интеллекту в основной школе / И. В. Левченко, А. Р. Садыкова // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 162–171.
2. Розов, К. В. Формирование профессиональной готовности будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта / К. В. Розов // Информатика и образование. – 2022. – Т. 37, № 2. – С. 50–63. doi: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-50-63
3. Минаков, А. И. Структура компетенции педагога в области искусственного интеллекта для решения образовательных задач / А. И. Минаков // Мир науки, культуры, образования. – 2024. – № 4(107). – С. 321–324.
4. Применение искусственного интеллекта в профессионально-педагогической деятельности как основа саморазвития педагога / Ю. М. Царапкина, А. В. Анисимова, В. А. Антонова, В. Н. Морозова, А. Г. Миронов // Мир науки. Педагогика и психология. – 2024. – Т. 12, № 3. – URL : <https://mirnauki.com/PDF/48PDMN324.pdf> (дата обращения: 5.03.2026).
5. Волков, А. С. Цифровизация образовательного процесса: новые подходы и модели внедрения технологий в работу педагогов / А. С. Волков // Вестник науки. – 2025. – № 5(86). – С. 781–794.
6. Сысоев, П. В. Компетенция современного педагога в области искусственного интеллекта: структура и содержание / П. В. Сысоев // Высшее образование в России. – 2025. – Т. 34, № 6. – С. 58–79. doi: 10.31992/0869-3617-2025-34-6-58-79
7. Широколобова, А. Г. Искусственный интеллект как инструмент оптимизации работы преподавателя высшей школы / А. Г. Широколобова // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2024. – Т. 9, № 2. – С. 138–145. doi: 10.30853/ped20240018
8. Использование генеративных моделей в высшем гуманитарном образовании: опыт Института медиа НИУ ВШЭ / А. В. Шариков, А. П. Джура, Т. С. Магера, Д. В. Онегов, А. Д. Хасавов // Коммуникации. Медиа. Дизайн. – 2025. – Т. 10, № 1. – С. 5–37. doi: 10.17323/cmd.2025.26728
9. Резаев, А. В. ChatGPT и искусственный интеллект в университетах: какое будущее нам ожидать? / А. В. Резаев, Н. Д. Трегубова // Высшее образование в России. – 2023. – Т. 32, № 6. – С. 19–37. doi: 10.31992/0869-3617-2023-32-6-19-37
10. Ташкузиева, С. А. Влияние искусственного интеллекта на систему образования / С. А. Ташкузиева, Н. А. Абдукадирова // Образование, наука и инновационные идеи в мире. – 2025. – № 66(1). – С. 26–34.

References

1. Levchenko I.V., Sadykova A.R. [System-Activity Approach to Teaching Artificial Intelligence in Primary School], *Vestnik RUDN. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya* [RUDN University Bulletin. Series: Informatization of Education], 2021, vol. 18, no. 2, pp. 162-171. (In Russ., abstract in Eng.).
2. Rozov K.V. [Formation of Professional Readiness of Future Computer Science Teachers to Use Artificial Intelligence Technologies], *Informatika i obrazovanie* [Computer Science and Education], 2022, vol. 37, no. 2, pp. 50-63. doi: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-50-63 (In Russ., abstract in Eng.).

3. Minakov A.I. [The Structure of a Teacher's Competence in the Field of Artificial Intelligence for Solving Educational Problems], *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [The World of Science, Culture, and Education], 2024, no. 4(107), pp. 321-324. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Tsarapkina Yu.M., Anisimova A.V., Antonova V.A., Morozova V.N., Mironov A.G. [The Use of Artificial Intelligence in Professional Pedagogical Activity as a Basis for Teacher Self-Development], *Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya* [The World of Science, Culture, and Education], 2024, vol. 12, no. 3, available at: <https://mir-nauki.com/PDF/48PDMN324.pdf> (In Russ., abstract in Eng.)
5. Volkov A.S. [Digitalization of the educational process: new approaches and models of technology implementation in the work of teachers], *Vestnik nauki* [Science Herald], 2025, no. 5(86), pp. 781-794. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Sysoev P.V. [The Modern Teacher's Competence in Artificial Intelligence: Structure and Content], *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia], 2025, vol. 34, no. 6, pp. 58-79. doi: 10.31992/0869-3617-2025-34-6-58-79 (In Russ., abstract in Eng.)
7. Shirokolobova A.G. [Artificial Intelligence as a Tool for Optimizing the Work of a University Teacher]. *Pedagogika. Voprosy teorii i praktiki* [Pedagogy. Questions of Theory and Practice], 2024, vol. 9, no 2, pp. 138-145, doi: 10.30853/ped20240018. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Sharikov A.V., Dzhura A.P., Magera T.S., Onegov D.V., Khasavov A.D. [The Use of Generative Models in Higher Humanities Education: The Experience of the HSE Institute of Media], *Kommunikacii. Media. Dizajn* [Communications. Media. Design], 2025, vol. 10, no 1, pp. 5-37, doi: 10.17323/cmd.2025.26728 (In Russ., abstract in Eng.)
9. Rezaev A.V., Tregubova N.D. [ChatGPT and Artificial Intelligence in Universities: What Future Awaits Us?], *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia], 2023, vol. 32, no. 6, pp. 19-37, doi: 10.31992/0869-3617-2023-32-6-19-37 (In Russ., abstract in Eng.)
10. Tashkuzieva S.A., Abdukadirova N.A. [The Impact of Artificial Intelligence on the Education System], *Obrazovanie, nauka i innovacionnye idei v mire* [Education, Science and Innovative Ideas in the World], 2025, no. 66(1), pp. 26-34. (In Russ., abstract in Eng.)

Interdisciplinary Approach to Teaching the Discipline “Artificial Intelligence Systems” for Humanities Students: Integration of Storytelling, Experimentation, and Professional Context

© O. V. Nazarova¹✉

¹ *Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation*

✉ galago76@mail.ru

Keywords: affective computing; generative adversarial networks; artificial intelligence; machine learning; interdisciplinarity; pedagogical design; storytelling; digital humanities; AI ethics.

Abstract: An interdisciplinary approach to designing and implementing the "Artificial Intelligence Systems" course for students in philology and pedagogical education programs is presented. The methodology is based on integrating narrative practices (storytelling), emphasizing philosophical and ethical aspects of artificial intelligence (AI), and adapting content to students' professional profiles. Specialized laboratory works aimed at developing applied competencies in natural language processing and AI applications in education are provided. An experimental comparative analysis of the emotional impact of original artworks and their neural network replicas is described, with results confirming the approach's effectiveness in fostering critical thinking, digital literacy, and a balanced view of AI's capabilities and limitations in the humanities sphere.

Сведения об авторах

Назарова Ольга Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информационных образовательных технологий, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-6271-7272; e-mail: galago76@mail.ru

About the author

Olga V. Nazarova– Cand. Sc. (Pedagogy), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Educational Technologies, Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation; ORCID 0000-0002-6271-7272; e-mail: galago76@mail.ru



© Назарова О.В., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ДЛЯ ЗАМЕТОК