НОВАЯ НАУКА
Международный центр
научного партнерства

NEW SCIENCE
International Center
for Scientific Partnership

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Монография

Том 1

г. Петрозаводск
Российская Федерация
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»
2026

УДК 001.12
ББК 70
С56

Рецензенты:

Чистякова О.В., доктор экономических наук
ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет»
Героева Л.М., доктор педагогических наук
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный институт культуры»
Жуманиязов М.Ж., доктор технических наук
Ургенчский государственный университет

Коллектив авторов:

Азаров А.С., Азарова О.В., Атаев З.В., Афанасьев А.М., Батищев М.Р., Брага И.В., Бурик Н.А., Вандина О.Г., Гусева Т.А., Дашут Е.С., Джафарова С.Ф., Еньшина Е.В., Захаров А.И., Зеленина О.В., Игумнов О.А., Исаенко А.В., Исаенко В.Д., Исаенко П.В., Истратий А.Ю., Какушкин Ю.А., Кан Е.В., Козлова Е.Г., Кубрак И.А., Мясищев Р.Ю., Платунина Г.П., Пынько Л.Е., Раскильдина Г.З., Самакаева М.Д., Сергеев Ю.Д., Сергеева А.Ю., Сибгатуллин К.Э., Соков С.А., Сохолтуева П.Ю., Харитонова Е.Г., Чекан А.А., Шеварев К.С., Шолотонова Е.С.

С56 Современные научные исследования: теоретические и прикладные проблемы : монография / А. С. Азаров, О. В. Азарова, З. В. Атаев [и др.]. — В 2-х томах. Том 1. — Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2026. – 411 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-00215-478-4
ISBN 978-5-00215-479-1 (Том 1)
DOI 10.46916/08092026-1-978-5-00215-479-1

В монографии рассматривается круг актуальных вопросов, стоящих перед современными исследователями в обозначенных областях, предлагается новое видение ряда концептов. Издание может быть полезно научным работникам, специалистам-практикам, преподавателям всех уровней образования, интересующимся проблемами развития современной науки.

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

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

ISBN 978-5-00215-478-4
ISBN 978-5-00215-479-1 (Том 1)

УДК 001.12
ББК 70

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ I. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВЫХ И СОЦИАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ 6

Глава 1. СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ РОССИЙСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В КОНТЕКСТЕ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СОЦИАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ..... 6
Игумнов Олег Александрович

Глава 2. ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА В РФ 35
Вандина Ольга Георгиевна, Самакаева Марина Дмитриевна, Платунина Галина Петровна

Глава 3. ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРАВОВЫХ ПРОБЕЛОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В РОССИИ 61
Пынько Люсьена Евгеньевна

Глава 4. СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА ГОСКОРПОРАЦИЙ В СИСТЕМЕ KPI: ОТ ФРАГМЕНТАЦИИ К УНИФИКАЦИИ ЧЕРЕЗ ESG-ПОДХОД 86
Еньшина Евгения Викторовна, Харитонова Елена Геннадьевна

Глава 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ 103
Батищев Максим Романович, Истратий Анна Юрьевна, Козлова Елена Геннадьевна, Чекан Анна Алексеевна

Глава 6. ОТРАСЛЕВОЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОЦЕНКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КАДРОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЯХ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ РЫНКА И ГОСЗАКАЗОВ 129
Брага Ирина Викторовна, Кубрак Ирина Анатольевна, Гусева Татьяна Андреевна, Шолотонова Екатерина Сергеевна

Глава 7. ФОРМИРОВАНИЕ И ПРОДВИЖЕНИЕ БРЕНДА СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ГОСПОДДЕРЖКИ НА ПРИМЕРЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ..... 155
Кан Елена Викторовна, Джафарова Севда Фадаил кызы, Сохолтуева Полина Юрьевна

Глава 8. МЕТОДОЛОГИЯ ПРОМПТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АУДИТЕ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ..... 175
Шеварев Кирилл Сергеевич

РАЗДЕЛ II. ДИССЕМИНАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОПЫТА..... 199

Глава 9. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЛНЫ В ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ С ПОВЕРХНОСТНЫМ СЛОЕМ..... 199
Афанасьев Анатолий Михайлович

Глава 10. СОПОСТАВЛЕНИЕ ВЕКТОРНОГО ПОДХОДА НЬЮТОНА, ПРИНЦИПА НАИМЕНЬШЕГО ПРИНУЖДЕНИЯ ГАУССА И ПРИНЦИПА НАИМЕНЬШЕЙ КРИВИЗНЫ ГЕРЦА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАСЧЁТУ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.... 219
Сибгатуллин Камиль Эмерович

Глава 11. АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗНАШИВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ 242
Исаенко Виктор Дмитриевич, Исаенко Павел Викторович, Исаенко Алексей Викторович, Захаров Андрей Иванович, Какушкин Юрий Александрович

Глава 12. ПЕРЕДОВЫЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ПРИСАДОК ШИРОКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ИНТЕРВАЛА 259
Соков Сергей Александрович, Раскильдина Гульнара Зинуровна

Глава 13. ЛОКАЛИЗАЦИЯ СКРЫТЫХ ПОТЕРЬ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОМОЩИ РЕСУРСНО-ПОТОКОВОЙ МОДЕЛИ (РПМ+) 276
Дашут Евгений Савельевич

Глава 14. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗДАНИЙ: МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПРОЧНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕГЛАМЕНТЫ КОНТРОЛЯ..... 303
Сергеев Юрий Дмитриевич, Сергеева Алла Юрьевна, Мясищев Руслан Юрьевич

Глава 15. РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДОНБАССА В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ..... 326
Бурик Наталья Александровна

Глава 16. ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ БАССЕЙНОВ ГОРНЫХ РЕК ПРИКАСПИЙСКОГО СЕКТОРА КАВКАЗА: ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ 344
Атаев Загир Вагитович

Глава 17. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ ВДОЛЬ РЕКИ АТКАРА АТКАРСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ..... 377
Азарова Олеся Валентиновна, Азаров Александр Сергеевич

Глава 18. ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ В ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ..... 394
Зеленина Ольга Владимировна

РАЗДЕЛ I. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВЫХ И СОЦИАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ

Глава 1.
СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ РОССИЙСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В КОНТЕКСТЕ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И СОЦИАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Игумнов Олег Александрович
д.соц.н., профессор
ФГБОУ ВО «Московский педагогический
государственный университет»

Аннотация: Актуальность темы статьи определяется развитием миграционных процессов в РФ, значимо влияющих на состояние российского социума и формирование социального капитала российских организаций. Значимость проблемы миграции актуализирована недостаточной степенью исследования взаимосвязи социального капитала и миграции как управленческой проблемы в условиях формирования многонациональных коллективов, что обусловливает проблему их развития и управления ими как социально целостными структурами. По результатам исследования автором сделан вывод об обратно пропорциональной взаимосвязи миграции и социального капитала, что проявляется в процессах «размывания» социального капитала и его преимущественному развитию на индивидуальном уровне как «миграционного» капитала. В качестве одного из путей решения проблемы предлагается изменение подходов к реализации миграционной политики, в частности привлечение в качестве трудовых мигрантов субъектов, готовых к интеграции в принимающий социум, что

представляет собой решающий фактор при решении вопроса о переезде в РФ. Реализация предлагаемых мер будет способствовать решению проблемы перевода управления «смешанными» коллективами из позиции администрирования в позицию реального управления, направленного на формирование и поддержание социального капитала в российских организациях.

Ключевые слова: социальный капитал; социальный ресурс; экономическое; социальное; реляционный компонент социального капитала; когнитивный компонент социального капитала; корпоративная культура; социальное пространство; социальная среда; доверие; миграция; миграционная политика.

RUSSIAN ORGANIZATIONS SOCIAL CAPITAL IN THE MIGRATION PROCESSES CONTEXT AND SOCIAL SECURITY: MANAGEMENT ISSUES

Igumnov Oleg Aleksandrovich

Abstract: The article topic relevance is determined by the migration processes in the Russian Federation development which significantly affect the state of Russian society and the Russian organizations social capital formation. The migration problem importance is actualized by the insufficient degree of research on the relationship between social capital and migration as a management problem in the multinational collectives formation context, which causes the problem of their development and management as socially integral structures. Based on the results of the study, the author concluded that there is an inversely proportional relationship between migration and social capital which is manifested in the social capital «delution» processes and its preferential development at the individual level as a «migration» capital. As one of the ways to solve the problem it is proposed to change approaches to the migration policy implementation, in particular, the involvement of subjects

ready to adapt to the host society as labor migrants which is a decisive factor in deciding whether to move to the Russian Federation. The implementation of the proposed measures will contribute to solving the problem of transferring the «mixed» teams management from the position of administration to the real management position aimed at the formation and maintenance Russian organizations social capital.

Key words: social capital; social resource; economic; social; social capital relational component; social capital cognitive component; corporate culture; social space; social environment; trust; migration; migration policy.

Введение

Глава посвящена проблеме, отражающей сложность взаимосвязи миграции и социального капитала, актуальной в условиях действующей в РФ миграционной политики. Проблема приобретает дополнительную актуальность в связи с процессами «размывания» социального капитала российских организаций за счёт формирования «миграционного» капитала. Указанный процесс требует осмысления в контексте миграционных процессов для понимания механизмов возможной интеграции мигрантов в российский социум. Данная проблема требует решения в связи с необходимостью купирования социальной напряжённости, вызванной реалиями миграционных процессов.

Недостаточность научных исследований по данной проблеме требует дополнительного осмысления взаимосвязи миграции и социального капитала, прежде всего, на мезоуровне (в организациях), в условиях смешанных коллективов, что представляется не частной задачей, а задачей социального масштаба. Дополнительную важность решение указанной задачи приобретает в контексте национальной безопасности РФ.

Социальный капитал в контексте миграционных процессов

Основоположники теории социального капитала рассматривали социальный капитал как некую данность, существование которой

обусловлено существованием устойчивой сети более или менее институционализированных отношений взаимного знакомства и признания (членством в группе) [3, с. 66]. Объём социального капитала находится в прямо пропорциональной зависимости от размера социальных связей индивида, которые он может мобилизовать, и от объёма совокупностей видов капитала (экономический, культурный, символический) самого актора [3].

Социальный капитал основан на качественно особом типе отношений между людьми, при дисфункции которых люди могут нести определённые потери. Уменьшению социального капитала и снижению его позитивных эффектов способствуют самодостаточность и независимость индивидов [9, с. 123].

Центральная идея концепции социального капитала, сформулированная Р. Патнэмом, заключается в ценности взаимосвязи социальных сетей и норм [28]. Согласно подходу Р. Патнэма, существуют две формы социального капитала: «сплачивающий» (*bonding*) – в группах с развитыми социальными связями и отношениями обмена, и «соединяющий» (*bridging*), посредством которого устанавливаются связи с членами разных социальных групп и расширяется сфера взаимного обмена [28].

Указанные положения, по нашему мнению, сохраняют свою актуальность в контексте исследования социальных проблем, обусловленных миграционными процессами. Так, изучая социальный капитал современного европейского мигранта, зарубежные исследователи заявляют о двойственности взаимного влияния накопленного капитала и миграции. В частности, отмечается, что к миграционным практикам склонны люди с более высоким человеческим капиталом [16; 20] и уровнем образования, однако обратное воздействие на мобильность оказывают социальные связи: чем они сильнее, тем ниже миграционные установки [18].

Согласно противоположной точке зрения, в странах Европы люди

с большим объёмом социального капитала менее мобильны, что объясняется защитой, обеспечиваемой их занятостью [17]. При этом миграция оказывает отрицательное воздействие на социальный капитал регионов с высоким миграционным оттоком, в которых ослабевают социальные связи, снижается уровень доверия населения и регистрируется уменьшение численности общественных ассоциаций [32]. Полагаем, что проявление указанной закономерности требует дополнительного исследования на материалах российских организаций и местных сообществ, результаты которого позволили бы определить управленческие решения для купирования возможных негативных последствий миграционных процессов в данном аспекте.

Таким образом, зарубежные исследователи рассматривают социальный капитал как некий ресурс, которым может воспользоваться индивид через систему социальных взаимоотношений и связей, основанных, прежде всего, на доверии.

Отечественные исследователи обратили своё внимание на изучение социального капитала лишь в начале 2000-х гг. Одними из первых российских социологов, которые изучали социальный капитал как фактор неравенства, формирующийся в зависимости от качества социальных связей, были В.В. Радаев, Н.Е. Тихонова, Л.И. Дискин, П.Н. Шихирев, В.А. Ядов [12; 15].

Значимое влияние социального капитала на экономическое развитие регионов отмечено в работах В.Д. Афанасьева, отмечающего, что отсутствие социального капитала – это основное препятствие на пути экономического развития, при этом все исследования носят эпизодический и фрагментарный характер, нет чёткой концепции и методологии его изучения [1, с. 102, 105].

Как отмечает М.К. Горшков, высокий уровень социально-экономических и иных видов неравенств, существующих в России, подрывает социальный капитал российского общества, формирует устойчивую «культуру неравенства», которая характеризуется

повышенными показателями агрессивности и низкой сплочённости [5, с. 706].

В качестве методологического инструмента анализа социального неравенства социальный капитал изучает А.Н. Красилова, которая обосновала вывод о взаимозависимости социального капитала с традиционными показателями социального неравенства [10, с. 165].

Чем выше уровень социального капитала индивида, тем большими экономическими и социальными благами он обладает. Ряд исследователей изучали влияние социального капитала различных групп на их экономическое положение и адаптацию в условиях экономического кризиса [4; 8; 11; 13].

При этом наш анализ показал, что в России отмечен дефицит научных публикаций по результатам исследования взаимосвязи социального капитала и миграционных процессов. Имеющиеся публикации посвящены преимущественно социальному капиталу макро- или наноуровней, что, по нашему мнению, не позволяет сформировать теоретически обоснованное представление о проблемах управления социальным капиталом на мезоуровне, то есть в организациях, в которых преимущественно проходит социальная жизнь мигрантов.

Указанный аспект обладает, как нам представляется, высокой актуальностью в контексте миграционных процессов в Российской Федерации, которые, по нашему мнению, в условиях действующей миграционной политики, обладают неоднозначностью в оценке, а в отдельных случаях могут рассматриваться и как угрожающие как национальной, так и социальной безопасности российского общества.

Прежде всего, речь идёт о проблеме «размывания» социального капитала российских организаций, все в большей степени подверженных влиянию миграционных потоков в силу включённости мигрантов в социальное взаимодействие с носителями российской идентичности. В сочетании с нежеланием части мигрантов интегрироваться в социальный контекст посредством признания российских традиций,

норм и правил, регулирующих социальные взаимодействия, проблема миграции, помимо решения экономических проблем (что в нашем понимании вряд ли можно признать оптимальным решением), параллельно создаёт условия для формирования проблемы иного свойства.

Данная проблема связана как раз с «размыванием» формирующегося (или уже сложившегося) социального капитала организаций, который мы рассматриваем как социальную целостность, которой обладает организация, а не как совокупность индивидуальных социальных капиталов членов, её образующих.

Проблема «размывания» социального капитала: взаимосвязь с миграцией

В публикациях по проблемам социального капитала широко представлена точка зрения о том, что высокий уровень социального капитала в обществе можно рассматривать как общественное благо, которое создаёт положительные внешние эффекты для членов сообщества. Так, позитивные эффекты социального капитала способствуют получению выгод, например, за счёт более высокого уровня доверия (что обусловливает снижение транзакционных издержек), более обширных социальных сетей (повышение эффективности функционирования рынка труда), повышения уровня активности гражданского участия (что приводит к развитию представительных форм управления), повышения производительности труда и более активного участия в деятельности общественных организаций (что укрепляет репутацию).

С учётом указанных обстоятельств можно предполагать, что высокий уровень миграции, нарушающий статус-кво социального капитала, может привести к снижению уровня социального капитала как на макро-, так на мезоуровне. Как отмечает М. Шифф, «очевидно, что терпимость стран к перемещению товаров и услуг (т.е. к либерализации торговли) и даже предпочтение, отдаваемое им, по сравнению с их

терпимостью к перемещению людей (т.е. к иммиграции) могут быть обусловлены той ролью, которую миграция играет в «размывании» социального капитала, обычаев и культуры страны пребывания (реципиента)» [31].

Проблема «размывания» социального капитала обусловлена и другим фактором, связанным со слабо контролируемым перемещением мигрантов в РФ, в частности, с чрезмерным перетоком рабочей силы из бывших стран СНГ, испытывающих затруднения в создании благоприятных условий для успешного социально-экономического развития собственных наций. Так, по данным доклада Росстата «Социально-экономическое положение России», по итогам 2024 года миграционный прирост в РФ составил 568,5 тыс. человек (4,081 млн прибывших минус 3,513 млн выбывших). По сравнению с 2023 годом прирост увеличился в 2,8 раза: тогда превышение прибывших над выбывшими составило 203,6 тыс. человек [37].

Число иностранных граждан и лиц без гражданства, осуществляющих трудовую деятельность на территории Российской Федерации по трудовому или гражданско-правовому договору на 1 января 2026 года, составило почти 3 млн чел. (+7,6%, АППГ (аналогичный период прошлого года) – 2,8 млн чел.) [33].

Страны происхождения мигрантов, обеспечивших максимальный приток мигрантов, отражены на рисунке 1.

В данном случае, как мы полагаем, проявляется действие закона взаимного перехода количественных изменений в качественные в его негативной коннотации, когда в страну прибывают преимущественно малообразованные, с недостаточной профессиональной подготовкой мигранты, пытаясь заполнить вакансии, а на самом деле заполняют лакуны, образовавшиеся в силу недостаточно квалифицированного управления социально-экономическими процессами, сопровождающими миграцию. При этом ламентации отдельных чиновников по поводу острой нехватки квалифицированных кадров из числа россиян в связи

с демографическим «провалом», а также их нежелание работать на предлагаемых зарплатных условиях представляются нам своеобразным проявлением управленческого непрофессионализма, поскольку в данном случае причина подменяется результатом.

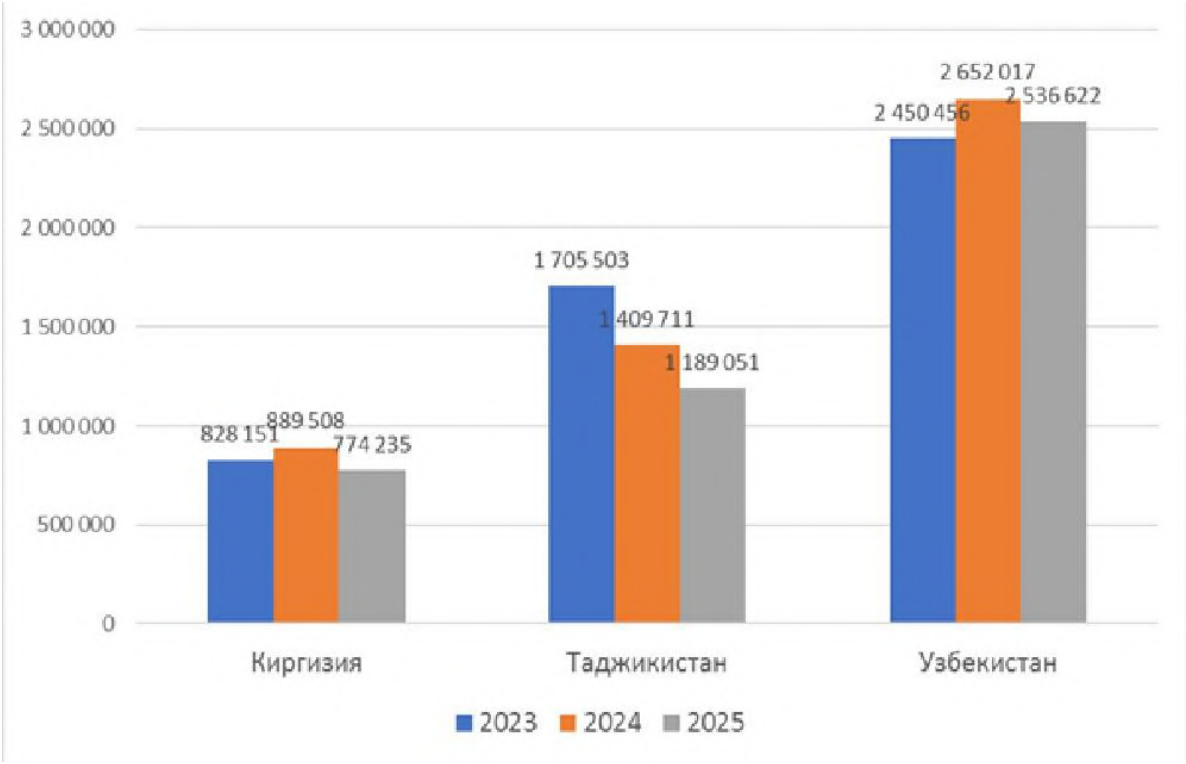


Рис. 1. Число фактов въезда в Россию из стран Средней Азии (за январь-сентябрь соответствующего года, по данным Погранслужбы ФСБ РФ) [36]

Очевидно, что размер заработной платы для мигрантов является решающим фактором, перевешивающим условия проживания и ограничения различного рода, поскольку зарплатные предложения в РФ кратно превышают зарплатные предложения в странах исхода. Отметим, что проблема оплаты труда в контексте проблематики данной работы рассматривается в более широком – социолого-управленческом смысле, поскольку в трудовых коллективах постоянно присутствует проблема

субъективно воспринимаемой справедливости оплаты труда как основы стабильности социального взаимодействия и его результативности.

Кроме того, данное обстоятельство составляет основу повышения уровня взаимного доверия в коллективах, выступающего основным фактором формирования реляционного и когнитивного компонентов (разделяемых ценностей и целей, а также единого культурного (смыслового) пространства) социального капитала. Недостаточное внимание к указанному обстоятельству, по нашему мнению, затрудняет формирование организационной среды как пространства проявления организационной идентичности и основ корпоративной культуры. По сути, работников в подобных коллективах связывает только общее рабочее пространство, не подкреплённое пространством ценностно-смысловым. С учётом указанных обстоятельств возрастает роль менеджмента организаций, который должен быть нацелен на открытость в вопросах справедливости оплаты труда с учётом только его результативности и качества, представляющими основные организационные ценности.

Проблема формирования и поддержания социального капитала в условиях миграции: управленческие аспекты

В совокупности с отсутствием у мигрантов желания и готовности считаться с национальными и культурными традициями российской части коллектива экономическая проблема оплаты труда приобретает глубокий социальный характер, создавая источник постоянной социальной напряжённости и усиливая как структурную, так и личностную замкнутость в коллективе, обусловливающий низкий уровень социальной солидарности, а также формализм в следовании организационным ценностям и правилам. Данный вывод основан на результатах исследования автора статьи по проблеме формирования социального капитала российских организаций, в рамках которого было определено, что в процессе формирования социального капитала

в российских организациях проявляются особенные характеристики, негативно определяющие ход указанного процесса.

Указанные выше характеристики коррелируют с данными, полученными в ходе эмпирического исследования, при этом, как нам представляется, они усилены национально-культурным компонентом. Очевидно, что преодоление описанных негативных последствий представляет своеобразный вызов для менеджмента организаций со смешанными трудовыми коллективами.

С учётом фактора формирования преимущественно мононациональных коллективов мигрантов (в силу целенаправленного набора для выполнения конкретного объёма работ) острота указанной выше проблемы, вероятно, частично снизится, прежде всего, в части организационной идентичности (поскольку в данном случае отсутствует жёсткое требование следовать ценностям и правилам организации, отражающим особенности национальной деловой культуры).

Вместе с тем, это, с одной стороны, приведёт к формированию замкнутого структурного подразделения в рамках организации, что не способствует расширению процессов интеграции в социокультурную среду.

С другой стороны, в подобной ситуации снижается уровень сложности и содержательности процесса управления: оно приобретает характер администрирования, предполагающего инструктирование и контроль исполнения, что относительно упрощает процесс, но при этом не предполагает формирование трудового коллектива как целостности, основанной на пространстве смыслов, едином организационном тезаурусе и социальном партнёрстве.

С позиций социологии управления подобное администрирование представляет собой чисто формальный процесс, без глубокого осмысления более сложных латентных процессов в коллективе, что не предполагает постановки и решения проблемы формирования социального капитала организации. Более того, данная ситуация будет

способствовать укреплению индивидуального социального капитала работников-мигрантов, причём в различной степени, которая будет определяться наличием и степенью развитости социальных связей и сетей в диаспоре. Отметим, что администрирование не создаёт условий для складывания интерсубъективности в коллективе, то есть не формирует общность субъектов управления как совокупности индивидов, обладающих общностью установок и воззрений и обобщённым опытом представления о социальном пространстве и месте каждого субъекта в нём.

С учётом сложившихся у каждого мигранта различий в данном аспекте, можно предполагать как неравномерность формирования социального капитала, так и проблематичность формирования социального капитала коллектива организации, который мы понимаем как целостный организационный феномен, не представляющий сумму индивидуальных капиталов её работников.

Объяснение глубинных причин отсутствия потребности и мотивации мигрантов к интеграции в организационные процессы содержится в публикациях ряда исследователей. Так, в частности, с точки зрения социального фактора, определяющего направления миграции, можно, вероятно, согласиться с позицией исследователей, утверждающих, что люди, как правило, с меньшей вероятностью мигрируют в общества с более низким уровнем социального капитала, чем их собственный уровень, и опасаясь его «размывания» [23]. Отметим, что при этом люди с меньшей вероятностью будут инвестировать в развитие социального капитала сообщества, в котором они не намерены функционировать долговременно. Указанный вывод во многом, по нашему мнению, отражает сложившуюся в РФ ситуацию.

Характерно, что исследование Э. Глезер и Ч. Редлик по данной проблеме позволило им обосновать вывод о том, что сообщества с высоким уровнем мигрантов также будут меньше инвестировать в развитие социального капитала как на макро-, так и на мезоуровнях.

Иными словами, принимающее сообщество также не ориентировано на развитие социального взаимодействия с мигрантами, понимая временный характер их пребывания [21]. При этом в публикациях по данной проблеме отмечается, что указанный негативный эффект проявляется именно в условиях преобладания внешней миграции [25], что также отражает специфику современной ситуации в РФ.

Кроме того, в работах Р. Патнэма отмечается, что «мобильность, как и частая пересадка растений, приводит к разрушению корневой системы, и человеку, лишённому корней, требуется время, чтобы пустить новые корни» [30, p. 669].

Аналогичную точку зрения высказывают и сторонники подхода П. Бурдье. В частности, М. Якуно утверждает, что «иммиграция приводит к ощущению “потери своего мира”, к смещению между ранее запечатлёнными когнитивными рамками и новыми условиями действия. Несовместимость приобретенных когнитивных рамок приводит, с одной стороны, к неясности собственного положения и трудностям в присвоении практикующим их значений и идентичности участников» [24, p. 29].

Указанная особенность обусловливает и значимую в плане социальной безопасности проблему, когда значительная масса мигрантов, в течение длительного времени проживающих в России, не готова (или не имеет желания) адаптироваться к традициям и нормам социума принимающей страны в той степени, которая обеспечила бы им комфортное пребывание, не вызывая обоснованного протеста граждан РФ.

Вместо проявления готовности к принятию местных традиций и элементов культуры мигранты пытаются навязывать гражданам РФ собственные представления о границах и нормах дозволенного в их понимании, не соответствующих (или прямо противоречащих) традициям и культуре, принятым в РФ. Подобные попытки логично вызывают логичное раздражение, непонимание и внутреннее несогласие,

формы проявления которого всё чаще приобретают не только вербальный характер, но и сопровождаются физическим насилием.

Заслуживают внимания и социологического осмысления результаты опроса, проведённого в июне 2025 года, в ходе которого большинство «опрошенных проявляет отрицательное отношение к трудовым мигрантам: 45,7% выражают резкое неприятие, считая, что мигранты создают угрозу для общества, а 31% настроены скорее отрицательно, указывая на несоблюдение мигрантами местных норм и традиций. Вместе эти две группы составляют значительное большинство – 76,7%, что отражает высокий уровень негативного восприятия трудовых мигрантов среди респондентов. Как итог, данные указывают на негативное отношение к трудовым мигрантам, что требует внимания к вопросам интеграции и социального диалога для снижения напряжённости в обществе. Большинство респондентов (77,8%) поддерживают ужесточение въезда и усиление контроля в миграционной политике, что отражает настроения на усиление безопасности и регулирование миграционных потоков. Эта позиция явно преобладает среди опрошенных и свидетельствует о высоком уровне обеспокоенности по поводу текущей миграционной ситуации» [35].

При этом, по данным исследования, проведённого ВЦИОМ в июле 2024 года, «высокие показатели доброжелательности отмечены и по вопросу отношения к иммигрантам: восемь из десяти (81%) опрошенных не испытывают неприязни к людям, приехавшим из других стран» [34].

Полагаем, что приведённые данные отражают одну из базовых черт национального менталитета россиян – отсутствие массовой ксенофобии, в основе которой «всеотзывчивость» и «всечеловечность» (Ф.М. Достоевский), даже в условиях, когда миграционная политика проявляется, по сути, как процесс замещения коренного населения РФ. Заметим, что терпимость в данном аспекте не представляет собой неисчерпаемый социальный ресурс и при отсутствии взвешенных

политических решений данный ресурс может быстро трансформироваться в разряд дефицитных.

Время подобных решений пришло, что демонстрируют события первой половины 2026 года, характеризующих серьёзный поворот в реализации миграционной политики в РФ. Имплементация принятых решений будет способствовать изменению правил игры на «миграционном поле», которые становятся более жёсткими по отношению к мигрантам, но и более справедливыми по отношению к россиянам.

Неизбежность (до определённого состояния) внешней миграции компенсируется для граждан РФ рядом ограничительных мер для тех, кто планирует приехать в РФ в статусе трудового мигранта. В частности, положительно можно оценить решения: а) о невозможности пребывания в РФ лиц, имеющих судимость по любым основаниям, б) об обязательном характере требования к каждому трудовому мигранту содержать свою семью на уровне прожиточного минимума региона пребывания на каждого члена семьи, в) ограничение права на использование социальных льгот до достижения определённого срока проживания на территории РФ.

Социальный капитал и миграция с позиций взаимосвязи социального и экономического в социальном пространстве

Предполагаем возможную реакцию наших оппонентов, которые будут утверждать, что данные и другие меры – это «дискриминация по национальному признаку», «узаконенная ксенофобия». В нашем представлении указанные меры восстанавливают социальную справедливость и равенство статусов, при котором граждане РФ будут ощущать себя более уверенно в собственной стране, а мигрантам придётся вполне осознанно адаптироваться и интегрироваться (до известной степени) в принимающее российское сообщество, поскольку это становится одним из условий пребывания в РФ.

Вместе с тем отметим, что пока существует объективная экономическая потребность в труде мигрантов, а также неравномерность социальной активности представителей различных этносов, любые нормативные акты будут исполняться с известной долей допущения.

Нам представляются не вполне состоятельными утверждения отдельных исследователей, в частности Р. Флориды, о том, что нежелание (или невозможность) мигрантов адаптироваться к условиям принимающего сообщества обусловлено тем, что они «упорно трудятся, чтобы установить свои границы жизни в новой стране, а это означает, что у них гораздо меньше времени для участия в общественной деятельности в принимающей стране» [19, p. 280].

Отметим, что данную «сложность» следует дополнить недостаточным уровнем владения языком принимающей страны и существенными культурными различиями, для преодоления которых необходимы, как минимум, два условия: 1) мотивация и желание мигрантов и 2) создание условий со стороны принимающей страны. Второе условие, в целом, выполняется, а вот с первым условием сложнее: ни мотивации, ни желания, что объясняется, как мы полагаем, временным характером пребывания и отсутствием понимания смысла в изучении языка и традиций принимающего сообщества. Отметим, что важно не только владение языком для элементарных коммуникаций, но и понимание цели использования языка в принимающем сообществе.

В своём понимании проблемы социального капитала и миграции мы опираемся на подход П. Бурдье, представляющий социальное пространство как совокупность скрытых структур различных социальных сред, которые составляют социальный универсум, а также механизмов, служащих его воспроизводству и изменению. Особенность данного универсума заключается в том, что «оформляющие его структуры “ведут двойную жизнь”. Они существуют в двух ипостасях: во-первых, как “реальность первого порядка”, данная через *распределение материальных ресурсов* и средств присвоения

престижных в социальном плане благ и ценностей (“виды капитала” по Бурдье); во-вторых, как “реальность второго порядка”, существующая в представлениях, в схемах мышления и поведения, то есть как *символическая матрица* практической деятельности, поведения, мышления, эмоциональных оценок и суждений социальных агентов» [2, с. 14].

В подходе П. Бурдье, основанном на теории социального пространства, под сомнение ставится вера в то, что «пространственное сближение или более точно сожительство сильно удаленных в социальном пространстве агентов может само по себе иметь результатом социальное сближение, или, если угодно, – распад: в самом деле, ничто так не далеко друг от друга и так не невыносимо, как социально далекие друг другу люди, которые оказались рядом в физическом пространстве» [2, с. 47].

Данный вывод обосновывает внутреннюю противоречивость миграционных процессов, обусловливающую их неизбежную конфликтность. Единственным фактором, способным нивелировать глубину социального конфликта, в контексте подхода П. Бурдье, является «обладание определённым культурным капиталом – истинной платой за вход, которая может воспрепятствовать реальному присвоению благ, называемых общественными, или самому желанию их присвоить» [2, с. 48].

Иными словами, подход П. Бурдье ориентирует на изменение принципов оформления разрешения на миграцию, которое следует выдавать не только (и не столько) по результатам потребности в рабочей силе, не по результатам этнического анализа, а по результатам процедуры анализа уровня культуры, знаний и навыков, а также уровня конформности, понимаемой как готовность принимать и выполнять требования принимающего сообщества. Очевидно, что подобная процедура актуализирует разработку и апробацию релевантного проблеме социологического инструментария.

При этом экономическая компонента также сохраняет своё значение, но утрачивает первенство в рейтинге факторов внешней миграции. По сути, место в принимающем сообществе в идеале следует либо заслужить знаниями, умениями и способностью к социальной адаптации, либо приобрести. При этом «заслужить» для мигрантов более реально, нежели приобрести, поскольку формирование социальных связей объективно проще, в то время как их экономические возможности крайне ограничены.

Отметим, что в данном аспекте проявляется важная в теоретическом плане проблема соотношения социального и экономического в управлении, которая в современных исследованиях переводится в плоскость социального, становящегося приоритетным, ведущим компонентом дихотомии. Интерес к мигрантам как носителям определённых трудовых навыков и фактору решения экономических проблем целесообразно дополнять анализом социальных последствий их перемещения в РФ, что само по себе выступает обстоятельством снижения социального напряжения как в обществе, так и в полиэтнических организациях.

Именно в данной ситуации и возникает потребность в формировании социального капитала, о которой П. Бурдье пишет: «Помимо экономического и культурного капитала, некоторые пространства, в частности, наиболее замкнутые, наиболее “избранные”, требуют также и социального капитала. Они могут обеспечить себе социальный и символический капиталы лишь с помощью “эффекта клуба”, который вытекает из устойчивого объединения в недрах одного и того же пространства <…> людей и вещей, похожих друг на друга тем, что их отличает от огромного множества других, что у них есть общего, не являющегося общим» [2, с. 48–49].

Научный парадокс приведённого выше утверждения Р. Флорида и аналогичных ему сентенций заключается в том, что взаимодействовать с представителями местного сообщества для повышения уровня доверия

и формирования совместных сетей у мигрантов возможности и времени нет. При этом они активно используют социальный капитал диаспоры в качестве социального актива, формирующегося в замкнутом (закрытом), но внутренне сильном в этническом и социальном смыслах сообществе. Социальный капитал в данном случае формируется параллельно, поскольку он не основан на доверии, сопровождающем отношения, составляющие базу для его формирования.

Параллельность данных процессов не позволяет обеспечить функцию социального капитала в виде «социального клея», обеспечивающего, помимо прочего, различные виды поддержки членам сообщества [29, p. 23], что, в свою очередь, не способствует результативному процессу интеграции различных групп. Указанным обстоятельством, по нашему мнению, объясняется факт отсутствия (либо нерезультативного формирования) социального капитала в трудовых коллективах, в которые включены мигранты.

Очевидно, что для менеджмента организаций подобного типа, формирование их социального капитала представляет сложную управленческую задачу, преодоление которого с управленческой точки зрения вполне возможно при условии целенаправленной, систематической работы по формированию социального капитала. В данном случае руководителям организаций можно порекомендовать воспользоваться разработанной одним из авторов статьи циклической моделью управленческого механизма поэтапной интеграции социального капитала в систему управления российскими организациями [7], а также материалами исследования имитационных практик управления социальным капиталом организаций [6].

Указанный аспект демонстрирует проявление низкого уровня доверия во взаимодействии с мигрантами. Опираясь на подход П. Штомпки, уточним, что доверие предполагает две составляющих: убеждения и их практическое выражение (действие), обладая при этом активным характером. Сам П. Штомпка выделял три аспекта доверия:

а) как личностную черту отдельного человека, б) как культурное правило и в) как особенность социальных отношений. Им же предложено понятие «культура доверия», понимаемое как система правил, норм и ценностей, которые регулируют проявление доверия, соответствие ожиданий и обеспечивают его реципрокный характер. Наиболее важными условиями развития культуры доверия выступают нормативная сплочённость (нормативный порядок социальной жизни) и устойчивый социальный порядок (традиции, сохранение идентичности).

Новая социальная среда, в которую попадают мигранты, характеризуется совершенно иным набором ценностей, с которыми они должны считаться, что, в свою очередь, может привести к кризису идентичности или чувству отчуждения, обладающему аксионормативным характером.

И это состояние – своеобразная неизбежная «плата» за возможность пребывания в принимающем сообществе, а также за выбор между различными ценностями (например, между привязанностью к своей семье и обеспечением ей достойных условий жизни). Отсутствие чувства безопасности и предсказуемости, как в контексте необходимости адаптироваться к новым условиям жизни за границей, так и в контексте пребывания в новой социальной ситуации, также препятствует формированию культуры доверия.

Неготовность к подобному принятию приводит к ситуации, когда мигрант становится «чужаком» в принимающем сообществе и в то же время перестает быть «одним из своих» в сообществе происхождения. Очевидно, что в подобных условиях не формируется и такой важный социальный ресурс, как социальные сети, которые усиливали бы чувство стабильности, безопасности и социальной солидарности. В условиях организаций культура доверия рассматривается как одно из её внутренних преимуществ, которое в рамках концепции, предложенной одним из авторов статьи, выступает одним из значимых оснований

формирования социального капитала организации, являясь в то же время как катализатором сотрудничества, так и его следствием [29].

В случае с мигрантами наблюдается эффект «двойного отсутствия», проявляющийся в вытеснении субъекта из привычного («корневого») для него сообщества и незначительном вовлечении (ибо в его отсутствии) в жизнь принимающего сообщества. Поскольку доверие и сопровождающая его реципрокность являются результатом непосредственного взаимодействия между людьми, которые знают друг друга, в случае увеличения миграции данный процесс усложняется либо становится вовсе невозможным.

Эффект «двойного отсутствия», сопровождаемый объективной потребностью мигрантов встроиться в социальную реальность, обусловливает и эффект «двойной лояльности», проявляющийся в одновременной лояльности противоположным интересам, следствием чего является конфликт интересов. Опасность данного эффекта заключается в том, что при внешней ориентации на учёт ценностей и интересов принимающего сообщества, в латентной форме у мигрантов существует неприятие его традиций, правил и норм.

Подобное состояние «разрыва» нарративов опасно тем, что при определённых условиях, требующих персонального выбора, мигрант способен принять решение не в пользу лояльности принимающему сообществу. Вероятно, указанными эффектами можно объяснить рост миграционной преступности, проявлений ксенофобии, открытого протеста против традиций и норм принимающего сообщества, а также тяготение к анклавности, предоставляющей возможности не испытывать состояние «разрыва» (быть национально идентичным в ситуации «свой среди своих»). Указанные факторы закономерно вызывают усиление у коренных россиян чувства незащищённости в собственной стране и логичные вопросы о причинах, следствиях и методах решения проблемы.

Отметим, что, подобно социальному капиталу, доверие также может быть исключающим. Об этом писал в своё время и П. Штомпка,

отмечая, что внутренняя функциональность доверия (для партнёров и групп, к которым они непосредственно принадлежат) не совпадает с его внешней функциональностью [14, с. 327]. Однако при этом, по мнению П. Штомпки, доверие приобретает специфическую черту, концентрируясь главным образом на исключении и установление прочных границ между “нами” и “ними”, что в результате приводит к «сектантской солидарности» [14, с. 327; 26].

Особого внимания с точки зрения национальной и социальной безопасности требует анализ механизмов формирования социальных сетей мигрантов. Данные сети формируются теми мигрантами, которые, добившись определённых успехов в принимающей стране, начинают активно «импортировать» родственников и знакомых в освоенную ими социальную среду. В этом процессе доверие играет важную роль, формируя из цепочек доверия закрытые, эксклюзивные сети, трансформирующиеся в этнические гетто [14, с. 261]. Данный процесс обладает амбивалентным характером, проявляющимся, с одной стороны, в виде положительного эффекта (для мигрантов) пространственной мобильности, с другой стороны – как фактор «закрытости», исключения индивидов, не принадлежащих к определённой группе (немигрантов, лиц иного этнокультурного происхождения или выходцев из разных стран).

Иными словами, переезд в принимающую страну для мигрантов – фактор, увеличивающий как объём их индивидуального социального капитала (за счёт повышения уровня доверия между мигрантами и формирования соответствующих сетей), так и объём социального капитала всей диаспоры, которая обретает социальный капитал в качестве социального ресурса взаимодействия в сетях, используемого для решения различных проблем с органами власти и охраны правопорядка. В данном случае социальный капитал диаспор приобретает, скорее, негативный характер, поскольку не используется для созидания социальных отношений нового качества.

В исследованиях по данной проблеме предложен термин «миграционный социальный капитал», который понимается как «особый тип средств, помогающих достичь целей, связанных с миграцией», «простая возможность использовать ресурсы других людей, которая становится возможной благодаря родственным или дружеским связям с ними, поэтому этот тип капитала можно назвать потенциальным ресурсом (капиталом)» [22, p. 166]. Данный ресурс в случае с миграцией формируется в условиях «напряжённости, конфликтов и накладывающихся друг на друга давлений» [27, p. 237]. В частности, формирование и распределение данного ресурса происходит в условиях ограничений, представленных двумя аспектами: 1) необходимость сопряжения связи с согражданами в стране происхождения и социальной реальности в стране пребывания; 2) необходимость накопления социального капитала и поддержания контактов с другими мигрантами в принимающем сообществе.

Проблема усугубляется также тем обстоятельством, что мигранты воспринимаются с большой долей недоверия представителями принимающего сообщества связи с культурными различиями и опасениями потенциальной конкуренции на рынке труда. Очевидно, что при подобных обстоятельствах рассчитывать на формирование и укрепление доверия не приходится, а, следовательно, и формирование социального капитала приобретает проблематичный характер.

Проведённый нами анализ показывает, что взаимосвязь миграции с уровнем социального капитала на макроуровне: а) обратно пропорциональна в связи с многомерным характером взаимосвязи и б) характеризуется как причинно-следственная. Совокупность приведённых данных даёт основания для неутешительного вывода о том, что продолжение подобной практики миграции может привести к замещению определённой части коренного населения РФ.

Данные выводы не проявление миграционного алармизма, а

попытка глубокого понимания проблемы, поскольку непропорциональное замещение мигрантами коренного населения, обладающими иными социокультурными кодами, составляет угрозу существованию самого государства, его национальной и социальной безопасности.

Нам представляется необоснованным мнение одного из экспертов, утверждающего, что «Россия проигрывает конкуренцию с другими государствами за мигрантов и со временем будет довольствоваться менее квалифицированными специалистами» [38], поскольку ставка на мигрантов в качестве квалифицированных специалистов – это нерезультативный тренд, не способный привести к реальному развитию РФ как суверенного государства и обеспечить её экономический и технологический суверенитет.

Заключение

Развитие социального капитала на мезоуровне в условиях активной миграционной политики представляет нетривиальную управленческую задачу, решение которой имеет высокую значимость для РФ. Актуальность проблем взаимосвязи миграции и социального капитала обусловлена его «размыванием» в связи с низкой готовностью (или отсутствием таковой) у мигрантов интегрироваться в принимающем российском социуме. Решение указанной проблемы предлагается в контексте подхода П. Бурдье, представляющего указанные концепты в рамках социального пространства как взаимодействия различных социальных сред, формирующих символические матрицы практической деятельности. Данный подход, презюмируя внутреннюю противоречивость, ориентирует на изменение принципов миграционной политики. При этом изменяется положение «социального» по отношению к «экономическому»: оно становится ведущим компонентом, определяющим взаимодействие миграционных процессов и социального капитала в контексте национальной и социальной безопасности РФ.

Список литературы

1. Афанасьев В.Д. К исследованию роли социального капитала регионов в условиях социально-экономического кризиса // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2015. – № 4 (40). – С. 88–108. doi: https://doi.org/10.15838/esc/2015.4.40.6.

2. Бурдье П. Социология политики: Пер. с фр. / Сост., общ. ред. и предисл. Н.А. Шматко. – М.: Издательство «Socio-Logos», Издательская группа «Циркон», 1993. – 336 с.

3. Бурдье П. Формы капитала // Экономическая социология. – 2002. – Т. 3. – № 5. – С. 60–74. URL: https://ecsoc.hse.ru/article/view/2659/7716 (дата обращения 18.07.2026).

4. Валиахметов Р.М., Кадыров, С.Х., Ягафарова, Д.Г. Экономический и социальный капитал башкирского народа // Вестник РУДН. Сер.: Социология. – 2013. – № 2. – С. 51-63. URL: http://journals.rudn.ru/sociology/article/view/6056 (дата обращения 16.05.2026).

5. Горшков М.К. Общественные неравенства в пореформенной России: социологический диагноз // Вестник РУДН. Сер.: Социология. – 2016. – Т. 16. – № 4. – С. 693–718.

6. Игумнов О.А. Имитационные практики управления социальным капиталом организации // Современная российская наука: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции (г. Пенза, 15 марта 2024 г.). – Пенза, МЦНС «Наука и просвещение», 2024. – С. 176–182. – DOI: https://10.61726/7347.2024.18.51.001

7. Игумнов О.А. Интеграция социального капитала в систему социально ориентированного управления российскими организациями // Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума «Наука и инновации – современные концепции (г. Москва, 30 ноября 2023 г.). Том 2 / Отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. – Москва: Издательство Инфинити, 2023.– С. 92–98. – DOI: https://10.34660/INF.2023.34.44.089

8. Каравай А.В. Социальный капитал российских рабочих и их установки в отношении его накопления // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2016. – № 3(133). – С. 1–14. doi: https://doi.org/10.14515/monitoring.2016.3.01.

9. Коулман Дж. Капитал социальный и человеческий // Общественные науки и современность. – 2001. – № 3. – С. 122–139.

10. Красилова А.Н. Социальный капитал как инструмент анализа неравенства в российском обществе // Мир России. Социология. Этнология. – 2007. – Т. 16. – № 4. – С. 160–180. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9565657 (дата обращения 12.07.2026).

11. Полищук Е.А. Социальный капитал и его роль в экономическом развитии // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2005. – Вып. 1. С. 10–16. URL: https://economicsjournal.spbu.ru/article/view/3461 (дата обращения 18.07.2026).

12. Радаев В.В. Понятие капитала, формы капиталов и их конвертация // Экономическая социология. – 2002. – Т. 3. – № 4. – С. 20–33. URL: https://ecsoc.hse.ru/article/view/2668/7697 (дата обращения 15.07.2026).

13. Татарко А.Н. Влияние социального капитала на экономические представления русских и китайцев // Психология в экономике и управлении. – 2010. – № 2. – С. 91–96. URL: http://journalpsy.bgu.ru/reader/article.aspx?id=19706 (дата обращения 18.07.2026).

14. Штомпка П. Доверие – основа общества / Пётр Штомпка: пер. с пол. Н.В. Морозовой. – М.: Логос, 2012. – 445 с.

15. Ядов В.А. Социальный ресурс индивидов и групп как их капитал: возможность применения универсальной методологии исследования реального расслоения в российском обществе // Кто и куда стремится вести Россию? Акторы макро-, мезо- и микроуровней современного трансформационного процесса / под общ. ред. Т.И. Заславской. – М. : Моск. высш. шк. соц. и эконом. наук, 2001. – С. 310–319.

16. Bernard A., Bell M. Educational Selectivity of Internal Migrants: A Global Assessment // Demographic Research. – 2018. – Vol. 39. – no. 1. – Pp. 835-854. URL: https://doi.org/10.4054/DemRes.2018.39.29

17. David Q., Janiak A., Wasmer E. Local Social Capital and Geographical Mobility // Journal of Urban Economics. 2010. Vol. 68, no. 2. Pp. 191-204. URL: https://doi.org/10.1016/j.jue.2010.04.003

18. Faggian A., McCann P., Sheppard S. Human Capital, Higher Education and Graduate Migration: An Analysis of Scottish and Welsh Students // Urban Studies. – 2007. – Vol. 44. – no. 13. – Pp. 2511-2528. URL: https://doi.org/10.1080/00420980701667177

19. Florida R. The Rise of the Creative Class. And How It's Transforming Work, Leisure and Everyday Life. – New York: Basic Books, 2002. – 467 p.

20. Garip F. Social Capital and Migration: How do Similar Resources lead to Divergent Outcomes? // Demography. – 2008. – Vol. 45. – no. 3. – Pp. 591-617. URL: https://doi.org/10.1353/dem.0.0016

21. Glaeser E.L., Redlick, Ch. Social Capital and Urban Growth // International Regional Science Review. – 2009. – № 32(3). – p. 264–299. URL: https://www.nber.org/papers/w14374 (дата обращения 19.07.2026).

22. Górny A., Stola D. Akumulacja i wykorzystanie migracyjnego kapitału społecznego. in: E. Jaźwinska i M. Okólski (ed.), Ludzie na huśtawce: migracje między peryferiami Polski i Zachodu, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warsaw, 2001. – p. 164–187.

23. Hotchkiss J.L., Rupasingha, A. Individual Social Capital and Migration. – Working Paper, 2018-3. – Atlanta, GA: Federal Research Bank of Atlanta. URL: https://www.frbatlanta.org:443/research/publications/wp/2018/03-individual-socialcapital-and-migration-2018-03-16 (дата обращения 18.07. 2026).

24. Jacyno M. Iluzje codzienności: o teorii socjologicznej Piere'a Bourdieu, Wydawnictwo IFiS PAN, Warsaw, 1997. – 170 s. – s. 74–91.

25. Lesage J.P., Ha Ch.L. The Impact of Migration on Social Capital: Do Migrants Take Their Bowling Balls with Them? // Growth and Change. – 2012. – 43 (1). – P. 1-26. URL: https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2011.00575.x (дата обращения 24.07.2026).

26. Misztal B. Trust in Modern Societies. – Cambridge: Polity Press, 1996. – 304 p.

27. Niedźwiedzki D. Migracje i tożsamość. Od teorii do analizy przypadku, Zakład Wydawniczy «NOMOS», Cracow, 2010. – 355 s. URL: https://www.sv.uio.no/arena/english/research/projects/recon/publications/books-special-issues/migracje-i-tozsamosc.-od-teorii-do-analizy-przypad.html

28. Oberle M., Putnam R. Bowling Alone. The Collapse and Revival of American Community, New York: Simon and Schuster, 2000. – 541 p. – p. 408-411 // Klassiker der Sozialwissenschaften / ed. by S. Salzborn. Springer VS, Wiesbaden, 2016. URL: https://www.academia.edu/ 63928926/ Bowling_Alone_The_Collapse_and_Revival_of_American_Community_Robert_D_Putnam_New_York_Simon_and_amp_Schuster_2000_541_pages. (дата обращения 20.07.2026)

29. Putnam R., Leonardi R., Nanetti R. Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy. – Princeton: Princeton University Press, 1993. – 275 p.

30. Putnam, R. Tuning In, Tuning Out: The Strange Disappearance of Social Capital in America // PS: Political Science and Politics. – 1995. – № 28 (4). – p. 664-683. URL: https://doi.org/10.2307/420517 (дата обращения 20.07.2026).

31. Schiff M. Social Capital, Labor Mobility, and Welfare: The Impact of Uniting States // Rationality and Society. 1992. – № 4(2). – pp. 157-175. URL: https://doi.org/10.1177/1043463192004002003.2002 (дата обращения 18.07.2026).

32. Spina N. Out-migration and Social Capital // Oxford Textbook of Migrant Psychiatry / ed. by D. Bhugra. – Oxford University Press, 2021. –

720 p. – p. 181-188. URL: https://doi.org/10.1093/med/9780198833741.003.0020 (дата обращения 19.07.2026).

33. Аналитическая справка о результатах деятельности подразделений по вопросам миграции территориальных органов МВД России за 2025 год. URL: https://мвд.рф/dejatelnost/statistics/migracionnaya/ item/81291187// (дата обращения 15.07.2026).

34. Межнациональные отношения и проблема иммиграции. URL: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/mezhnacionalnye-otnoshenija-i-problema-immigracii (дата обращения 17.07.2026).

35. Результаты опроса ВФокусе Mail: как россияне относятся к мигрантам. URL: https://vfokuse.mail.ru/articles/66545568-rezultaty-oprosa-vfokuse-mail-kak-rossiyane-otnosyatsya-k-migrantam/ (дата обращения 12.07.2026).

36. Россия, миграционные итоги – 2025. Людские потоки. URL: https:// www.ritmeurasia.ru/news--2026-01-10--rossija-migracionnye-itogi-2025.-ljudskie-potoki-85127) (дата обращения 30.06.2026).

37. Росстат отчитался о номинальном миграционном рекорде с 1995 года. URL: https://www.rbc.ru/economics/05/03/2025/67c847189a79413f2971b (дата обращения 10.07.2026).

38. Создают гетто и отбирают работу у местных: 10 мифов о мигрантах из Центральной Азии. URL: https://t-j.ru/myths-about-migrants/ (дата обращения 14.07.2026).

© Игумнов О.А., 2026

Глава 2.
ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА В РФ

Вандина Ольга Георгиевна
д.э.н., доцент
Самакаева Марина Дмитриевна
к.э.н., доцент
Платунина Галина Петровна
ст. преподаватель
Ордена Трудового Красного ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики»

Аннотация: В монографии рассматривается внедрение цифровых технологий в систему управленческого учета в России в условиях 2022–2025 гг., уделено также внимание современному состоянию управленческого учета в России, проанализирован текущий уровень цифровизации, рассмотрены основные цифровые инструменты и решения, применяемые в управленческом учете: облачные сервисы, ERP-системы, CRM-системы, технологии ИИ и больших данных и т.д. Отмечается, что искусственный интеллект (AI) и машинное обучение (ML) пока только начинают проникать в управленческий учёт, но потенциал огромен, а эффективность цифровых инструментов зависит не только от их технических характеристик. Ключевую роль играет способность различных систем обмениваться данными без участия человека. В монографии также обозначены барьеры и драйверы внедрения цифровых технологий в управленческий учет в российских организациях и перспективы развития цифрового управленческого учёта в России.

Ключевые слова: управленческий учет, электронный

документооборот, облачные сервисы, ERP-системы, CRM-системы, искусственный интеллект (AI), машинное обучение (ML), большие данные, роботизация процессов RPA импортозамещение, кадровая трансформация.

INTRODUCTION OF DIGITAL TECHNOLOGIES INTO THE MANAGEMENT ACCOUNTING SYSTEM IN THE RUSSIAN FEDERATION

Vandina Olga Georgievna
Doctor of Economics, Associate Professor
Samakaeva Marina Dmitrievna
Candidate of Economics, Associate Professor
Platunina Galina Petrovna
Senior Lecturer
Moscow Order of the Red Banner of Labor
Moscow Technical University
of Communications and Informatics

Abstract: The monograph examines the introduction of digital technologies into the management accounting system in Russia in the context of 2022–2025, and also pays attention to the current state of management accounting in Russia, analyzes the current level of digitalization, and examines the main digital tools and solutions used in management accounting, such as cloud services, ERP systems, CRM systems, AI and big data technologies, etc. It is noted that artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) are just beginning to penetrate into management accounting, but the potential is enormous, and the effectiveness of digital tools depends not only on their technical characteristics. The ability of various systems to exchange data without human intervention plays a key role. The monograph also identifies the barriers and drivers of the introduction.

Key words: management accounting, electronic document management, cloud services, ERP systems, CRM systems, artificial intelligence (AI), machine learning (ML), big data, RPA process robotization, import substitution, and personnel transformation.

Введение

Управленческий учёт в последние годы претерпевает изменения, которые по своему влиянию на организацию внутрифирменного контроля можно сравнить разве что с переходом от ручных журналов-ордеров к электронным таблицам. Однако текущий этап отличается от предшествующих: автоматизация, которая раньше носила постфактумный характер, уступает место аналитике, встроенной непосредственно в бизнес-процессы и опирающейся на данные ERP, IoT, BI и отдельные элементы искусственного интеллекта. Российская экономика в период 2022–2025 гг. оказалась в специфической ситуации. Уход западных вендоров (SAP, Oracle), санкционные ограничения и вынужденная перестройка логистических цепочек превратили цифровизацию управленческого учёта из фактора конкурентного преимущества в условие операционной устойчивости для крупного бизнеса. Для малых и средних предприятий этот процесс стал не менее серьёзным вызовом, хотя его содержание иное — здесь на первый план выходят ограниченность ресурсов и отсутствие чётких стандартов.

По данным отраслевых опросов и статистических наблюдений 2024–2025 гг., разрыв в уровне цифровой зрелости между крупными компаниями и малым бизнесом остаётся значительным, при этом доля ручного труда при обработке первичной документации по-прежнему превышает половину в таких сферах, как строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, сельское хозяйство. Именно это противоречие — мощный внешний импульс к цифровой трансформации, с одной

стороны, и сохранение организационных, кадровых и методических ограничений, с другой — определяет актуальность темы.

Теоретические основы управленческого учёта заложены в работах Ч. Хорнгрена, Дж. Фостера, Ш. Датара, а также отечественных авторов — М.А. Вахрушиной, В.Э. Керимова, В.Б. Ивашкевича. Проблематике цифровой трансформации учёта посвящены исследования О.Н. Волковой, Ю.Г. Чернышевой, Д.А. Королева, О.С. Рыбаковой. Вместе с тем приходится констатировать, что большинство публикаций сосредоточены либо на технических аспектах внедрения ERP-систем, либо на трансформации финансовой отчётности. Значительно меньше внимания уделяется прикладным методикам оценки эффективности цифровизации именно управленческого учёта с учётом российской специфики — высокой волатильности, курса на импортозамещение и дефицита кадров, обладающих одновременно компетенциями в учёте и информационных технологиях.

1. Современное состояние управленческого учета в России: тенденции и проблемы

В последние годы управленческий учёт в российских компаниях перестал быть просто «довеском» к бухгалтерии. Он всё чаще выступает фундаментом для принятия решений, позволяя оперативно реагировать на скачки курсов валют, изменения логистики и санкционные ограничения. Многие организации осознали, что без качественной учётной информации нельзя ни оптимизировать затраты, ни вовремя заметить падение рентабельности направления.

Развитие этой сферы сегодня неразрывно связано с цифровой трансформацией. Компании вынуждены перестраивать учётные процессы, потому что старые методы — горы бумажных регистров, запаздывающие отчёты в Excel — уже не работают в условиях высокой неопределённости. Российская модель управленческого учёта долгое время находилась под сильным влиянием налогового законодательства, и

учёт часто вёлся «для инспекции», а не «для себя». Однако сейчас вектор смещается. Теперь предприятия хотят видеть не только прошлые операции, но и прогнозы, сценарии, анализ драйверов прибыли.

Как справедливо отмечает М.А. Карленко, управленческий учёт следует рассматривать как информационную систему, необходимую менеджменту для решений, влияющих на результат как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе [4]. Эта цитата точно отражает современную роль учёта.

Среди наиболее заметных тенденций — активное, хотя и неравномерное внедрение автоматизации (особенно в сегменте крупного и среднего бизнеса). То, что раньше занимало дни у целого отдела, теперь делается за часы с помощью специализированного ПО. Происходит интеграция разрозненных информационных систем в единое цифровое пространство, причём не только на уровне финансов, но и производства, логистики, персонала. Растёт значение аналитической функции — руководителям нужны не просто цифры, а сценарии «что, если», прогнозы и рекомендации.

Отдельно стоит сказать об импортозамещении. После ухода SAP, Oracle и многих западных вендоров российские предприятия вынуждены экстренно переходить на отечественное программное обеспечение (ПО). Это вызвало бум разработок на платформе «1С», а также рост спроса на российские BI-системы.

По мнению экспертов, этот процесс уже не временное явление, а вопрос технологической независимости.

Для количественной оценки степени цифровизации управленческого учёта обратимся к результатам выборочных обследований, проведённых в 2024 году среди российских предприятий различных отраслей и масштабов (таблица 1).

Таблица 1

Использование отдельных цифровых технологий организациями в РФ в 2024 г. (в % от числа организаций соответствующей группы) [5, с. 14–15]

Инструмент / технология	Крупные и средние организации, %	Малые предприятия, %
Цифровые платформы	21,8	66,0
Облачные сервисы	19,5	20,0
Технологии ИИ	4,8	н/д
Анализ больших данных	8,6	н/д

Данные таблицы позволяют сделать следующие выводы.

Облачные сервисы стали наиболее массовым цифровым инструментом, доступным для бизнеса любого масштаба. Их использование практически одинаково как в крупных и средних организациях (19,5 %), так и в малых предприятиях (20,0 %). Облачная модель (SaaS, подписка) заметно облегчила доступ к современным учётным и аналитическим инструментам для небольших фирм: им не приходится вкладывать крупные суммы в оборудование и лицензии. По сути, разница в использовании облачных сервисов между крупными и малыми предприятиями почти не ощущается — это говорит о том, что цифровые технологии становятся доступнее.

По классификации Росстата, под «цифровыми платформами» понимается широкий набор решений — от мощных ERP-систем до простых онлайн-сервисов для заказов и общения с клиентами. У крупного и среднего бизнеса доля таких платформ — 21,8 %, и здесь речь идёт именно о внедрении комплексных учётных сред. У малого

бизнеса показатель выше — 66 %, но это чаще всего облачные CRM или торговые площадки, а не полноценные ERP. Сопоставлять эти цифры напрямую было бы неверно: глубина автоматизации учёта в сегментах сильно различается, особенно когда дело касается аналитики и искусственного интеллекта.

Что касается искусственного интеллекта и Big Data, они пока остаются уделом крупных игроков, да и у них проникновение скромное — 4,8 % и 8,6 % соответственно. По малым предприятиям данных нет, что само по себе говорит о том, что эти технологии там почти не применяются. Выходит, что даже в крупных компаниях ИИ и анализ больших данных только начинают внедряться в управленческий учёт. Основные тормоза — высокая стоимость, нехватка квалифицированных специалистов и потребность в больших объёмах качественных структурированных данных.

Таким образом, разрыв в цифровом развитии между крупным и малым бизнесом существует, но он неодинаков по разным направлениям. По облачным сервисам он минимален, а по сложным интеллектуальным системам — кратный. Это говорит о том, что дело не столько в доступности технологий (облака сегодня может позволить себе почти любой), сколько в готовности компании к глубокой перестройке процессов и инвестициям в знания. Малый бизнес активно пользуется простыми цифровыми инструментами, но до сложной аналитики пока не доходит — она требует не только денег, но и изменений в организации работы.

Заметен и рост применения цифровых платформ среди крупных компаний: за год показатель увеличился с 18,7 % до 21,8 %. Это пусть и не стремительный, но уверенный шаг в сторону интеграции.

Однако темпы остаются умеренными, что согласуется с выводами о сдерживающих факторах – человеческом сопротивлении, нехватке специалистов и сложности интеграции унаследованных систем.

Таким образом, таблица 1 иллюстрирует современную картину цифровизации управленческого учёта в России. Так, облачные технологии уже стали массовым явлением, а внедрение ERP, CRM и тем более ИИ и Big Data – это скорее задача на перспективу, решение которой потребует комплексных усилий как со стороны бизнеса, так и со стороны государства.

На рисунке 1 — диаграмма по видам деятельности, где видно, кто и как использует платные облачные сервисы. Данные открытые, из статистики ВШЭ и Росстата [5].

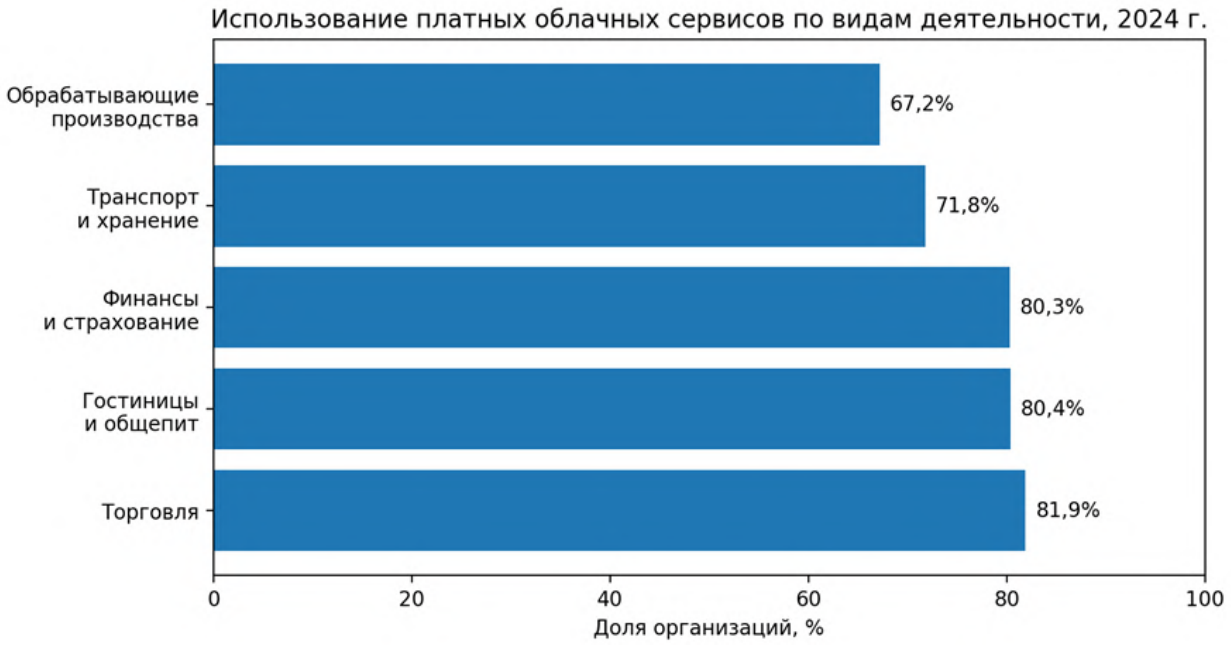


Рис. 1. Доля организаций, использующих платные облачные сервисы, по отдельным видам экономической деятельности РФ (2024 г., в %) [5]

Как видно из рисунка 1, наиболее высокие значения использования платных облачных сервисов характерны для торговли, гостиниц и общественного питания, финансовой и страховой деятельности, транспорта и хранения, а также обрабатывающих производств.

Следует отметить, что COVID-19 стал неожиданным драйвером цифровизации учёта. Компании, у которых не было облачных сервисов и систем удалённого доступа, в марте-апреле 2020 года оказались практически парализованы. Именно тогда многие руководители впервые осознали, что бумажные первичные документы и локальные базы без возможности доступа из дома — это критический риск. В результате с 2020 по 2022 годы расходы на облачные учётные решения в России выросли в 2,5 раза. По оценкам TAdviser и J'son & Partners Consulting, в 2025 году объём облачного рынка в России выpос до 300–350 млрд руб. при среднегодовом темпе роста около 20–25 % [8,9,10]. По данным Ассоциации больших данных, объём рынка Больших данных и ИИ в России по итогам 2025 года достиг 520 млрд руб.

Упрощенная система цифрового управленческого учета представлена на рисунке 2.

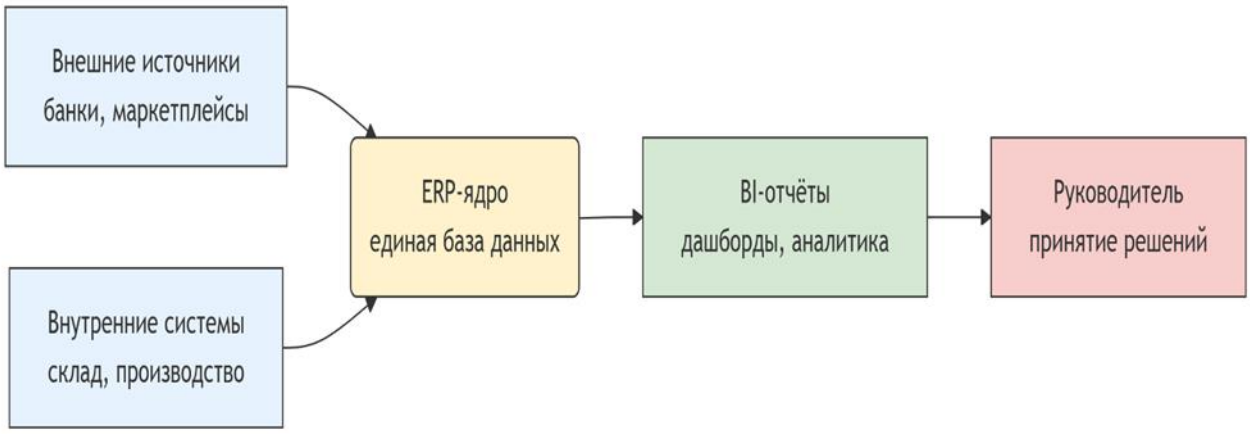


Рис. 2. Упрощённая схема цифрового управленческого учёта

Сначала система сама тянет данные из банковских выписок, электронных счетов, маркетплейсов, плюс внутренних источников — склад, производство. Всё это стекается в единое ядро — ERP-систему, где уже сходятся все участки учёта. А на выходе BI-инструменты

выдают понятные отчёты и дашборды, по которым руководитель принимает решения. В итоге вместо хаоса из десятков Excel-файлов получается прозрачный и оперативный процесс.

У компаний разный уровень цифровой зрелости — и разрыв огромный. Крупные предприятия активно внедряют и развивают ERP- и BI-системы, тогда как малый и средний бизнес зачастую ограничивается использованием электронных таблиц и разрозненных локальных баз данных. И дело не только в деньгах и кадрах. Исследования показывают, что многие предприниматели из МСП просто довольны тем, что есть. Система и так работает, зачем перестраивать? Это психологическое сопротивление — пожалуй, главный тормоз наравне с деньгами.

Цифровая трансформация учёта породила запрос на специалистов, которых раньше в штатном расписании не было. Это аналитики данных, архитекторы ИС, CDO (руководители цифровой трансформации). В крупных компаниях выросли целые департаменты по работе с данными. А традиционным бухгалтерам и экономистам приходится переучиваться, осваивать SQL, основы программирования, BI-инструменты.

По данным отраслевых экспертов и аналитических обзоров (например, TAdviser, 2025), в ближайшие годы до 30 % рутинных операций в финансово-учётной сфере могут быть автоматизированы за счёт RPA и AI, однако точные количественные прогнозы для российского рынка пока носят предварительный характер, что подтверждается отсутствием прямых оценок в национальном проекте «Экономика данных».

Кадров всё равно не хватает. Нужны люди, которые одновременно разбираются и в финансах, и в IT, и в бизнес-аналитике — а таких на рынке не так много. Плюс даже простая ERP для маленькой фирмы может оказаться неподъёмной по деньгам, особенно если добавить сопровождение и донастройку.

Необходимо также отметить, что качество исходных данных во многих организациях невысокое. Информация дублируется, живёт в разных системах, полна ошибок. Это обусловливает низкий уровень доверия к цифровой отчётности, поскольку некачественные исходные данные неизбежно порождают нерелевантные или искажённые выходные показатели (принцип «garbage in, garbage out»). А требования к оперативности растут. Раньше управленческий отчёт делали раз в месяц — а теперь топ-менеджеры хотят видеть ключевые показатели чуть ли не в реальном времени.

Еще одной важной проблемой является отсутствие единой методологии. Бухгалтерский учёт жёстко регламентирован, а управленческий — тут каждая компания руководствуется собственными правилами. В итоге сравнить показатели двух предприятий из одной отрасли бывает очень сложно.

С 2025 года заработал нацпроект «Экономика данных и цифровая трансформация государства». Он предусматривает субсидии малому и среднему бизнесу на покупку отечественного ПО. Плюс созданы центры компетенций, где предпринимателям бесплатно помогают с выбором и внедрением учётных систем.

В общем, на современном этапе сталкиваются две противоположные силы. С одной стороны — мощный толчок к цифровизации и переходу на управление на основе данных. С другой, всё те же организационные, кадровые и технологические ограничения, которые никуда не делись. Какой будет цифровая зрелость компании в ближайшие годы — напрямую повлияет на её конкурентоспособность и устойчивость.

2. Основные цифровые инструменты и решения, применяемые в управленческом учете

Современный управленческий учёт немыслим без целого арсенала программных и аналитических средств. ERP-системы (Enterprise Resource Planning) объединяют финансы, закупки, производство, склад,

продажи и кадры в единую базу. Как подчёркивается в зарубежных источниках, ERP — это критически важный элемент, обеспечивающий стандартизацию цифровых бизнес-процессов. В России после 2022 года рынок ERP претерпел кардинальные изменения. Уход SAP и Oracle заставил крупные компании срочно переходить на отечественные платформы. Процесс шёл болезненно, но он дал мощный толчок развитию российской ИТ-индустрии.

Основные российские ERP-решения — «1С:ERP Управление предприятием» (наиболее массовое, охватывает, по разным оценкам, 70–80 % рынка отечественных ERP-систем) [7,8]. По данным «S+Консалтинг», «1С» принадлежит основная доля рынка российских ERP — 70 %. Конкуренцию на этом рынке составляют такие вендоры, как «Галактика ERP» (доля около 10 %), «ТУРБО ERP» и другие [7, 8].

Исследователи отмечают, что «1С:ERP» рассматривается как оптимальный вариант автоматизации управленческого учёта благодаря многофункциональным возможностям планирования, анализа и контроля [4]. Ключевыми функциями ERP в управленческом учёте являются централизованное хранение данных, автоматическая проводка операций в реальном времени, формирование управленческой отчётности (ОПиУ, ДДС, бухгалтерский баланс) в любых разрезах, контроль бюджетирования и план-фактный анализ, интеграция с банками и CRM.

BI-системы (Business Intelligence) превращают сырые данные из ERP в наглядные дашборды, графики, интерактивные отчёты. Руководитель может за пару кликов увидеть, почему упала маржинальность продукта, какие клиенты приносят основную прибыль и где скрытые резервы. Если говорить об эволюции BI в России, то следует отметить, что до 2022 года доминировали западные продукты (Power BI, Tableau, Qlik Sense), после их ухода начался активный переход на отечественные аналоги. Российские BI-системы: Visiology (интуитивный интерфейс, работа с любыми источниками), Modus BI (прогнозная аналитика для крупного бизнеса), Yandex DataLens (бесплатный

облачный BI), Форсайт (глубокий статистический анализ), FineBI (китайская платформа через российских партнёров). Преимущества современных BI — это работа с большими данными в реальном времени, интерактивные дашборды без программирования, мобильный доступ, загрузка из любых источников.

Облачные сервисы стали спасением для малого и среднего бизнеса. Не нужно покупать дорогие серверы и нанимать системных администраторов — достаточно подписки. Виды облачных решений: SaaS-ERP (1С:Фреш, МойСклад, Класс365), облачные BI (Yandex DataLens, Visiology Cloud), облачные сервисы ЭДО (СБИС, Диадок, Контур). К плюсам можно отнести низкий входной порог (от 1000–2000 руб./мес.), масштабируемость, доступ из любой точки, автоматическое обновление. К минусам — зависимость от интернета, риски утечки данных. Тренд — гибридные облака, когда критичные данные хранятся на собственных серверах, а для аналитики используются облачные BI. Это позволяет соблюдать требования по защите данных и одновременно пользоваться преимуществами облаков.

Искусственный интеллект и машинное обучение в управленческом учёте пока только делают первые шаги, хотя потенциал у них колоссальный. Уже сейчас AI помогает прогнозировать денежные потоки — точность на месяц вперёд достигает 90–95 %, автоматически разносить расходы по статьям, находить необычные операции и подозрительные транзакции, а также формировать отчёты на обычном языке, без программирования. В российской практике есть конкретные примеры: Сбер использует нейросети для оценки кредитных рисков, X5 Group — для оптимизации закупок, а Магнит — для гибкого ценообразования. Для среднего бизнеса такие решения пока дороговаты, но уже появляются облачные сервисы, например, «Битрикс24» со своим AI-помощником. Главные сдерживающие факторы — высокая стоимость обучения моделей, потребность в больших массивах качественных исторических данных и острый дефицит специалистов по Data Science.

Отдельного внимания заслуживает роботизация рутинных процессов (RPA). Это программные роботы, которые копируют действия человека: они могут загружать выписки, сверять счета, рассылать отчёты — словом, делать всё, что повторяется изо дня в день.

Они идеальны для рутинных повторяющихся операций, таких как ежедневная выгрузка банковских выписок, сверка счетов-фактур, формирование и рассылка типовых отчётов, ввод первичных документов из отсканированных копий (с элементами OCR). К их преимуществам можно отнести работу 24/7, отсутствие ошибок, один робот может заменить 2–3 человек. К ограничениям — не подходит для нестандартных ситуаций, требует настройки и поддержки. В России RPA активно используют банки (Сбер, ВТБ), ритейлеры (Ozon, Wildberries) и крупные промышленные холдинги.

Интересный тренд представляет создание внутренних учётных и аналитических приложений силами бизнес-пользователей без привлечения программистов. Платформы типа «Битрикс24», AppSheet, Airtable позволяют за пару часов собрать базу данных для учёта заказов или формирования отчёта. Для малого бизнеса это возможность быстро и дёшево автоматизировать управленческий учёт без покупки тяжёлой ERP.

Ни одна цифровая система учёта не будет работать без качественного электронного документооборота (ЭДО). Электронные счета-фактуры, акты, накладные заменяют бумажные аналоги и позволяют автоматически загружать данные в ERP. Основными операторами ЭДО в России являются СБИС, Диадок, Такском, 1С-ЭДО.

Для примера, рассмотрим документооборот по кредитным операциям — типичному участку учёта, который хорошо поддаётся цифровизации. На рисунке 3 показана схема движения документов при получении и погашении кредита. Ключевые этапы могут быть полностью переведены в электронный вид.

На практике многие бухгалтерские программы (включая базовые версии 1С: Бухгалтерия) не имеют специализированного кредитного модуля. Бухгалтеру приходится вручную сверять график платежей с банковскими выписками и формировать проводки.

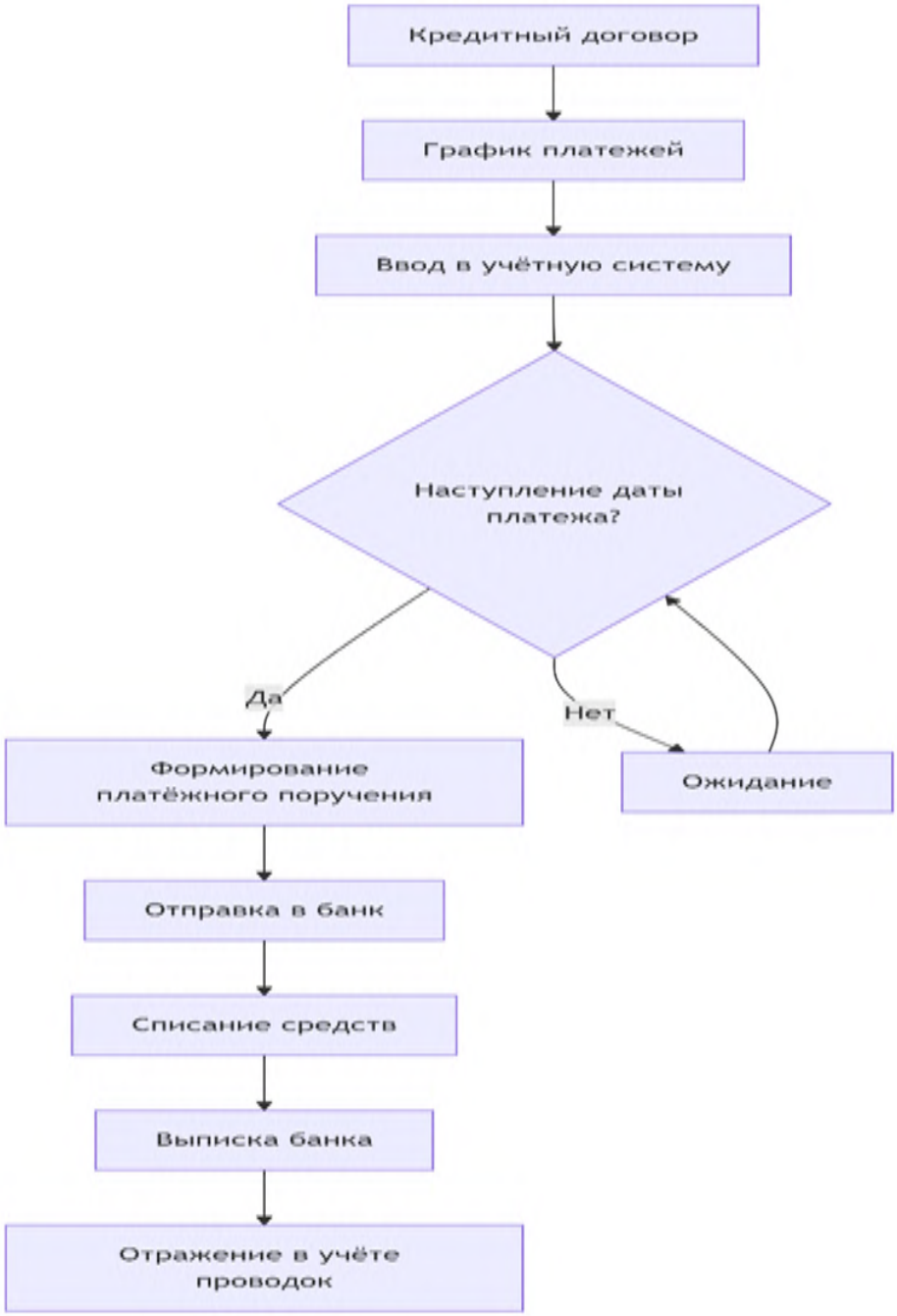


Рис. 3. Схема движения документов при получении и погашении кредита

Необходимо также отметить, что эффективность цифровых инструментов зависит не только от их технических характеристик. Ключевую роль играет способность различных систем обмениваться данными без участия человека.

Идеальная картина, когда подписанный в ЭДО договор автоматически создаёт заказ в CRM, после отгрузки со склада в ERP формируется счет-фактура и отправляется клиенту, а банк сам списывает деньги и присылает выписку, которая без участия бухгалтера отражается в учёте. На практике большинство компаний находятся на пути к такой интеграции. Полностью автоматизированный сквозной процесс пока редкость, но количество API-интеграций между сервисами растёт. В перспективе ждёт дальнейшая интеграция ERP, BI, CRM, ЭДО и AI-ассистентов. Появятся новые роли — руководители цифровой трансформации, архитекторы данных, аналитики. Уже сегодня многие российские компании создают такие должности, что подтверждается данными кадровых агентств и публикациями деловой прессы.

3. Барьеры и драйверы внедрения цифровых технологий в управленческий учет в российских организациях и перспективы развития цифрового управленческого учёта в России

Переход на цифровые рельсы никогда не бывает гладким. Есть силы, которые подталкивают компании к изменениям (драйверы), и силы, которые тормозят (барьеры). Понимание того и другого помогает выстроить реалистичную программу трансформации. В данном разделе детально проанализируем обе группы факторов, а также предложим методы преодоления барьеров. Для наглядности все ключевые факторы сведены в схему, представленную на рисунке 4.

Слева перечислены ключевые драйверы, ускоряющие цифровую трансформацию управленческого учёта, справа — барьеры, тормозящие этот процесс.

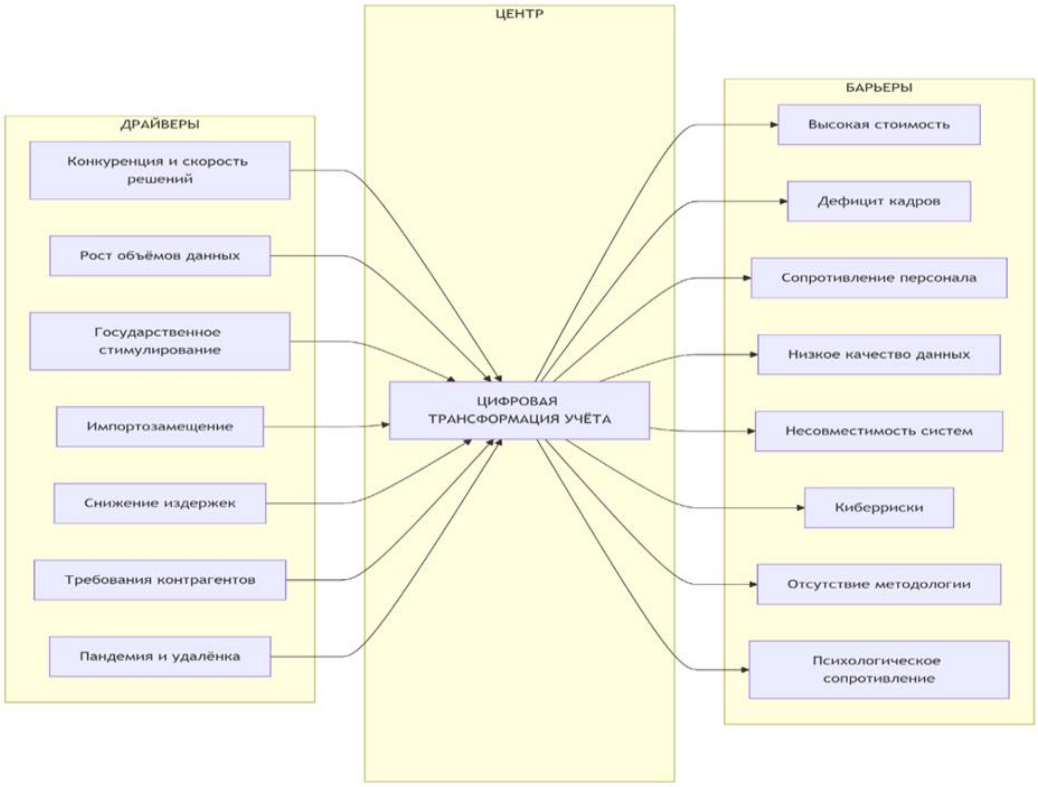


Рис. 4. Драйверы и барьеры цифровизации управленческого учёта в российских компаниях

К основным драйверам цифровизации, которые заставляют компании меняться, можно отнести:

Конкуренция и скорость принятия решений**.** В современном мире, где цены и логистика меняются каждый день, компания, которая получает отчёт о рентабельности заказа через месяц после отгрузки, просто проигрывает более шустрому конкуренту. Цифровые системы сокращают цикл подготовки управленческой отчётности с недель до часов.

Рост объёмов данных**.** Ручная обработка тысяч строк и сотен контрагентов становится невозможной. Крупный ритейлер получает сотни тысяч чеков ежедневно — без автоматизации учесть их невозможно.

Государственное стимулирование**.** Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» предполагает развитие цифровой инфраструктуры, субсидирование малого бизнеса на приобретение ПО, налоговые льготы для ИТ-компаний [1].

Импортозамещение как вынужденный драйвер**.** Санкции 2022 года парадоксальным образом ускорили цифровизацию. Исчезновение привычных SAP и Oracle подтолкнуло к активному поиску и внедрению российских альтернатив. Многие компании, годами откладывавшие обновление устаревших систем, были вынуждены провести замену за 6–12 месяцев. Как справедливо замечено, импортозамещение в ИТ — это уже не модный тренд, а вопрос выживания и технологической независимости .

Снижение издержек. Автоматизация учёта напрямую сокращает трудозатраты бухгалтеров и экономистов. Внедрение ERP позволяет снизить административные расходы, уменьшается число ошибок, а значит, и штрафов, и пеней.

Требования контрагентов и инвесторов**.** Крупные заказчики и банки всё чаще требуют от поставщиков прозрачную управленческую отчётность, сформированную в цифровых системах. Без ERP компания может не пройти тендер или не получить кредитную линию.

Пандемия и удалённая работа**.** Опыт 2020–2021 годов показал, что компания, не имеющая облачных решений, рискует полностью остановить учёт при малейших ограничениях. Это подтолкнуло даже консервативные предприятия к переходу на ЭДО и облачные сервисы.

Но наряду с драйверами существуют и барьеры, которые создают препятствия цифровизации:

Высокая стоимость**.** Это барьер номер один, особенно для МСП. Полноценная ERP для среднего предприятия может стоить от 7 до 50 млн рублей и более в зависимости от масштаба бизнеса, количества пользователей и необходимого функционала. При этом лидером

отечественного рынка остаётся «1С», занимающая, по оценкам TAdviser, около 70–80 % всех внедрений ERP в корпоративном секторе».

Дефицит квалифицированных кадров. Нужны специалисты, которые одновременно разбираются в учёте, финансах, аналитике и IT. Таких людей крайне мало, их зарплатные ожидания высоки. После ухода западных вендоров возник дефицит экспертов по старым системам.

Сопротивление персонала. Многие сотрудники, особенно старшего возраста, активно сопротивляются нововведениям, опасаясь сокращений или усиления контроля. По данным аналитических обзоров TAdviser, одной из ключевых проблем при внедрении ERP-систем остаётся человеческий фактор: сопротивление персонала, недостаток квалифицированных кадров и низкая вовлечённость руководства. По оценкам экспертов, до 40% проектов внедрения ERP сталкиваются с серьёзными трудностями, связанными с организационной культурой и управлением изменениями [8, 9].

Низкое качество исходных данных**.** Если в учёте царит хаос, системы не синхронизированы, то никакая BI не поможет. На входе мусор — на выходе мусор. Перед внедрением необходима «чистка» данных.

Несовместимость информационных систем**.** Нередко в компании используются десятки различных программ. Интегрировать их с современной ERP — дорого и сложно.

Риски кибербезопасности**.** Чем больше данных оцифровано, тем выше риск утечек и атак. Особенно уязвим малый бизнес.

Отсутствие чёткой методологии и стандартов**.** Управленческий учёт не регламентирован государством, каждая компания сама решает, как считать себестоимость. Это создаёт сложности при сравнении и интеграции.

Культурные и организационные барьеры**.** Руководители часто воспринимают цифровизацию как чисто технический проект, забывая про изменения в организации труда. Как справедливо подчёркивают

исследователи, цифровая трансформация — это не просто технологии, а организационный, культурный и управленческий сдвиг.

Удовлетворённость текущим положением (особенно для МСП)**.** Многие предприниматели не видят необходимости в цифровизации, пока бизнес приносит прибыль.

Влияние барьеров сильно различается в зависимости от масштаба бизнеса (таблица 2).

Таблица 2

Сравнение барьеров цифровизации в зависимости от размера компании

Фактор	Крупный бизнес	Средний бизнес	Малый бизнес
Стоимость внедрения	Высокая, но доступная	Значительная, часто неподъёмная	Критическая
Кадры	Могут нанять и обучить	Дефицит, высокая стоимость	Практически недоступны
Сопротивление персонала	Сильное, но управляемое	Умеренное	Минимальное (мало сотрудников)
Качество данных	Часто хорошее (учёт ведётся)	Среднее, много дублирования	Низкое (Excel-хаос)
Интеграция систем	Сложная, требует времени	Проще, систем меньше	Почти отсутствует
Кибербезопасность	Инвестируют на высоком уровне	Средний уровень	Часто игнорируют
Готовность к изменениям	Высокая (стратегический приоритет)	Средняя	Низкая («работает и так»)

Данные представленные в таблице 2 показывают, как барьеры цифровизации управленческого учёта дифференцируются в зависимости от масштаба бизнеса. Сравнение проводится по семи ключевым факторам, таким как стоимость внедрения, доступность кадров, сопротивление персонала, качество исходных данных, сложность интеграции систем, уровень кибербезопасности и готовность к изменениям.

Крупный бизнес**:**

Может позволить себе высокую стоимость внедрения, так как ресурсы доступны.

Способен нанимать и обучать кадры.

Сталкивается с сильным, но управляемым сопротивлением персонала.

Как правило, имеет хорошее качество данных (учёт систематизирован).

Интеграция систем сложна и требует много времени, но ведётся.

Инвестирует в кибербезопасность на высоком уровне.

Готовность к изменениям высокая – цифровизация является стратегическим приоритетом.

Средний бизнес:

Стоимость внедрения значительная, часто неподъёмная.

Кадровый дефицит, высокая стоимость специалистов.

Сопротивление персонала умеренное.

Качество данных среднее, много дублирования.

Интеграция систем проще, поскольку систем меньше.

Кибербезопасность – средний уровень.

Готовность к изменениям средняя.

Малый бизнес:

Стоимость внедрения критическая – часто основной барьер.

Квалифицированные кадры практически недоступны.

Сопротивление персонала минимальное из-за малой численности сотрудников.

Качество данных низкое («Excel-хаос»).

Интеграция систем почти отсутствует.

Кибербезопасность часто игнорируется.

Готовность к изменениям низкая («работает и так»).

Таким образом, главный барьер для малого бизнеса – финансы и низкая готовность к изменениям. Даже если технически малые предприятия меньше сопротивляются нововведениям (мало сотрудников), они не могут позволить себе дорогие ERP или наём IT-специалистов, а руководители часто не видят необходимости в цифровизации, пока бизнес приносит прибыль. Это объясняет разрыв в цифровой зрелости, упомянутый ранее (облачные сервисы – 19,8 % против 21 % у крупных, но по ERP и ИИ отставание в разы).

Средний бизнес находится в «ловушке» – он уже сталкивается со сложностями интеграции и качества данных, но ещё не имеет ресурсов крупных компаний. Высокая стоимость и дефицит кадров здесь наиболее болезненны, так как при росте организации требуется автоматизация, но инвестиции часто неподъёмны.

Крупный бизнес имеет ресурсы для преодоления большинства барьеров – он может инвестировать в дорогие системы, нанимать специалистов и управлять сопротивлением. Его основная проблема не в деньгах, а в сложности интеграции унаследованных систем (зоопарк ПО) и в необходимости культурной трансформации.

Барьеры носят системный характер – стоимость, кадры, качество данных и готовность к изменениям взаимосвязаны. Например, в малом бизнесе низкое качество данных (Excel-хаос) усугубляется отсутствием специалистов и средств на наведение порядка, что снижает эффект от даже простых облачных решений.

Государственная поддержка должна быть дифференцированной – для малого бизнеса нужны не просто субсидии на ПО (нацпроект

«Экономика данных»), но и бесплатные программы по «чистке» данных, обучению основам цифровой грамотности, а также готовые отраслевые шаблоны учёта. Для среднего бизнеса – льготные кредиты на внедрение ERP и подготовка кадров с двойной компетенцией.

Цифровой разрыв между крупным и малым бизнесом в ближайшие годы будет сохраняться, если не принять целенаправленных мер, малые предприятия останутся в зоне ручного труда, что снизит их конкурентоспособность и устойчивость, особенно в отраслях с высокой волатильностью (строительство, ЖКХ, сельское хозяйство).

Информация таблицы наглядно подтверждает, что масштаб бизнеса является главным фактором, определяющим набор и остроту барьеров цифровизации управленческого учёта в России. Универсальных решений нет – необходима сегментированная стратегия цифровой трансформации.

Заключение

Проведённый анализ позволяет утверждать, что цифровая трансформация управленческого учёта в российских компаниях в период 2022–2025 гг. приобрела характер вынужденного и ускоренного процесса. Уход западных вендоров и перестройка хозяйственных связей не только обнажили технологическую зависимость, но и дали мощный импульс развитию отечественного ПО, а также пересмотру подходов к учёту как к инструменту оперативного управления. При этом, как показывают статистические данные, уровень внедрения полноценных интегрированных ERP-решений среди крупных и средних организаций, по данным выборочных обследований, не превышает четверти, при этом использование отдельных облачных сервисов и CRM-систем в малом бизнесе носит фрагментарный характер, что подтверждает сохранение цифрового разрыва в части сложных аналитических инструментов.

Одним из ключевых наблюдений выступает рассогласование между драйверами и барьерами. С одной стороны, государственное стимулирование, требования контрагентов и эффект пандемии

подталкивают предприятия к автоматизации. С другой — стоимость внедрения, дефицит кадров с двойной квалификацией и низкое качество исходных данных продолжают сдерживать процесс. Причём для малого бизнеса решающим фактором является именно финансовая недоступность решений, тогда как для крупных компаний острее стоят проблемы интеграции разрозненных систем и сопротивления персонала.

Обращает на себя внимание, что цифровизация зачастую охватывает лишь отдельные участки. К примеру, учёт кредитов нередко ведётся вручную, даже если компания уже приобрела ERP. Это яркий симптом: наличие системы автоматизации само по себе не создаёт непрерывный цифровой процесс. По сути, большинство отечественных предприятий сейчас находятся в начальной фазе этого пути.

Если обобщить, то складывается три основных наблюдения.

Во-первых, официальная статистика показывает, что реальный масштаб внедрения ERP, BI, искусственного интеллекта и больших данных скромнее, чем можно подумать, слушая экспертов. По сложным решениям отставание малого бизнеса от крупного измеряется разами, а по облакам — почти нет разницы, что говорит о том, что эта модель пришлась ко двору небольшим компаниям.

Во-вторых, импортозамещение в учётном ПО уже не выглядит как вынужденная мера — это надолго. Но упирается оно в кадровый голод: нужны люди, которые одновременно понимают и платформы, и учётную специфику.

В-третьих, тормозит процесс не столько техника, сколько человеческий фактор: нежелание менять привычки, размытые стандарты, низкое доверие к цифрам.

Будущее, по всей видимости, за гибридными облаками, активным обменом данными между системами и интеллектуальной аналитикой. Однако без квалифицированных кадров и внятных измеримых критериев успеха все эти новшества останутся лишь дорогой игрушкой. В дальнейшем стоило бы сосредоточиться на отраслевых методиках

оценки эффективности цифровизации — особенно для сфер, где ручной труд всё ещё доминирует, как в строительстве или агросекторе.

Список литературы

1. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [Электронный ресурс] // Минцифры России. – URL: https://digital.gov.ru/target/naczionalnyj-proekt-ekonomika-dannyh-i-czifrovaya-transformacziya-gosudarstva (дата обращения 22.06.2026).

2. Совершенствование системы управленческого учета, анализа, аудита, контроля в условиях цифровой экономики / С. В. Пономарева, А. В. Бодяко, Т. М. Рогуленко [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2021. – 256 с. – ISBN 978-5-4365-6669-6. – EDN QIPGHW.

3. Управленческий учет в контексте устойчивого развития: возможности и перспективы / В. Б. Ивашкевич, М. Ю. Брюханов, И. А. Бурова [и др.]. – Москва : Издательский Дом «Инфра-М», 2023. – 250 с. – ISBN 978-5-16-018102-8. – DOI 10.12737/1911030. – EDN CKCYOE.

4. Карленко М. А. Цифровая трансформация управленческого учета / М. А. Карленко // Вестник Академии знаний. – 2020. – № 38 (3). – С. 127–136. – DOI 10.24411/2304-6139-2020-10339. – EDN SMIMND.

5. Индикаторы цифровой экономики: 2026 : статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, М.Я. Бочаров, К. О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2026. – 304 с. – URL: https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/1122445658.pdf (дата обращения 22.06.2026).

6. Использование цифровых технологий в организациях [Электронный ресурс]: данные федерального статистического наблюдения / Росстат. – М., 2025. – URL: https://rosstat.gov.ru/

storage/mediabank/ ikt_org.xlsx (дата обращения 22.06.2026).

7. Системы управления предприятием (ERP) рынок России [Электронный ресурс] // TAdviser. – 2026. – URL: https://www tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1 %8F:%D0%A1

8. Business Intelligence, BI (российский рынок) [Электронный ресурс] // TAdviser. – 2025. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/% D0%) (дата обращения 22.06.2026).

9. Искусственный интеллект (рынок России) [Электронный ресурс] // TAdviser. – 2026. – URL: https://www.tadviser.ru/index. php/%D0%A1% D1%B8%D0%B8) (дата обращения 22.06.2026).

10. Прогноз развития облачного рынка в России на 2025 год от M1Cloud [Электронный ресурс] // ITWeek. – 2024. – 31 октября. – URL: https://www.itweek.ru/its/news-company/detail.php?ID=230952 (дата обращения 22.06.2026).

© Вандина О.Г., Самакаева М.Д., Платунина Г.П.

Глава 3.
ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРАВОВЫХ ПРОБЕЛОВ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В РОССИИ

Пынько Люсьена Евгеньевна
кандидат экономических наук, доцент кафедры
экономики и цифровых технологий
Дальневосточный институт управления – филиал
ФГБОУ ВО «Российская академия
народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации»
(РАНХиГС)

Аннотация: Цифровая трансформация требует урегулирования отдельных правовых пробелов в ее правовом сопровождении. На международном уровне не урегулирован контроль деятельности транснациональных корпораций в части использования данных, поступающих с персональных цифровых устройств жителей планеты, что создает риски безопасности. Существуют правовые пробелы в требованиях к нейросетевым технологиям, алгоритмам «смарт-контрактов» и др. Анализ отдельных направлений формирования нормативно-правовой базы цифровизации в госуправлении, социальной сфере, экономике, выявил системные проблемы: понятийную неопределенность, пробелы в требованиях к отдельным цифровым технологиям и др.

Ключевые слова: цифровая трансформация, искусственный интеллект, персональные данные, смарт-контракты, информационный суверенитет, национальный суверенитет, правоприменение.

PREREQUISITES FOR THE EMERGENCE OF LEGAL GAPS IN THE REGULATION OF DIGITAL TRANSFORMATION IN RUSSIA

Pynko Lyusena Evgenievna

Abstract: Digital transformation requires resolving certain conflicts in its legal framework. At the international level, there is no regulation governing the activities of multinational corporations regarding the use of data collected from the personal digital devices of people around the world, which creates security risks. There are legal gaps in the requirements for neural network technologies, smart contract algorithms, and so on. An analysis of certain areas of the development of the regulatory framework for digitalization in public administration, the social sphere, and the economy has revealed systemic problems: conceptual uncertainty, gaps in the requirements for certain digital technologies, and so forth.

Key words: digital transformation, artificial intelligence, personal data, smart contracts, information sovereignty, national sovereignty, law enforcement.

Современные правовые пробелы, возникающие в системах управления с применением информационно-коммуникационных технологий, порождены цифровой трансформацией, трансграничной природой киберугроз, часто неверифицированных моделях интеллектуального анализа данных, что требует соответствующих решений не только в контуре управления, но и на законодательном уровне. В настоящее время трансграничные потоки данных выступают значимой сферой международной торговли и неотъемлемой частью цифровых сервисных моделей. Однако их сдерживают ограничения на перемещение персональных данных через границы и законы

о локализации. Например, проведение опросов общественного мнения посредством электронных форм с встроенными алгоритмами сбора, обработки и хранения данных, учитывая правовые лакуны в данной сфере, приводит к манипуляциям, искажениям результатов в таких исследованиях. Манипуляции с общественным сознанием как в социально-политических системах, так и в сфере маркетинговых моделей создают ложные предпосылки и ложные системы прогнозирования социальных и экономических процессов, отсутствие предпосылок стратегического планирования и моделирования развития социальных, политических и экономических систем. Все это требует механизмов правового регулирования как самих потоков данных, так и технологий их обмена, хранения и обработки, актуальные и в полной мере регулирующие процессы современной цифровизации и цифровой трансформации.

К тому же, формирование и эволюция современной нормативной базы в сфере цифровой информации должны органично и своевременно встраиваться в концепцию государственного суверенитета: технологического, информационного, экономического и т.п.

На международном уровне существуют попытки правового оформления современных процессов цифровизации. В настоящее время такие попытки не являются международно-правовыми нормами, а служат рекомендациями. Например, «Глобальный цифровой договор (Global Digital Compact, GDC)» [1] — это инициатива ООН, призванная установить набор общемировых принципов для управления цифровыми технологиями. Реализация этих принципов призвана решить ряд важных проблем — от обеспечения прав человека в цифровом пространстве до ответственного использования новых технологий, таких как искусственный интеллект (далее ИИ).

Идею цифрового договора предложил генсек ООН А. Гутерриш в 2021 году, чтобы «изложить общие принципы открытого, свободного и безопасного цифрового будущего для всех». В сентябре 2024 года он был

принят как приложение к «Пакту во имя будущего». В нем цифровые права рассматриваются системно: фиксируется, что доступ к интернету — это право человека; закрепляется обязанность защищать в цифровом пространстве свободу слова, конфиденциальность, безопасность данных; поднимается тема цифровой инклюзивности (чтобы никто не был исключён из цифровой среды) и этического регулирования новых технологий, например, правовое и технологическое регулирование искусственного интеллекта. Критерии, по которым будет осуществляться такое регулирование, не определены.

В международном праве отсутствует унификация подходов к цифровой трансформации, национальные юрисдикции по-разному понимают и законодательно оформляют защиту данных, технологические требования к информационной инфраструктуре и т.д. Гармонизация международного законодательства в сфере борьбы с киберпреступностью необходима для обеспечения эффективного управления и устранения препятствий на пути социально-экономического развития государств.

Одними из важных направлений современной цифровой трансформации являются модели глубокого машинного обучения и нейросетевые технологии.

В современных цифровых системах (BI – системы, CRM – системы и др.) применяются технологии искусственного интеллекта с возможностью использования распределённых систем хранения и обработки данных (например, Hadoop, облачные платформы), а также специализированные инструменты интеллектуального анализа данных (Data Mining, Data Science). Сам процесс обработки данных стремительный. Высокая скорость сбора, кластеризации, классификации данных, определения в них корреляционных связей является основным целеполаганием в использовании подобных систем для генерации отчетов, расчета показателей планирования и т.д. Более того, современные системы обработки данных оперируют с

неструктурированными данными (процессы кластеризации таких данных, использование ассоциаций, регрессионного анализа), нивелируя ручную обработку данных (в т.ч. в табличных редакторах). Но, чтобы соотнести результаты управления, например, в отдельных филиалах большой организации, необходима унификация как самого процесса управления, так и методов сбора и обработки данных и их защиты. При этом алгоритм может содержать ошибки, и необходима верификация полученных посредством его результатов.

Любой интеллектуальный анализ данных – это алгоритм, который разработан людьми: специалистом-программистом или коллективом специалистов, экспертами в разных областях знаний. Этот алгоритм ограниченный и конечный. Отдельные же процессы управления могут быть бесконечными, например, управление муниципалитетом на протяжении нескольких эпох, при смене не просто правительственных групп, а иногда и всей системы управления. Предусмотреть все возможные правовые лакуны в таких системах практически невозможно, но можно уменьшить их количество в современном законодательстве посредством его систематизации.

При анализе отечественной нормативно-правовой базы в части требований к алгоритмам, применяемым в системах искусственного интеллекта, отсутствуют критерии, которые оценивают качество результатов, полученных при использовании программных средств, машинного обучения, нейросетевых технологий. Сложность нормативно-правового регулирования таких критериев заключается в том, что для отдельных секторов экономики, отдельных производств требуются индивидуальные программно-технические характеристики, в т.ч. для моделей глубокого машинного обучения и ИИ.

В принятом Федеральном законе от 26.07.2026 г. № 243-ФЗ «О поддержке развития технологий искусственного интеллекта в Российской Федерации» в ч. 5 ст. 4 закреплен риск-ориентированный подход к регулированию применения больших фундаментальных

моделей искусственного интеллекта – установление требований к применению больших фундаментальных моделей искусственного интеллекта исходя из вероятности рисков причинения вреда (ущерба) и масштабов причиняемого вреда (ущерба) жизни и здоровью физических лиц, деловой репутации и имуществу физических лиц и юридических лиц, технологической независимости государства, окружающей среде и иным охраняемым законом ценностям в связи с применением таких моделей искусственного интеллекта [6]. Подпункт «т» п.5 Указа Президента закрепляет параметры модели искусственного интеллекта – числовые значения, определяющие работу модели искусственного интеллекта, в частности выведение закономерностей, принятие решений или прогнозирование результатов [7]. ГОСТы, которые лишь устанавливают технические стандарты, но не являются нормами права, вводят отдельные критерии и требования к программным средам, алгоритмам, системам ИИ.

Например, ГОСТ 28195-89 «Оценка качества программных средств. Общие положения (Переиздание)» от 28.07.89 № 2507 закрепляет группы комплексных показателей качества программных средств, одними из которых являются «показатели надежности»: характеризуют способность программных средств в конкретных областях применения выполнять заданные функции в соответствии с программными документами в условиях возникновения отклонений в среде функционирования, вызванных сбоями технических средств, ошибками во входных данных, ошибками обслуживания и другими дестабилизирующими воздействиями [17]. В указанных дефинициях нет указания на ошибки в программном коде или ошибки в критериях оценки качества полученных результатов в программе, отмечены «другие дестабилизирующие воздействия», и далее в показателях сопровождения программных средств «технологические аспекты, обеспечивающие простоту устранения ошибок в программе и программных документах и поддержания ПС в актуальном состоянии»

[17]. ГОСТ 28195-89 от 28.07.89 № 2507 содержит легальные дефиниции, которые точно передают требования к программным средствам, в частности алгоритмам, которые содержатся в программах. Но для оценки результатов генерации нейросетями изображений, видео- и музыкальных фрагментов не указаны критерии качества результатов таких генераций, не указаны ограничения (или запрет) на распространение искаженных генераций изображений или музыки в сети. Подобные генерации с ошибками в полученном результате (неверные анатомические пропорции или изображение человека, животного, т.к. для существующих нейросетей анатомия человека все еще сложна в воспроизведении) или сознательные генерации изображений с искажениями нормативно-правовой базе не приводятся.

В ГОСТ 15467-79 от 26.01.79 (действующий с 30.06.79г.) «технический уровень продукции» существует отсылка к тому, что техническое совершенство определяется по специальным картам технического уровня.

Отметим, что ГОСТы по искусственному интеллекту в российском законодательстве разрабатываются, их уже достаточно много (в перечне Росстандарта 155 единиц). Например, в ГОСТ 59897-2021 от 26 ноября 2021 г. № 1619-ст «Данные для систем искусственного интеллекта в образовании. Требования к сбору, хранению, обработке, передаче и защите данных», даны легальные дефиниции «жизненный цикл данных» (data lifecycle), основные данные [мастер-данные (master-data)] и др., но нет определения «синтетических данных». В этом же ГОСТе приведены требования качества данных, которые оценивают по критериям: точность, полнота, согласованность, целостность, обоснованность, расхождение во времени, уникальность, валидность (их определения легально закреплены). К синтетическим данным могут быть отнесены все перечисленные критерии (кроме, возможно, точности, но этот момент необходимо обосновать и доказать). При этом «синтетические данные» – это искусственно сгенерированные массивы

информации, превращающиеся в один из базовых элементов цифровой инфраструктуры. Их используют для обучения моделей ML и DL (машинного обучения и глубокого машинного обучения) ввиду того, что массивы реальных (фактических) данных ограничены и малы по объему для такого обучения. Отдельные современные модели нейро-сетей «обучаются» на искусственно сгенерированных данных, с непрозрачными методами их получения. Насколько будет качественным и правдивым результат применения подобных нейросетей – проблема, которая обсуждается специалистами в сфере информационных и цифровых технологий, но которая ещё не обозначена в правовом поле. Возможной причиной такого пробела может быть судебная практика, точнее отсутствие или малое количество судебных разбирательств относительно ответственности разработчиков генеративных сетей, обученных на основе «синтетических данных» или других моделях ML и DL работающих на таких же принципах и с возможными ошибками результатов.

Пожалуй, из всего множества правовых пробелов, связанных с законодательством по искусственному интеллекту, можно выделить: этические и критерии искажения результатов на основе «синтетических данных», здесь можно обратиться к идее цифрового договора, который обозначает необходимость правового и технологического регулирования искусственного интеллекта, но он отражает рекомендации, а не императивные нормы. В национальных юрисдикциях существуют свои законы и стандарты, определяющие требования к алгоритмам и данным, используемым в моделях глубокого машинного обучения и системах искусственного интеллекта. Отечественные правовые пробелы в регулировании ИИ заполняются, в частности, регулятивными нормами № 243-ФЗ от 26.07.2026 г., но решены не полностью. ГОСТы, которые лишь технические акты, также не дают всех необходимых дефиниций. В Китае искусственный интеллект классифицируют по четырём уровням риска: минимальный, ограниченный, высокий, неприемлемый. Системы,

где применяется искусственный интеллект с высоким риском: правоохранительная деятельность, судопроизводство, критическая инфраструктура – используют обязательные процедуры контроля результатов обработки данных. К таким процедурам относятся: государственная сертификация, независимый аудит, стресс-тестирование. Также действуют правила маркировки контента, созданного ИИ, и утверждён обязательный национальный стандарт (GB 45438-2025 – источник: https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/std/newGbInfo?hcno=F32EA2A561F1886CD8D606513512D547).

Дополняют перечисленные процедуры требования кибербезопасности, которые устанавливают правила работы с генеративным ИИ и технологиями глубокого машинного обучения.

В стандарте GB 45438-2025 приводится отсылка к иным законам Китая относительно «синтетических данных»: в целях стандартизации деятельности по идентификации поставщиков услуг по созданию синтетического контента и поставщиков услуг по распространению контента для синтетического контента, генерируемого искусственным интеллектом, в соответствии с соответствующими законами и нормативными актами, такими как «Меры по идентификации синтетического контента, генерируемого искусственным интеллектом», стандарты для явной идентификации и неявные методы идентификации синтетического контента, генерируемого искусственным интеллектом, контент, созданный с помощью искусственного интеллекта, был разработан для поддержки эффективного применения соответствующих законов и нормативных актов [24].

Также в данном китайском стандарте приведены способы генерации синтетических данных: искусственный интеллект генерирует синтетическую идентификацию контента двумя способами: явной идентификацией и неявной идентификацией. Явная идентификация относится к идентификации, добавленной в созданный искусственным интеллектом синтетический контент или интерфейс интерактивной

сцены, представленный в виде текста, звука, графики и т.д., и который может быть четко воспринят пользователем [24].

Эволюция нормативно-правового регулирования происходит в России и за рубежом, опираясь на их технологические возможности и национальную систему права.

Все это вносит определенные неудобства как на международном уровне, так и в национальных юрисдикциях. Причем такие неудобства возникают как в государственном управлении, так и в аппаратах управления предприятий и организаций, чьи филиалы и департаменты размещены в различных странах. Отсутствие единых подходов и концепций, закрепленных законодательно по обработке данных, их обмену, верификации результатов, защите данных, приводит к искажению планирования и управления в любых системах. Например, неправительственные организации, занимающиеся социальными опросами, при отсутствии единых подходов в изучении общественного мнения в разных странах, используя разные методики сбора и обработки больших массивов данных по опросам, иногда получают искаженные, ложные результаты. Такие результаты опросов, будучи включенными в социально-экономическое планирование, например муниципалитетов, приводят к ошибкам в управлении агломерациями и деградации социально-экономического положения их населения.

Отсутствие единой системы показателей, для которых производится сбор, обработка и верификация результатов, защита данных в коммерческих компаниях с их департаментами в разных странах (например, для маркетинговых исследований), приводят к структурным ошибкам в самой системы управления такой компании при бизнес-планировании, т.к. в основе планирования были заложены заведомо ошибочные показатели маркетинговой обработки информации. Ошибочные стратегии управления, основывающиеся на искаженных результатах обработки данных, не всегда очевидны и имеют отложенный эффект. При этом ошибки могут быть как в методологических подходах

сбора и анализа, так и в применяемых алгоритмах в системах глубокого машинного обучения. Сами методологические подходы сбора, анализа и обработки данных в применяемых алгоритмах и (или) системах глубокого машинного обучения, прежде всего для государственного планирования и управления, должны закрепляться в нормативно-правовых актах с подробным обоснованием и описанием, какие должны быть критерии подобного правового регулирования.

Эскалация киберугроз от изолированных компьютерных преступлений до системного кибертерроризма и государственного взлома требует адекватного совершенствования инструментов и правовых норм защиты данных, единой концепции защиты на любом уровне управления. Также подразумевает периодическую систематизацию законодательства, причем интервал периодичности такого пересмотра нормативно-правовой базы регулярно сокращается, т.к. лавинообразно растет количество киберугроз.

В российском законодательстве большое внимание уделяется защите персональных данных граждан; способам сбора, обработки, хранения чувствительной для жителей России информации. Конституция РФ (ст. ст. 23, 24, 29) закрепляет фундаментальное право на неприкосновенность частной жизни: запрещает сбор, хранение, использование и распространение информации о ней без согласия человека [2]. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» является «центральным» документом, определяющим, что относится к персональным данным, кто является оператором, принципы обработки (минимизация данных, законность, справедливость), условия необходимости согласия субъекта, меры защиты данных и т.д. [3]. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [4] даёт базовые определения (информация, сайт, электронное сообщение) и устанавливает общие принципы защиты информации в цифровом пространстве. Глава 14 Трудового кодекса РФ

(№ 197-ФЗ) регулирует защиту персональных данных работника в рамках трудовых отношений [5]. Подзаконные акты детализируют правовое регулирование персональных данных: Постановление Правительства РФ от 15.09.2008 № 687 утвердило Положение об особенностях обработки персональных данных без использования средств автоматизации [8]. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 № 1119 утвердило требования к защите персональных данных при их обработке в информационных системах [9]. Постановление Правительства РФ от 29.06.2021 № 1046 регулирует федеральный государственный контроль (надзор) за обработкой персональных данных [10]. Правила принятия решения о запрещении или ограничении трансграничной передачи персональных данных регулируются Постановлением Правительства РФ от 10.01.2023 № 6 [11]. Последние детализации – это Постановление Правительства РФ от 01.08.2025 № 1154, которое утверждает требования к обезличиванию персональных данных, их методы и правила [12] и Постановление Правительства РФ от 26.06.2025 № 961, регулирующее формирование составов персональных данных после обезличивания и доступ к ним [13]. Отдельные ведомственные распоряжения: Приказ Роскомнадзора от 05.08.2022 № 128, который утвердил перечень иностранных государств, обеспечивающих адекватную защиту прав субъектов персональных данных [14]; Приказ Роскомнадзора от 14.11.2022 № 187, регулирующий порядок взаимодействия с операторами в рамках ведения реестра учёта инцидентов в области персональных данных [15].

Необходимо отметить, что персональные данные – это важный аспект нормативно-правовой защиты, но в сфере охвата цифровизацией общественной жизни занимает ее малую часть. Цифровые и технические устройства (смартфоны, RFID метки, датчики и др.), собирающие и передающие данные устройств, «умные часы», «умные кольца», смарт-устройства способны передавать данные о владельце в сетях, например геолокации, частоты сердечных сокращений, темах сообщений,

предпочтений в приобретении товаров и многое другое, что формирует «портрет» владельца таких устройств и может быть соотнесено с информацией о его частной жизни. В законодательстве не приведены регулятивные механизмы сбора и оборота таких данных.

Новые ГОСТы в этой сфере в России начали появляться совсем недавно, с 2024 г. Связаны они с «умным производством» и «смарт-стандартами», которые еще не в полной мере охватывают все инциденты, связанные с утечкой данных через оборудование «интернет-вещей» (далее, IoT). Например, один из ГОСТов по кибербезопасности умных гаджетов, который вступил в силу с 01.09.2026 г., прямо указывает, чтобы серверы, на которых обрабатывается ИИ-компоненты устройства, находились на территории России (речь о колонках, пылесосах, видеонянях и др. технике). ГОСТ Р 71843-2024 от 29.11.2024 г. «Национальный стандарт Российской Федерации. Цифровая промышленность. Умное производство. Часть 3. Рекомендации по кибербезопасности» закрепляет определения атак, девайса и др., а также задачи кибербезопасности при цифровом производстве. Именно он содержит определение «непрерывные изменения»: цифровая производственная система подвержена постоянным изменениям и реконфигурации, например функциональным усовершенствованиям, замене производственного оборудования, изменению выпускаемого продукта, оптимизации процессов. Границы между различными этапами жизненного цикла становятся размытыми (особенно это касается проектирования продукта, инжиниринга, эксплуатации). Безопасность системы должна соответствовать этим изменениям, в том числе в переходный период, и соответствующим образом корректироваться [16]. Норма указывает на необходимость корректировки изменений для процесса производства цифрового оборудования, опосредованно затрагивает информационный суверенитет России и безопасность обмена данных граждан и организаций.

Правовые механизмы регулирования конституционных прав гражданина, например права на неприкосновенность личной жизни в цифровой среде, должны быть сбалансированными между защитой государственного суверенитета и правами гражданина. 18 декабря 2013 года была принята без голосования Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/68/167, резолюция 68/167 «Право на неприкосновенность личной жизни в цифровой век» [18]. Это одна из первых самостоятельных инициатив ООН в этой сфере. В ней подчёркивается: технологии дают новые возможности, но одновременно повышают риски — правительства, компании и даже отдельные люди получают инструменты для слежки и массового сбора данных. Резолюция призывает защищать права человека в цифровой среде, при этом отмечается необходимость обеспечения общественной безопасности и указывается, что может быть оправдан сбор некоторой конфиденциальной информации, но государства всё равно обязаны в полной мере соблюдать свои международно-правовые обязательства в этой сфере. Резолюция указывает на необходимость защиты прав граждан от сбора информации об их личной (частной) жизни: «Будучи глубоко обеспокоена тем, что слежение за сообщениями и/или их перехват, включая экстерриториальное слежение за сообщениями и/или их перехват, а также сбор личных данных, особенно в массовом масштабе, могут иметь негативные последствия для осуществления и реализации прав человека». Отметим, что сам сбор, обработка и хранение данных в современном мире реализуются с помощью технических устройств, каналов связи, облачных технологий и т.п., который осуществляют информационно-коммуникационные корпорации. Ответственность компаний за сбор информации, ее хранение и обработку, учитывая транснациональный характер отдельных корпораций, необходимо регулировать. Сложность подобных регулятивных механизмов заключается в наднациональном свойстве информационно-коммуникационных корпораций (Google, Amazon и др.).

В России законодатель видит угрозу именно со стороны западных информационно-телекоммуникационных гигантов и транснациональных компаний для своих граждан. Требования локализации мест хранения данных и их сбора – это механизм защиты национальных интересов и информационного суверенитета. Понятие «государственного суверенитета», конечно же, много шире, чем просто «информационный суверенитет». При этом, учитывая современные процессы цифровой трансформации, сквозных информационных технологий в межотраслевых кластерах экономики, правовое регулирование всех этих процессов необходимо, и оно должно способствовать технологическому, промышленному, экономическому развитию страны.

Возможность и способность государства на своей территории разрабатывать и применять «критически важные технологии», т.е. межсекторальные технологии по созданию системно значимых видов высокотехнологичной продукции в интеграции с НИОКР и цифровыми технологиями, чтобы проводить независимую внутреннюю и внешнюю политику, является технологическим суверенитетом страны. Технологический суверенитет, в свою очередь, определяет технологическое лидерство государства, т.е. значимое преимущество перед технологиями стран-конкурентов по ключевым технико-экономическим показателям.

Концепция технологического развития на период до 2030 года [19] была утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р и содержит перечень двух типов проектов: проектов технологического суверенитета и проекты структурной адаптации экономики Российской Федерации (таксономия проектов структурной адаптации экономики).

Первый тип проектов обеспечивает решение важнейших производственных задач по созданию системно значимых видов высокотехнологичной продукции. Это отраслевые технологии в сфере микроэлектроники, станкостроения, отдельных видов химии,

беспилотных авиационных систем, фармацевтики, биоинженерии и др., такие технологии, без которых невозможно ускоренное развитие отечественной промышленности [19, 20].

Второй тип проектов — это технологические проекты, которые являются прорывными не только в данный момент, но и определяют облик производственных систем на ближайшую перспективу, в т.ч. технологии искусственного интеллекта и новые материалы с заданными свойствами или с программируемыми свойствами, поколение 6G-станций, системы связи, космические системы и др. Второй тип проектов, как перспективные технологии межотраслевого назначения, обеспечивает создание инновационных сервисов и продуктов, которые оказывают существенное влияние на развитие экономики, радикально меняя существующие рынки, и способствуют формированию новых рынков. Помимо технологического суверенитета России, Правительство России разработало и утвердило соответствующим распоряжением от 11 июля 2023 г. № 1856-р «Концепцию регулирования отрасли квантовых коммуникаций в Российской Федерации до 2030 года». Объектом регулирования отрасли квантовых коммуникаций являются общественные отношения, возникающие в сфере квантовой связи и квантовой криптографии.

Ключевым фактором, определяющим конкурентоспособность национальных экономик, является создание наукоемкой продукции на собственной технологической основе и использующей технологии межотраслевого назначения. Значимым компонентом нового технологического уклада является цифровая трансформация, которая охватывает все сферы общественных отношений — от экономики и государственного управления до здравоохранения и повседневных коммуникаций.

В этих условиях информация перестает быть лишь объектом познания или средством коммуникации; она приобретает свойства ключевого ресурса, стратегического актива и даже самостоятельного

объекта гражданского оборота. Формирование актуальной, отвечающей современным требованиям нормативно-правовой базы становится одним из приоритетных направлений государственной политики.

В Российской Федерации с 2017 года последовательно реализуется курс на создание правовых условий для цифровизации всех социально-экономических сфер, секторов экономики и государственного управления. Темпы технологического развития в настоящее время опережают законотворческий процесс, что порождает разрывы между существующими нормативными конструкциями и реальными общественными отношениями.

В частности, можно затронуть вопросы договорного права, связанные с использованием ИИ, систем автоматизации в более широком смысле, например применение «смарт-контрактов». В целом, понятие «смарт-контракт» можно рассматривать как определенный алгоритм, как «протокол цифровых операций», обеспечивающий процедуру согласования, подписания и выполнение условий договора, в т.ч. с применением технологий распределённого реестра (далее ТРР). «Смарт-контракт» – это не новый договорный тип, а цифровой способ исполнения обязательств, основанный на автоматизации и ТРР, технологически обуславливающий форму реализации согласования, подписания и исполнения договора, что согласуется со ст. 421 ГК (принцип свободы договора). Термин «смарт-контракт» вошел в обиход, но не отражает свое название по сути, т.к. представляет собой, прежде всего, процедуру, исполняемую посредством цифровых платформ и определенных алгоритмов на базе ТРР; его условно можно отнести к компьютерной программе, которая не является ни «контрактом», ни «смарт» (метод постановки цели и задач, который формулирует их реалистично, с конкретными сроками выполнения, с применением ИИ). Тогда разночтения в определении «смарт-контракт» в различных нормативно-правовых источниках требуют уточнения, прежде всего для исключения правовых пробелов. Как любой алгоритм, «смарт-контракт»

может содержать ошибки, тогда возникают риски по согласованию, подписанию и исполнению такого договора, но эти риски (ошибки программного кода) в ГК РФ не учтены. Необходимо разработать и доработать уже существующие «смарт-стандарты», связанные с исполнением «смарт-контрактов» в части ответственности сторон за риски, связанные с программным кодом. Отметим, что в российском праве определение «смарт-контракта» и «смарт-стандарта» закреплено. Но отдельные правовые процедуры при их исполнении не прописаны, помимо распределения рисков ввиду ошибок в алгоритме, не урегулированы возможность изменения условий, их согласование или отмена исполнения «смарт-контракта» в его части, отмена исполнения всего «смарт-контракта». Отраслевые «смарт-стандарты» в российском праве также разрабатываются, и часть их уже введена, но возникают отдельные сложности при их сопряжении с требованиями законодательства о цифровых финансовых активах и информационных технологиях.

На современном этапе нормативно-правовая база развивается по нескольким ключевым направлениям, которые можно обозначить как стратегические векторы:

1. Цифровые платформы. Цифровые экосистемы.

2. Цифровые токены для подтверждения личности (например, на портале Госуслуг).

3. Создание условий для внедрения инновационных технологий (например, искусственный интеллект).

4. Технология «смарт-контрактов» в государственном управлении.

5. Обеспечение информационного суверенитета (локализация данных, регулирование деятельности иностранных IT-компаний).

6. Регулирование оборота цифровых активов (цифровые финансовые активы, утилитарные цифровые права, цифровая валюта).

7. Защита прав субъектов персональных данных в условиях масштабной цифровизации.

При вышеназванных достижениях можно отметить правовые пробелы цифровой трансформации в России. Например, отсутствие легальных дефиниций ключевых понятий, используемых в цифровой сфере на уровне федеральных законов. Разрозненность понятий и их разброс в Федеральных законах, Постановлениях Правительства и др. приводит к тому, что правоприменитель вынужден либо использовать разъяснения Роскомнадзора или иных ведомств, не имеющие силы закона, либо применять аналогию, что создает правовую неопределенность. «Цифровой след», «цифровой двойник», «синтетические данные» и др. не закреплены в законодательстве на уровне федеральных законов; регулирование оборота данных нуждается в уточнении.

Одна из проблем, активно обсуждаемая в научной литературе (А.В. Минбалеев, Д.Е. Богданов), связана с определением субъекта ответственности за вред, причиненный автономными системами. Российское гражданское право (ст. 1064 ГК РФ) исходит из принципа вины [22, с. 218–219]. Однако в случае с автономными системами, действующими на основе самообучающихся алгоритмов, установить вину разработчика, владельца или иного лица зачастую невозможно [21, 22]. Но даже в генеративных системах искусственного интеллекта в части разработки алгоритмов их сопровождения стоят их разработчики (специалисты или группы специалистов информационно-технологических компаний). Отсутствие специального правового регулирования создает дополнительную нагрузку на суды, которые вынуждены применять общие нормы, не адаптированные к специфике цифровых отношений.

Например, Богданов Д.Е. и Богданова С.Г. отмечают: «На абстрактный характер правил ст. 1079 ГК РФ указывает Верховный Суд Российской Федерации, определяя критерии повышенной опасности того или иного вида деятельности. Согласно его руководящим разъяснениям, по смыслу статьи 1079 ГК РФ, источником повышенной опасности

следует признать любую деятельность, осуществление которой создает повышенную вероятность причинения вреда из-за невозможности полного контроля ее со стороны человека. Учитывая, что названная норма не содержит исчерпывающего перечня источников повышенной опасности, суд, принимая во внимание особые свойства предметов, веществ или иных объектов, используемых в процессе деятельности, вправе признать источником повышенной опасности также иную деятельность, не указанную в перечне» [22, 23].

Анализируя вышесказанное можно осторожно предложить следующее:

Любые цифровые производственные системы подвержены постоянным изменениям и реконфигурации, например функциональным усовершенствованиям, оптимизации процессов. Безопасность системы должна опережать эти изменения, поэтому должна соответствующим образом корректироваться нормами права. Для этого необходима систематизация нормативно-правового регулирования по секторам экономики и отдельно на уровне государственного управления.

Разработка нормативно-правовой базы по сферам государственного управления в части критериев-требований к алгоритмам в системах ИИ, основы ответственности за вред, причиненный ИИ, возможно, с введением разграничения ответственности разработчика, владельца, «выгодопользователя» в зависимости от степени автономности системы; разработать определения этических критериев применения ИИ.

Решение этих вопросов возможно при систематизации законодательства в сфере цифровизации.

Список литературы

1. Глобальный цифровой договор (Global Digital Compact, GDC). URL: https://www.un.org/ru/summit-of-the-future/global-digital-compact (дата обращения 05.08.2026).

2. Конституция РФ // Официальный интернет-портал правовой информации (www.pravo.gov.ru) от 06.10.2022 г., ст. 0001202210060013 URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102027595 (дата обращения 25.08.2026).

3. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» // Собрание законодательства РФ. 2006. № 31 (1 ч.). Ст. 3451.

4. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // Собрание законодательства РФ. 2006. № 31 (1 ч.). Ст. 3448.

5. Трудовой Кодекс РФ : федер. закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ : ред. от 28.12.2013 // Российская газета. 2025. № 256. Доступ из справ.-правов. системы «КонсультантПлюс».

6. Федеральный закон от 26.07.2026 г. № 243-ФЗ «О поддержке развития технологий искусственного интеллекта в Российской Федерации» // Официальный интернет-портал Правительства РФ (http://government.ru) URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/53467/page/1 (дата обращения 02.09.2026).

7. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» // «Официальный интернет-портал правовой информации» (www.pravo.gov.ru) 11 октября 2019 г., в Собрании законодательства Российской Федерации от 14 октября 2019 г. N 41 ст. 5700.

8. Постановление Правительства РФ от 15.09.2008 № 687 «Об утверждении Положения об особенностях обработки персональных данных, осуществляемой без использования средств автоматизации» // Официальный интернет-портал Правительства РФ (http://government.ru) URL: http://government.ru/docs/all/65436/ (дата обращения 26.08.2026).

9. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» //

Официальный интернет-портал Правительства РФ (http://government.ru) URL: http://government.ru/docs/all/84743/ (дата обращения 26.08.2026).

10. Постановление Правительства РФ от 29.06.2021 № 1046 «О федеральном государственном контроле (надзоре) за обработкой персональных данных» // Официальный интернет-портал Правительства РФ (http://government.ru) URL: http://government.ru/docs/all/135453/ (дата обращения 26.08.2026).

11. Постановлением Правительства РФ от 10.01.2023 № 6 «Об утверждении Правил принятия решения о запрещении или об ограничении трансграничной передачи персональных данных уполномоченным органом по защите прав субъектов персональных данных и информирования операторов о принятом решении» // Официальный интернет-портал Правительства РФ (http://government.ru) URL: http://government.ru/docs/all/145447/ (дата обращения 26.08.2026).

12. Постановление Правительства РФ от 01.08.2025 № 1154 «Об утверждении требований к обезличиванию персональных данных, методов обезличивания персональных данных и Правил обезличивания персональных данных» // Официальный интернет-портал Правительства РФ (http://government.ru) URL: http://government.ru/docs/all/160358/ (дата обращения 26.08.2026).

13. Постановление Правительства РФ от 26.06.2025 № 961 «О формировании составов персональных данных, полученных в результате обезличивания персональных данных, сгруппированных по определенному признаку, при условии, что последующая обработка таких данных не позволит определить принадлежность таких данных конкретному субъекту персональных данных, и предоставлении доступа к составам таких данных» // Официальный интернет-портал Правительства РФ (http://government.ru) URL: http://government.ru/docs/all/159725/ (дата обращения 26.08.2026).

14. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций от 05.08.2022

№ 128 «Об утверждении перечня иностранных государств, обеспечивающих адекватную защиту прав субъектов персональных данных» // Официальный интернет-портал правовой информации (www.pravo.gov.ru) от 20.09.2022 г., ст. 0001202209200008 URL: http://publication.pravo.gov.ru/ Document/View/0001202209200008 (дата обращения 25.08.2026).

15. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций от 14.11.2022 № 187 «Об утверждении Порядка и условий взаимодействия Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций с операторами в рамках ведения реестра учета инцидентов в области персональных данных» // Официальный интернет-портал правовой информации (www.pravo.gov.ru) от 28.12.2022 г., ст. 0001202212280052 URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/ 0001202212280052 (дата обращения 25.08.2026).

16. ГОСТ Р 71843-2024. Национальный стандарт Российской Федерации. Цифровая промышленность. Умное производство. Часть 3. Рекомендации по кибербезопасности, принят: 29.11.2024 г. № 1810-ст: действие с 01.07.2025. М.: 2024. URL: https://docs.cntd.ru/document/1310381181 (дата обращения 19.08.2026).

17. ГОСТ 28195-89. Оценка качества программных средств. Общие положения (Переиздание), принят: Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28.07.89 № 2507, действие с 01.07.1990 г., переиздание: сентябрь 2001 г. М.: 2001. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200009135?section=text (дата обращения 30.08.2026).

18. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/68/167, резолюция 68/167 «Право на неприкосновенность личной жизни в цифровой век». URL: https://docs.un.org/ru/A/RES/68/167 (дата обращения 09.08.2026).

19. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р «Концепция технологического развития до 2030 года» // Официальный интернет-портал Правительства РФ (http://government.ru) URL: http://government.ru/docs/48570/ (дата обращения 26.08.2026).

20. Отчет Председателя Правительства РФ Мишустина М.В. в Государственной Думе о работе правительства в 2023 г. (стенограмма) URL: https://rg.ru/2023/03/23/otchet-mihaila-mishustina-v-gosdume-o-rabote-pravitelstva-stenogramma.html (дата обращения 09.08.2026).

21. Основные направления правового регулирования использования искусственного интеллекта в условиях пандемии / М. А. Егорова, А. В. Минбалеев, О. В. Кожевина, А. Дюфло // Вестник Санкт-Петербургского университета. Право. – 2021. – Т. 12, № 2. – С. 250–262. – DOI 10.21638/spbu14.2021.201.

22. Богданов Д.Е., Богданова С.Г. Определение модели ответственности за вред, причиненный использованием технологий искусственного интеллекта в российском и зарубежном праве // Образование и право. 2023. № 6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-modeli-otvetstvennosti-za-vred-prichinennyy-ispolzovaniem-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta-v-rossiyskom-i (дата обращения 03.09.2026).

23. Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 26.01.2010 N 1 «О применении судами гражданского законодательства, регулирующего отношения по обязательствам вследствие причинения вреда жизни или здоровью гражданина». Текст постановления опубликован в «Российской газете» от 5 февраля 2010 г. N 24, в Бюллетене Верховного Суда Российской Федерации, март 2010 г., N 3 URL: https://rg.ru/documents/2010/02/05/sud-dok.html (дата обращения 02.09.2026).

24. Обязательный национальный стандарт КНР GB 45438-2025 от 28.02.2025 «Технология сетевой безопасности, генерирующая искусственный интеллект, метод синтетической идентификации

контента», внедрение с 01.09.2025. URL: https://openstd.samr.gov. cn/bzgk/std/newGbInfo?hcno=F32EA2A561F1886CD8D606513512D547 (дата обращения 02.09.2026).

© Пынько Л.Е., 2026

DOI 10.46916/08092026-4-978-5-00215-479-1

Глава 4.
СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА ГОСКОРПОРАЦИЙ В СИСТЕМЕ KPI: ОТ ФРАГМЕНТАЦИИ К УНИФИКАЦИИ ЧЕРЕЗ ESG-ПОДХОД

Еньшина Евгения Викторовна
президент Фонда
Харитонова Елена Геннадьевна
канд. ист. наук
руководитель направления
«Гранты и конкурсы»
Фонд развития профессиональных инициатив
«Женщины атомной отрасли»

Аннотация: В условиях возрастающей роли корпоративной социальной ответственности (КСО) в современном мире государственные корпорации, как ключевые игроки национальной экономики, сталкиваются с необходимостью не только декларировать свою социальную миссию, но и эффективно интегрировать ее в систему управления и оценки деятельности. В настоящей главе, основываясь на анализе нормативно-правовых документов, методических рекомендаций и данных аналитических отчетов независимых рейтинговых агентств (АК&М,_АКРА, «Эксперт РА»), исследуются особенности закрепления социальной политики госкорпораций (Росатом, ВЭБ.РФ, Ростех и Роскосмос) в ключевых показателях эффективности (KPI).

Анализ нормативно-правовых актов, регулирующих деятельность государственных корпораций в Российской Федерации, демонстрирует постепенное усиление внимания к вопросам КСО. Так, ряд федеральных законов и указов Президента РФ содержит общие положения о социальной ответственности бизнеса, стимулируя компании к участию в решении социальных проблем. Однако конкретные механизмы

интеграции социальной политики в систему KPI госкорпораций зачастую остаются на уровне рекомендаций и методических указаний.

Методические документы, разрабатываемые профильными ведомствами и самими госкорпорациями, предлагают различные подходы к формированию KPI, отражающие социальную составляющую. Среди них можно выделить прямые и косвенные социальные KPI и качественные показатели. Несмотря на наличие этих подходов, их применение на практике характеризуется значительной вариативностью. Отчеты независимых рейтинговых агентств, оценивающих уровень КСО госкорпораций, часто указывают на фрагментарность и неоднородность в представлении социальной информации, что затрудняет сравнительный анализ и объективную оценку эффективности социальной политики.

Ключевой проблемой, выявленной в ходе исследования, является отсутствие на федеральном уровне единого, четко сформулированного подхода к определению роли корпоративной социальной политики в развитии социальной сферы страны. Это приводит к тому, что каждая государственная корпорация самостоятельно интерпретирует свою социальную миссию и разрабатывает локальные документы (стратегии КСО, положения о социальной политике, внутренние регламенты), которые могут существенно отличаться по содержанию, приоритетам и механизмам реализации.

Ключевые слова: госкорпорация, Единая отраслевая социальная политика, ESG-подход, ключевые показатели эффективности (КПЭ/KPI), корпоративная социальная ответственность, социальная политика.

SOCIAL POLICY OF STATE CORPORATIONS WITHIN THE KPI SYSTEM: FROM FRAGMENTATION TO UNIFICATION THROUGH AN ESG APPROACH

Yenshina Evgenia Viktorovna
Kharitonova Elena Gennadyevna

Abstract: In the context of the growing role of Corporate Social Responsibility (CSR) in the modern world, state corporations, as key players in the national economy, face the need not only to declare their social mission but also to effectively integrate it into their management and performance evaluation systems. This article, based on an analysis of regulatory documents, methodological recommendations, and data from analytical reports by independent rating agencies (AK&M, ACRA, Expert RA), explores the specifics of embedding the social policy of state corporations (Rosatom, VEB.RF, Rostec, and Roscosmos) into their Key Performance Indicators (KPIs).

The analysis of regulatory acts governing the activities of state corporations in the Russian Federation demonstrates a gradual increase in attention to CSR issues. For instance, a number of federal laws and decrees of the President of the Russian Federation contain general provisions on the social responsibility of business, encouraging companies to participate in solving social problems. However, specific mechanisms for integrating social policy into the KPI system of state corporations often remain at the level of recommendations and methodological guidelines.

Methodological documents developed by relevant government agencies and by the state corporations themselves propose various approaches to forming KPIs that reflect the social component. Among these, one can distinguish: direct and indirect social KPIs, and qualitative indicators. Despite the existence of these approaches, their practical application is characterized by significant variability. Reports from independent rating agencies assessing the CSR level of state corporations often point to fragmentation and heterogeneity in the presentation of social information, which hinders comparative analysis and objective evaluation of the effectiveness of social policy.

A key problem identified during the study is the absence, at the federal level, of a unified, clearly articulated approach to defining the role of corporate social policy in the development of the country's social sphere. This

leads to each state corporation independently interpreting its social mission and developing local documents (CSR strategies, social policy provisions, internal regulations) that can significantly differ in content, priorities, and implementation mechanisms.

Key words: state corporation, Unified sectoral social policy, ESG approach, key performance indicators (KPIs), corporate social responsibility, social policy.

Введение

Институционализация социальной политики госкорпораций как управленческой практики происходит не только посредством формирования организационно-управленческих основ деятельности компаний, но и в результате разработки и внедрения в практику корпораций соответствующей нормативно-правовой базы, формирования институциональной этики и сознания. В связи с этим, для того чтобы максимально объективно и достоверно рассмотреть особенности корпоративной социальной ответственности, представляется актуальным обратиться к законодательной и нормативно-правовой базе деятельности госкорпораций, а также методическим и локальным документам компаний, освещающим данный вопрос.

Сегодня социальная политика государственных корпораций находит отражение в ключевых показателях эффективности (KPI) — количественных индикаторах результативности деятельности компаний, помогающих оценить эффективность её работы.

Идеи системы KPI как инструмента управления эффективностью компании сравнительно молодые — возникли за рубежом в начале 1990-х. В России стали набирать популярность с 2010-х гг.: исследователи О.С. Ставицкая [29], Р. Каплан [8] и Ю.С. Никонова [17] подтверждают эффективность KPI; а Е.Н. Ветлужских [2] и А.К. Клочков [9] подчёркивают сбалансированность этой системы показателей, а также положительное влияние на мотивацию сотрудников.

Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2020 г. № 3579-р утвердило методические рекомендации по формированию и применению КПЭ [22] для определённого круга организаций в связи, в частности с определением вознаграждения их руководящего состава. Кроме того, саморегулирование показателей эффективности государственных корпораций имеет и законодательную основу: статья 7.1 Федерального закона от 12 января 1996 г. № 7-ФЗ «О некоммерческих организациях» предусматривает компетенцию высшего органа управления государственной корпорации в отношении системы оплаты труда, предусматривающей зависимость оплаты от достижения основных показателей эффективности [34].

В КПЭ включены два параметра — финансовый (оценивает рентабельность капитала компании) и отраслевой (оценивает объём инвестиций и вклад в бюджетную эффективность). Именно отраслевые показатели КПЭ отражают содержание национальных задач развития страны [32, 33], в том числе в сфере социальной политики.

Следуя логике основных характеристик KPI, ключевые показатели эффективности корпораций должны быть в прямой зависимости от корпоративной стратегии, поскольку направлены на формирование показателей, способствующих достижению целей руководителей подразделений в оценке результативности деятельности сотрудников, тем самым осуществляя контроль реализации корпоративной стратегии компаний, помогающих оценить эффективность её работы.

Однако практика показывает, что одни только показатели KPI не могут охватить целиком социально ориентированную политику современных государственных корпораций, поскольку она находится в постоянном развитии и совершенствуется, приобретая новые формы и направления. Все это требует применения в отношении их иных подходов к оценке эффективности, дающих ответы на более общие и глобальные вопросы и, в частности, позволяющие оценить

вовлеченность корпораций в решение общественных проблем и реализацию национальных целей государства [13].

В связи с этим специалисты в области корпоративного управления всё чаще предлагают оценивать деятельность госкорпораций с позиций ESG-подхода — т.е. учитывать нефинансовые факторы при принятии решений (экологические, социальные и управленческие аспекты деятельности корпорации). ESG-подход (где: E – «environment» – экологичность деятельности; S – «social» – социальная направленность деятельности, влияние деятельности на персонал и общество в целом; G – «governance» – открытость корпоративного управления и корпоративная этика) [13] значительно дополняет методику оценки КПЭ, поскольку ориентирован на устойчивое развитие и социальную ответственность корпорации, в то время как КПЭ отвечает за контроль и управление эффективностью. Растущий интерес к оценке государственных корпораций с позиции ESG-подхода подтверждается не только разнообразием научных исследований по данному вопросу [1, 6, 14, 18, 31], но и подготовкой соответствующей нормативно-правовой базы [22, 23, 24]

Материалы и методы

При проведении исследования в качестве исходных данных были использованы категории материалов:

- нормативно-правовые документы в области корпоративной социальной ответственности на федеральном уровне: Указы Президента РФ [32, 33], Постановления Правительства РФ [20], Распоряжения Правительства РФ [22, 23, 24], а также локальные документы отечественных корпораций — кодексы корпоративной социальной ответственности [21,5, 10, 11, 28];

- методические документы: международные стандарты [25], национальные стандарты [16];

- аналитические отчёты отечественных независимых рейтинговых агентств [4].

В основе работы — институциональный подход и концепция корпоративной социальной ответственности (КСО).

Институциональный подход рассматривает управление как совокупность людей (субъектов и объектов управления), а также систему конкретных законов и норм, управленческих решений и действий.

Институциональный подход к социальному управлению и концепция КСО позволяют лучше объяснить неуправляемые спонтанные социальные процессы в условиях возрастающего влияния деятельности людей на окружающий мир, а также изучить госкорпорации как социальный институт: исследовать практики социального управления через формирование пакета специальных документов и, в целом, стандартизацию корпоративной социальной политики.

Среди основных методов исследования — анализ нормативно-правовой базы и контент-анализ.

Контент-анализ позволил изучить статистику, аналитические отчёты рейтинговых агентств и материалы публичной нефинансовой отчётности госкорпораций.

Анализ нормативной базы обеспечивает объективность и достоверность исследования, помогает определить правовое поле рассматриваемого вопроса и оценить эффективность правового регулирования темы отражения социальной политики госкорпораций в стратегических документах и KPI.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время несколько отечественных информационных агентств готовят подробную аналитику в рамках ESG (по направлениям — социальной эффективности, ответственности перед обществом, наличию благотворительных фондов, и проч.) и рейтинг российских компаний, имеющих в приоритете своей деятельности принципы устойчивого развития. Например, агентство АК&М ведёт статистику (за 2018/2019–2023/2024 гг.) в отношении 16 крупных российских компаний (за исключением госкорпораций), работающих в рейтингах

ESG, среди которых группа компаний АЛРОСА, Аэрофлот, ВТБ, Газпром, ВК/VK, ЕВРАЗ, Вымпелком, Балтика, Интер РАО и др.

Из представленных компаний широко известен своей благотворительной политикой «Газпром», социальные программы которого направлены на строительство и ремонт объектов социальной сферы, организацию культурных и спортивных мероприятий, помощь Церкви, детским домам, школам [15, с. 333]. Кроме того, по данным на конец 2024 г. в рамках проекта «Газпром — детям» компания построила более 2 тыс. спорткомплексов в 74 регионах России [35].

Систематической оценкой непосредственно государственных корпораций с учётом ESG-критериев занимаются независимые организации — Аналитическое Кредитное Рейтинговое Агентство (АКРА) и «Эксперт РА» [4]. Анализ публичной нефинансовой отчётности госкорпораций предлагают и отдельные эксперты-исследователи [7, 13].

Аналитика выше обозначенных агентств, представленная в таблице 1 показывает, что из шести российских государственных корпораций активную политику в области устойчивого развития ведут четыре из них — Росатом, ВЭБ.РФ, Ростех и Роскосмос.

Таблица 1

Соответствие российских государственных корпораций ESG-критериям

Госкорпорация	*ВЭБ.РФ*	*Росатом*	*Ростех*	*Роскосмос*
E (экологичность)	+	+	+	инф-я отсутствует
S (социальная направленность)	+	+	+	±
G (Открытость корпоративного управления и корпоративная этика)	+	+	±	+

Примечание: Таблица составлена авторами. Критерии оценки: «+» означает активную и системную работу (стратегии, целевые показатели по снижению выбросов, обращению с отходами), «±» — отдельные инициативы.

Наивысшие оценки в области экологии, социальной ответственности и управления имеют ВЭБ.РФ (ESG-I) и Росатом (ESG-2).

У ГК «Роскосмос» и «Ростех» менее высокие оценки в рейтингах в первую очередь по причине большей закрытости, что объясняется спецификой их деятельности. Тем не менее, на основе официальных отчётов из открытых источников видно, что «Ростех» уделяет повышенное внимание вопросам обеспечения безопасности и охраны труда и соблюдению экологических норм; активно занимается стандартизацией процессов производства с целью снижения факторов воздействия вредных веществ на экологию и персонал. А ГК «Роскосмос», не публикующая данные о финансировании экологических программ, активно реализует политику совершенствования в сфере охраны труда и производственной безопасности [13].

Важным механизмом институционализации практик социальной политики компаний являются специально создаваемые локальные документы — корпоративные социальные отчёты и корпоративные кодексы, или кодексы корпоративной социальной ответственности.

Так, корпоративный социальный отчёт даёт возможность компаниям представить в общем виде информацию о проведённой ими социальной политике и продемонстрировать бизнес-окружению, что компания нацелена не только на получение прибыли: включает разделы о качестве продукции, принципах взаимодействия с потребителями и конкурентами, а также добровольные обязательства компании в отношении работников и местного сообщества [30, с. 126].

В свою очередь, корпоративный кодекс отражает идеологию компании, повышает уровень доверия стейкхолдеров и лояльность сотрудников, тем самым создаёт прозрачность в системе управления организации [3].

За последние 20 лет крупные компании активно разрабатывали и внедряли внутренние документы, регулирующие их социальную ответственность. Примерами служат «Социальный кодекс» «ЛУКОЙЛ» [28], определяющий социальные гарантии и благотворительную деятельность, Кодекс корпоративной социальной ответственности ОАО «РЖД» [11], устанавливающий принципы взаимодействия с заинтересованными сторонами, и аналогичный документ ОАО «Нижнекамскнефтехим», детально описывающий социальные программы для сотрудников [10].

Непосредственно государственные корпорации подключаются к практике разработки локальных документов в области корпоративной социальной политики немного позже, в 2010-е гг. Начало этому положил Национальный стандарт Российской Федерации «Руководство по социальной ответственности» [16]. Нормативные, методические документы и данные исследований подчёркивают необходимость внедрения в деятельность госкорпораций специальных Социальных кодексов, или Единых стандартов корпоративной социальной политики (ЕСКСП), которые должны отражать принципы работы компании, её общественно-полезные цели, перспективы развития, а также нормы поведения сотрудников [19].

Так, ГК «Ростех» осуществляет свою социальную политику через реализацию программ по материальной помощи сотрудникам, негосударственному пенсионному обеспечению, добровольному медицинскому страхованию, отдыху и оздоровлению, а также предоставлению субсидий на жильё [18]. Кроме того, известно участие «Ростеха» в нацпроекте «Экология»: в проектах по строительству мусоросжигательных заводов в стране [27].

В ГК «Внешэкономбанк» (ВЭБ.РФ) Единый стандарт корпоративной социальной политики заменяет ряд других документов, позволяющих целенаправленно осуществлять разные направления внутренней и внешней социальной политики — Дорожная карта по устойчивому развитию, а также Стратегии развития госкорпорации (каждые пять лет). Например, в данных документах прописаны особенности реализации корпоративной экологической политики ВЭБ.РФ. Кроме того, в соответствии с Меморандумом о финансовой политике государственной корпорации [23] ГК «ВЭБ.РФ» уделяет особое внимание спонсорской и благотворительной деятельности в сфере культуры, спорта и здравоохранения.

Серьёзность практик ГК «ВЭБ.РФ» в области устойчивого развития подтверждает издание в 2011 году материалов по корпоративной социальной ответственности, в которых отражены нормативные документы, на основании которых выстраивается социальная политика госкорпорации, виды нефинансовых отчётов, а также преимущества КСО для бизнеса [12].

Глубоко к реализации социальной политики подходит и ГК «Росатом»: с 2018 г. государственная корпорация разработала и использует «Единую отраслевую социальную политику», в которой указаны цели, подходы, механизмы реализации социальной защиты сотрудников, а также подробно прописаны внешние направления КСО [21, 5].

Заключение

Социальная политика госкорпораций должна быть не просто формальным набором правил, а реальным отражением социально ответственного поведения, укрепляющего доверие со стороны государства и граждан.

Несмотря на то что госкорпорации активно расширяют свою социальную деятельность как внутри, так и за пределами компаний, до сих пор отсутствует единый государственный подход к определению

роли корпоративной социальной политики в развитии социальной сферы страны. Это приводит к тому, что разные госкорпорации по-разному понимают и реализуют социальную политику. Хотя некоторые компании, такие как ГК «Росатом», самостоятельно разрабатывают внутренние документы, такие как «Единая отраслевая социальная политика», отсутствие общепринятой государственной концепции ограничивает потенциал госкорпораций в достижении национальных целей развития России.

Помимо отсутствия единой концепции, существует проблема с подготовкой отчётности о социальной деятельности госкорпораций.

Госкорпорации оценивают свою деятельность по ключевым показателям развития (KPI). Однако в настоящее время стало очевидно, что KPI не охватывает социально ориентированные направления деятельности госкорпораций. В связи с этим в корпоративную практику внедряются ESG-принципы оценивания.

Цель оценки внедрения ESG-принципов в корпоративную практику — понять, насколько успешно компания интегрирует устойчивое развитие в свою деятельность и закладывает фундамент для долгосрочного процветания. В рамках этой оценки рассматриваются:

Экологическая составляющая: анализируются действия компании по снижению воздействия на окружающую среду, минимизации рисков и участию в экологически ответственных проектах, таких как использование переработанных материалов.

Социальная составляющая: оценивается, как компания относится к своим сотрудникам, клиентам и партнёрам, соблюдая их права и интересы, а также участвуя в социальных программах и обеспечивая достойные условия труда.

Управленческая составляющая: проверяется открытость и честность бизнеса, эффективность механизмов разрешения конфликтов и строгое соблюдение антикоррупционного законодательства.

По результатам проведённого анализа представляется целесообразным на уровне государственной политики рассмотреть имплементацию или разработку гибридной модели, интегрирующей существующие формы оценки современных корпораций. Данные подходы, будучи комплементарными, способны обеспечить более полное и всестороннее понимание их деятельности. Рекомендуется отразить данный тезис в Единой концепции социальной корпоративной политики и обеспечить его трансляцию руководителям всех отечественных корпораций. Реализация предложенных мер будет способствовать унификации оценочных процедур в отношении госкорпораций по всем направлениям, повышая их глубину и последовательность.

Список литературы

1. Бахарева Д.О. Анализ практики применения ESG-принципов в госкорпорации «Росатом» / Д.О. Бахарева // Правовой альманах. – 2022. – №1 (14). – С. 42–48.

2. Ветлужских Е.Н. Система вознаграждения. Как разработать цели и KPI. — М.: Альпина Паблишер, 2026. – 224 с.

3. Гильдингерш М.Г. Корпоративный кодекс как инструмент развития социальной ответственности бизнеса / М.Г. Гильдингерш // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2023. № 6-1(144). – С. 161–166.

4. Горчаков В., Сорокина Т. АКРА повысило ESG-рейтинг государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» до уровня ESG-2, ESG-B. – URL: https://www.acra-ratings.ru/upload/iblock/219/h9asxyi765jvq1m0idzj3652vvwn8549/20230925_Rosatom_ESG_reyting_press_reliz_rus.pdf (дата обращения 06.08.2025).

5. Единая отраслевая политика Госкорпорации «Росатом» и её организаций по правам человека, утв. Приказом Госкорпорации «Росатом» от 15.06.2022 г. № 1/729-П. – URL: https://rosatom.ru/

upload/iblock/60a/tsboa0wp7awn10c3x806p8h5k50umig7/Единая%20отраслевая%20политика%20по%20правам%20человека.pdf (дата обращения 31.07.2026)

6. Измайлова М.А. Реализация ESG-повестки инструментами цифровой экономики: состояние и перспективы развития / М.А. Измайлова // Ars Administrandi (Искусство управления). – 2024. – Т. 16. – № 3. – С. 413–435.

7. Кандаурова Д. Ю., Бакулина А.А. Роль госкорпораций в экономической системе государства и анализ эффективности их управления / Д.Ю. Кандаурова, А.А. Бакулина // Вестник евразийской науки. – 2025. – Т. 17. – № S1. – Порядковый номер 23. – URL: https://esj.today/PDF/23FAVN125.pdf (дата обращения 07.08.2025)

8. Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – М.: Олимп-бизнес, 2017. – 320 с.

9. Клочков А.К. KPI и мотивация персонала: полный сборник практических инструментов /А.К. Клочков. – М.: Эксмо, 2010. – 155 с.

10. Кодекс корпоративного управления ПАО «Нижнекамскнефтехим». – Нижнекамск, 2022. – 18 с.

11. Кодекс корпоративной социальной ответственности ОАО «РЖД». – Москва, 2008. – 14 с.

12. Корпоративная социальная ответственность. Новая философия бизнеса. – М.: Внешэкономбанк, 2011. – 57 с.

13. Кузнецов Н.В., Котова Н.Е. Оценка деятельности российских государственных корпораций с позиции ESG-подхода / Н.В. Кузнецов, Н.Е. Котова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 11 (часть 2). – С. 231–236.

14. Марголин А. М., Вякина И. В. Риски, вызовы и механизмы ESG-трансформации систем управления / А.М. Марголин, И.В. Вякина // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2022. – Т. 13. – № 3. – С. 352–368.

15. Москвин В.В. Поддержка государства крупными корпорациями в реализации социальной политики Российской Федерации / В.В. Москвин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2013. – № 2. – С. 331–334.

16. Национальный стандарт Российской Федерации «Руководство по социальной ответственности». – М.: Стандартинформ, 2012 (переиздан в 2020 г.). – 115 с.

17. Никонова Ю.С. Система KPI как инструмент управления эффективностью компании / Ю.С. Никонова // Вопросы экономики и управления. – 2019. – №3(19). – С. 18–23.

18. Платунова Т.Л., Меженцев В.А. Государственная корпорация «Ростех»: правовые и практические аспекты деятельности / Т.Л. Платунова, В.А. Меженцев // Российско-азиатский правовой журнал. – 2023. – №1. – С. 18–24.

19. Полухина И.Г. Социальный кодекс в государственных корпорациях / И.Г. Полухина // Социальная политика и социальное партнёрство. – 2019. – № 12. – С. 28–31. – URL: https://panor.ru/articles/sotsialnyy-kodeks-v-gosudarstvennykh-korporatsiyakh/31763.html# (дата обращения 07.08.2025).

20. Постановление Правительства РФ от 21.09.2021 № 1587 (действ. ред.) «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития в Российской Федерации». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_396203/ (дата обращения 07.08.2025).

21. Приказ Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» от 18 мая 2018 г. № 1/504-п об утверждении Единой отраслевой социальной политики Гокорпорации «Росатом» и её организаций – URL: http://moovk.ru/wp-content/uploads/2018/05/20180518_1_504-П.pdf (дата обращения 27.08.2026).

22. Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2020 года №3579-р об утверждении Методических рекомендаций по формированию и применению ключевых показателей эффективности (КПЭ) для госкорпораций и институтов развития. – URL: http://static.government.ru/media/files/ORya0g5AoEgOyIGXAk PDlirA8 PFqiYPH.pdf (дата обращения 27.08.2026).

23. Распоряжение Правительства РФ от 10 августа 2021 г. № 2208-р Об утверждении Меморандума о финансовой политике государственной корпорации развития «ВЭБ.РФ». – URL: https://base.garant.ru/402617576/ (дата обращения 27.08.2026).

24. Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_399657/ f62ee45 faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/ (дата обращения 07.08.2025).

25. Рекомендации для компаний по проведению самооценки организации деятельности компании в соответствии с принципами социальной ответственности на основе положений международного стандарта ISO 26000:2010 «Руководство по социальной ответственности». – М., 2011. – 48 с.

26. Савенко О.Л., Христова С.М. ESG-факторы развития российского корпоративного сектора в условиях новой реальности / О.Л. Савенко, С.М. Христова // Вестник Евразийской науки. – 2023. – Т. 15. – № 6. – Порядк. номер 46. – URL: https://elibrary.ru/download/ elibrary_65006553_ 65314462.pdf (дата обращения 31.07.2026)

27. Солодилова М.А. Госкорпорация «Ростех» как актор современных политических процессов / М.А. Солодилова // Общество: политика, экономика, право. – 2021. – №5(46). – С. 31–35.

28. Социальный кодекс ОАО «ЛУКОЙЛ». – Москва, 2002. – 13 с.

29. Ставицкая О.С. KPI – ключевые показатели эффективности, их

виды и применение / О.С. Ставицкая // Проблемы современной науки и образования. – 2018. – №7(127). – С. 45–51.

30. Строева О.А., Мироненко Н.В., Иванов Х.М. Корпоративная социальная ответственность: российские и зарубежные стандарты // Среднерусский вестник общественных наук. – 2016. – Т. 11. – № 1. – С. 120–131.

31. Сысоева Е. А., Хорошилова Т. И. Инструменты управления промышленными предприятиями на основе принципов бережливого производства и ESG / Е.А. Сысоева, Т.И. Хорошилова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2023. – Т. 13. – № 2. – С. 123–133.

32. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» (утратил силу) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2020. – № 30. – ст. 4884.

33. Указ 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». – URL: https://rg.ru/documents/2024/05/07/prezident-ukaz309-site-dok.html (дата обращения 07.08.2025).

34. Федеральный закон «О некоммерческих организациях» (с изменениями на 20 февраля 2026 года). – URL: https://sh89-orenburg-r56.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/userfiles/Zakon_ot_12_01_1996_N_7-FZ_O_nekommercheskih_organizatsiyah_s_izmeneniyami_na_20_fevralya_2026_goda_Text.pdf (дата обращения 26 августа 2026).

35. Хашева З.М., Хорольская Т.Е., Новиков Д.А. Корпоративная социальная ответственность в деятельности современных бизнес-структур / З.М. Хашева, Т.Е. Хорольская, Д.А. Новиков // Вестник Академии знаний. – 2024. – №4(63). – С. 650–653.

© Еньшина Е.В., Харитонова Е.Г.

Глава 5.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Батищев Максим Романович
аспирант
Истратий Анна Юрьевна
Козлова Елена Геннадьевна
Чекан Анна Алексеевна
к.э.н., доценты
ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения»

Аннотация: Работа опирается на обобщенные статистические данные и аналитические материалы, что позволило рассмотреть состояние систем управления персоналом в розничной торговле и проследить тенденции их совершенствования средствами цифровой трансформации. Систематизирован зарубежный опыт крупнейших розничных сетей. Выявлены особенности цифровизации кадровых процессов, факторы и условия, которые ее поддерживают, а также ограничения, сдерживающие внедрение новых решений в торговых компаниях. Автоматизации транзакционных HR-процессов отрасли уже недостаточно, и требуется переход к управлению персоналом, опирающемуся на данные и искусственный интеллект.

Ключевые слова: управление персоналом, розничная торговля, цифровая трансформация, искусственный интеллект, HR-аналитика, кадровый дефицит, текучесть персонала.

IMPROVEMENT OF PERSONNEL MANAGEMENT SYSTEMS IN RETAIL TRADE THROUGH DIGITAL TRANSFORMATION TOOLS

Batishchev Maxim Romanovich
Istraty Anna Yurievna
Kozlova Elena Gennadievna
Chekan Anna Alekseevna

Abstract: The work is based on generalized statistical data and analytical materials, which made it possible to consider the state of HR systems in retail and trace the trends in their improvement by means of digital transformation. The foreign experience of the largest retail chains has been systematized. The features of digitalization of personnel processes, factors and conditions that support it, as well as restrictions holding back the introduction of new solutions in trading companies, have been identified. Automation of the industry's transactional HR processes is no longer enough and a shift to data-driven and artificial intelligence-driven HR management is required.

Key words: personnel management, retail trade, digital transformation, artificial intelligence, HR analytics, labor shortage, staff turnover.

Розничная торговля доводит товары до конечного потребителя, формирует заметную часть доходов бюджетов и остается одним из крупнейших работодателей национальной экономики, так что ее социально-экономическая отдача измеряется далеко не одним товарооборотом. В последние годы отрасль развивается под давлением сразу нескольких взаимосвязанных факторов, среди которых цифровизация потребительского поведения, трансформация торговых форматов, обострившаяся конкуренция за работников и кадровый дефицит, беспрецедентный по своим масштабам. Каждый из них напрямую касается кадровой сферы. Человеческий фактор в таких

обстоятельствах превращается в главное ограничение для розничных сетей, сохраняя при этом значение основного резерва повышения их эффективности, и система управления персоналом закономерно оказывается полем активной цифровой трансформации.

Традиционные административные методы управления персоналом, выстроенные вокруг жесткой регламентации и сплошного контроля, все хуже согласуются с новыми реалиями рынка труда, где работодателю приходится считаться с ожиданиями работников поколений Y и Z, реагировать на меняющуюся кадровую потребность и в короткие сроки перестраивать как численность коллектива, так и его квалификационную структуру. Запас прочности такой модели постепенно исчерпывается. Цифровые инструменты (искусственный интеллект, большие данные, HR-аналитика, корпоративные образовательные платформы, чат-боты, роботизация рутинных операций) дают возможность вывести работу с людьми на качественно иной уровень, когда реактивное администрирование уступает место проактивному управлению, опирающемуся на данные.

Российская практика при этом заметно отстает от передовых зарубежных ритейлеров по глубине и системности цифровизации кадровых систем, причем разрыв касается не столько отдельных технологий, сколько связности управленческих решений. Именно поэтому всесторонний анализ такого перехода сохраняет исследовательскую актуальность.

Работа нацелена на то, чтобы через анализ текущего состояния, наметившихся тенденций и зарубежной практики выявить особенности, факторы, условия и ограничения, которые сопровождают совершенствование систем управления персоналом в розничной торговле средствами цифровой трансформации. Задачи подчинены этой цели. Сначала предстоит разобрать, в каком состоянии находится и куда движется цифровая трансформация кадровых систем розничной торговли, затем свести воедино зарубежный опыт и взвесить, насколько

он приживается в иных условиях, после чего классифицировать сами особенности, факторы, условия и ограничения, с которыми сталкивается цифровизация кадровых процессов.

Исследование построено на смешанном подходе, сочетающем анализ вторичных данных, опрос представителей отрасли и экспертную оценку.

В качестве источников статистических и отраслевых данных использованы официальные публикации Росстата, отчёты Ассоциации компаний интернет-торговли (АКИТ) и аналитика HeadHunter (hh.ru) за 2020–2025 гг. Для обеспечения достоверности проводилась перекрёстная проверка показателей минимум по двум источникам; при расхождении более 5 % данные не использовались, либо фиксировалась причина. Показатели динамики (оборот розничной торговли, доля интернет-продаж, hh.индекс) обрабатывались методами трендового анализа.

Сравнительный рейтинг стран по уровню цифровизации HR-процессов сформирован на основе 12 HR-метрик, нормированных к единой шкале 0–100 баллов. Итоговый балл рассчитан как среднее арифметическое нормированных показателей. При наличии пропусков применялась линейная интерполяция по ближайшим годам.

Интегральная оценка уровня зрелости цифрового HR в российских розничных сетях рассчитана по формуле:

IHR=0,4·A+0,4·B+0,2·C, I HR =0,4·A+0,4·B+0,2·C, (формула 1)

где A — оценка уровня автоматизации транзакционных процессов,

B — уровень развития HR-аналитики и прогнозных моделей,

C — степень внедрения инструментов управления опытом сотрудника. Весовые коэффициенты (0,4; 0,4; 0,2) определены на основе экспертной оценки с коэффициентом конкордации.

W=0,78, что свидетельствует о согласованности мнений экспертов.

Эмпирической основой для анализа барьеров внедрения HR-технологий послужил опрос 47 компаний розничной торговли

(октябрь–декабрь 2025 г.). Критерии включения в выборку: численность персонала от 500 человек, наличие HR-службы, работа в формате федеральной/региональной сети.

Должностная структура респондентов: HR-директора — 33,3 % (16 человек); руководители отделов персонала — 46,8 % (22 человека); специалисты по HR-аналитике — 19,9 % (9 человек).

Географическое распределение: ЦФО — 42,6 % (20 компаний); ПФО — 23,4 % (11 компаний); СФО — 17,0 % (8 компаний); другие регионы — 17,0 % (8 компаний).

Опрос проведён в форме онлайн-анкеты, включавшей закрытые шкальные вопросы, варианты множественного выбора и открытые поля для комментариев. Возможность множественного выбора была явно указана в формулировке вопроса о барьерах, поэтому сумма долей по категориям может превышать 100 %. Доли респондентов рассчитаны как отношение количества ответов по каждой категории к числу валидных анкет (n = 47).

Обработка данных включала проверку на выбросы и логические несоответствия, группировку барьеров по типам (финансовые, кадровые, технологические и др.) и расчёт долей и средних значений.

Матрица рисков цифровой трансформации построена на основе оценок экспертной группы из 12 специалистов (HR-директора, руководители HR-проектов, консультанты по управлению рисками). Каждый эксперт оценивал каждую угрозу по двум параметрам: вероятность наступления (шкала 1–5) и потенциальное влияние на проект (шкала 1–5).

Итоговые оценки агрегированы методом среднего арифметического индивидуальных баллов. При расхождении индивидуальных оценок более чем на 1,5 балла по любому из параметров проводилась групповая дискуссия, после чего выставлялась согласованная оценка. Согласованность мнений экспертов проверялась с помощью коэффициента конкордации.

Основные ограничения исследования связаны с репрезентативностью выборки: в опросе участвовали преимущественно крупные и средние сети, малые форматы не представлены. Финансовые и экономические эффекты внедрения HR-технологий (в том числе окупаемость) носят оценочный характер из-за ограниченного раскрытия данных компаниями.

Валидность результатов обеспечена многоступенчатой проверкой данных, перекрёстной сверкой показателей из независимых источников, использованием нескольких методов анализа и привлечением независимых экспертов для оценки рисков и весовых коэффициентов.

Современная теория менеджмента трактует управление персоналом как целенаправленную и систематическую работу организации, которая формирует, развивает и с наибольшей отдачей использует трудовой потенциал работников. Исследователи расставляют акценты внутри этого определения по-разному [1].

Применительно к розничной торговле система управления персоналом складывается из функциональных подсистем, отвечающих за планирование и найм, адаптацию и обучение, мотивацию и оплату труда, оценку и аттестацию, кадровое делопроизводство и HR-аналитику. На современном этапе их сводят в единую цифровую платформу.

Розничная торговля в Российской Федерации по-прежнему удерживает место среди крупнейших отраслей отечественной экономики, и данные Росстата подтверждают устойчивый рост ее оборота, оборот розничной торговли Российской Федерации в 2025 г. составил 61 315,0 млрд руб. Структура отрасли при этом меняется принципиально. Онлайн-сегмент прибавляет быстрее остальных каналов продаж. По данным Ассоциации компаний интернет-торговли (АКИТ), доля интернет-торговли выросла с 10,0 % в 2020 г. до 16,2 % по итогам 2024 г. и достигла 18,8 % в 2025 г. (рассчитано по методологии АКИТ до обновления от 11.08.2026) [2]. Важно отметить, что 11 августа 2026 г. АКИТ провела актуализацию методики расчёта, в результате которой

объём интернет-торговли за 2025 г. был скорректирован с 11,5 до 13,2 трлн руб.

Цифровая трансформация торговли развивается поступательно, и даже турбулентность 2022–2023 годов, вызванная санкционным давлением и уходом с российского рынка ряда международных сетей, эту динамику не сбила, поскольку объем интернет-продаж продолжал расти. Цифровые модели потребления к тому моменту уже сложились, и покупатель к прежним привычкам не вернулся.

Вслед за структурой торговли меняются и требования к персоналу, причем работодателям все чаще нужны сотрудники с цифровыми компетенциями, тогда как спрос на линейный персонал (продавцов, кассиров, комплектовщиков заказов) никуда не исчезает и по отдельным позициям даже растет. Напряженность на рынке труда от этого только усиливается [3].

Среди проблем, определяющих состояние систем управления персоналом в розничной торговле, остаётся высокая напряжённость на рынке труда. При этом динамика hh.индекса позволяет уточнить характер этой напряжённости: рост показателя до 7,9 к 2025 г. свидетельствует не о безусловном перевесе спроса над предложением, а об усилении конкуренции между соискателями. Это означает, что проблема рынка труда в отрасли носит не только количественный, но и структурный характер — в том числе связанный с несоответствием компетенций соискателей требованиям работодателей, а также с низкой привлекательностью отдельных форматов занятости и условий труда для целевых групп работников. Индекс конкуренции на рынке труда (hh.индекс) рассчитывается как отношение количества активных резюме к количеству активных вакансий. По данным HeadHunter, в розничной торговле этот показатель вырос с 3,1 в 2021 г. до 7,9 в 2025 г. Согласно методологии hh.ru значения индекса интерпретируются следующим образом: 2,0–3,9 соответствуют дефициту соискателей; 4,0–7,9 отражают умеренную конкуренцию между соискателями; значения выше 7,9

свидетельствуют об усилении конкуренции соискателей. Таким образом, рост hh.индекса до 7,9 не подтверждает гипотезу об однозначном усилении кадрового дефицита в розничной торговле. Напротив, он фиксирует переход рынка труда к состоянию умеренной и затем усиливающейся конкуренции соискателей за рабочие места. Это меняет акценты в управлении персоналом: ключевыми становятся не только меры по привлечению персонала, но и инструменты удержания, повышения привлекательности рабочих мест, адаптации условий труда и развития компетенций, позволяющие компаниям эффективно конкурировать за уже активный пул кандидатов.

Не менее болезненно выглядит текучесть кадров, которая в розничной торговле устойчиво превышает средние значения по экономике, ведь за год здесь сменяется от 52 до 64 % персонала в зависимости от формата, тогда как экономика в целом теряет 23–29 % работников.

В настоящее время выделяют несколько групп причин текучести в розничных сетях, относя к ним экономические (уровень и стабильность оплаты труда), организационные (графики, условия труда, стиль руководства), социально-психологические (климат в коллективе), а вместе с ними и обстоятельства, которые связаны с карьерным продвижением работника. Если разобрать структуру увольнений подробнее, обнаруживается заметный сдвиг: прежние денежные мотивы сохраняют вес, однако рядом с ними все сильнее звучат причины, вырастающие из качества управления и цифровой среды. Речь идет о негибких графиках, отсутствии прозрачной обратной связи, скудных возможностях для роста. Именно поэтому совершенствование систем управления персоналом смещается от административных мер к управлению опытом сотрудника и созданию цифровых сервисов, без которых крупная сеть уже не удерживает людей.

Цифровая трансформация занимает в исследовании центральное место и понимается как комплексная перестройка бизнес-моделей,

процессов и организационной культуры на основе широкого применения цифровых технологий, причем она принципиально меняет сами способы создания ценности, тогда как автоматизация отдельных операций оказывается лишь частным ее следствием. В управлении персоналом это означает уход от административной модели к цифровой, где основные кадровые процессы автоматизированы, а управленческие решения опираются на анализ больших данных. Понятийный аппарат при этом продолжает уточняться.

Инструменты цифровой трансформации системы управления персоналом розничной торговли разумнее всего распределить по функциональному признаку, взяв за основание деления те подсистемы кадрового управления, которые эти инструменты автоматизируют и перестраивают (табл. 1).

Таблица 1

Классификация инструментов цифровой трансформации системы управления персоналом розничной торговли

Функциональная подсистема	Цифровые инструменты	Основные эффекты
Планирование и найм	Рекрутинговые платформы, AI-скрининг резюме, чат-боты первичного отбора, видеоинтервью с ИИ-анализом, талант-маркеты	Сокращение сроков закрытия вакансий, снижение стоимости найма
Адаптация и обучение	LMS, мобильные приложения, микрообучение, симуляторы и VR-тренажёры, геймификация, ИИ-ассистенты	Сокращение периода адаптации, стандартизация качества обучения
Мотивация и оплата труда	Автоматизация расчёта KPI, геймификация, платформы мгновенных бонусов, прозрачные порталы оплаты	Рост мотивации и прозрачности, снижение текучести
Оценка и аттестация	Цифровые системы аттестации, оценка 360 градусов, people analytics, прогноз риска увольнения	Объективность оценки, раннее выявление рисков

Продолжение таблицы 1

Кадровое делопроизводство	HRM-системы, электронный документооборот, RPA, кадровый электронный документооборот	Снижение трудозатрат, скорость и правовая корректность
HR-аналитика	Дашборды HR-метрик, Big Data, прогнозное моделирование, ИИ-планирование графиков	Обоснованность решений, оптимизация численности и ФОТ

Предложенная классификация показывает, насколько сквозной оказывается цифровая трансформация систем управления персоналом, поскольку цифровые инструменты охватывают все функциональные подсистемы и связывают их в единую платформу. Зрелость цифрового HR можно соотносить сразу с тремя параметрами, а именно со степенью автоматизации транзакционных процессов, наличием единой платформы данных о персонале и уровнем применения аналитики и искусственного интеллекта при принятии кадровых решений. Одного лишь внедрения программного обеспечения для такой трансформации мало. Технологическая зрелость приносит отдачу тогда, когда вместе с ней меняются роль HR-функции, компетенции сотрудников и управленческая культура организации. Насколько глубоко цифровые инструменты управления персоналом вошли в повседневную практику российских розничных сетей, показывают эмпирические данные, обобщенные на рис. 1.

Чаще всего компании работают с HRM-системами (86 %) и онлайн-платформами найма (78 %), то есть с теми инструментами, которые автоматизируют транзакционные процессы. Трансформационные решения внедряются в разы реже. HR-аналитику и Big Data применяют 41 % компаний, геймификацию – 22 %, а планирование графиков средствами искусственного интеллекта – всего 17 %, что говорит об осторожном отношении сетей к сложным технологиям. Полученные

оценки фиксируют значительный разрыв между цифровизацией операций и цифровой трансформацией управления, из чего следует, что большинство сетей пока держится на первом-втором уровне цифровой зрелости, тогда как переход к управлению на основе данных и искусственного интеллекта образует главный резерв повышения эффективности.

Рис. 1. Уровень внедрения цифровых инструментов управления персоналом в розничных сетях России, % компаний

Тенденции совершенствования систем управления персоналом в розничной торговле в 2022–2026 гг. складываются в семь направлений, и первое из них сводится к тому, что сведения о сотрудниках стягиваются в единые платформы, а HR-аналитика уже решает задачи нормирования труда, прогноза кадровой потребности и планирования смен с оглядкой на ожидаемый покупательский трафик. Второе направление задает искусственный интеллект. Он приходит в рекрутинг, составление графиков, обучение и HR-сервис, причем компании сталкиваются здесь с качеством данных, алгоритмической справедливостью и правовыми

ограничениями, тогда как конкурентные преимущества от применения таких технологий нарастают. Третье направление смещает акцент с управления процессами на управление опытом сотрудника, и цифровые сервисы работают как инструменты, которые формируют позитивный опыт работы и удерживают линейный персонал от увольнений.

Четвертое направление затрагивает обучение и развитие персонала, которое переходит в цифровой формат и опирается на LMS, микрообучение, геймификацию, а также иммерсивные технологии [4]. Пятое автоматизирует планирование труда и управление графиками. Трудозатраты HR-службы сокращаются, а ошибок при расчете оплаты становится меньше. Шестое направление раскрывается через гибридные модели занятости и цифровые платформы, с помощью которых ритейл привлекает самозанятых, тогда как седьмое связано с импортозамещением в сфере HR-технологий и переводом компаний на отечественные платформы.

Зарубежный опыт помогает выявить передовые практики, оценить их результативность в разных институциональных условиях и понять, какие из наиболее эффективных инструментов имеет смысл перенести на российскую почву с поправкой на местные условия. Мировой розничный рынок в 2022–2026 гг. переживает ускоренную цифровую трансформацию, которую подтолкнули пандемийное наследие, закрепившее у покупателей устойчивые цифровые привычки, и технологический прогресс в области искусственного интеллекта, больших данных и робототехники. Розничные сети входят в число лидеров по внедрению аналитики трудовых ресурсов, гибкого планирования графиков и мобильных сервисов для сотрудников. Уровень цифровизации кадровых систем при этом заметно расходится от страны к стране, и такой разрыв объясняют неодинаковое технологическое развитие, структура розничного рынка, нормы трудового законодательства и особенности корпоративных культур. Обобщенная оценка по группам стран приведена на рис. 2.

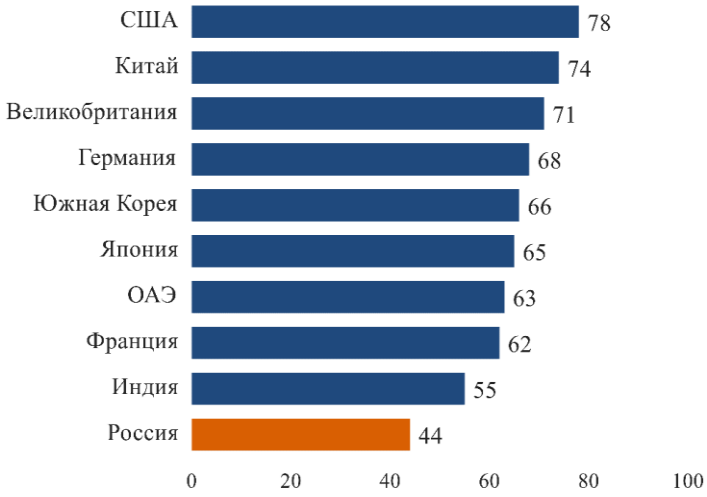


Рис. 2. Сравнительный рейтинг стран по уровню цифровизации HR-процессов в розничной торговле, баллы (0–100)

Первые позиции по цифровизации HR в розничной торговле занимают США и Китай, вслед за ними идут Великобритания, Германия, Южная Корея и Япония, тогда как Россия по интегральной оценке отстает от лидеров весьма существенно, и именно этот разрыв показывает, насколько важно разобраться в чужих решениях и приспособить их к отечественной практике. Далее речь пойдет о ключевых национальных моделях и корпоративных практиках.

Американский опыт заслуживает отдельного разбора, и начать удобнее с Walmart: крупнейший ритейлер мира со штатом свыше 2,1 млн человек внедрил систему интеллектуального планирования графиков, которая опирается на прогнозы продаж и покупательского трафика, а вместе с ней мобильное приложение Me@Walmart, где сотрудник видит свой график, проверяет расчет оплаты, проходит обучение и пользуется сервисами самообслуживания. Эффект оказался многослойным. Переработок стало меньше, доходы работников предсказуемее, текучесть персонала в магазинах пошла вниз.

Еще радикальнее трудовой контур перестроил Amazon, где на

складах работают роботизированные комплексы, изменившие само содержание труда операционных работников, а рутинные кадровые вопросы сотрудники решают через чат-ботов автоматизированной системы HR-обслуживания, обходясь без участия специалистов по персоналу. Компания при этом разворачивает масштабные программы повышения квалификации (Career Choice, Upskilling 2025), которые рассматриваются как инструмент удержания и развития кадров. Такая связка технологий и обучения показательна для всей отрасли, поскольку цифровая трансформация управления персоналом затрагивает не отдельный участок работы, а требует системно пересматривать содержание труда, образовательные траектории работников и модели их мотивации.

Китай выработал самостоятельную модель, и выросла она из объединения цифровых экосистем с повседневной торговлей. Концепция New Retail, предложенная компанией Alibaba, соединяет онлайн- и офлайн-продажи и переводит в цифру всю операционную деятельность, поэтому магазины нового формата работают с автономными кассами, цифровыми профилями сотрудников и гибкими графиками, которые строятся по алгоритмам прогнозирования спроса. Компания JD.com пошла дальше и запустила полностью автоматизированные склады с беспилотным транспортом, где за людьми остались задачи операторов и инженеров, а параллельно фирма развивает собственные образовательные программы и цифровые платформы повышения квалификации. Алгоритмическое управление трудом здесь развито особенно сильно. Отсюда и дискуссии о допустимых пределах автоматизации, а вместе с ними вопрос о том, как удержать «человеческое измерение» в управлении персоналом, если заметная часть кадровых решений закреплена за программой.

Европейский опыт заметно смещен в сторону прав работников и социального диалога, а испанская Zara (Inditex) применяет RFID-технологии, чтобы сквозным образом отслеживать движение товара,

ставит для персонала цифровые терминалы самообслуживания и удерживает гибкие схемы работы, при которых численность смены подстраивается под пиковые нагрузки. Немецкая сеть Lidl пошла своим путем и собрала найм, обучение, оценку и развитие персонала в единую HR-платформу, причем значительную часть обучения перевела в мобильный геймифицированный формат. Шведская IKEA при гибридном режиме опирается на цифровые платформы обучения и оценки сотрудников. Насколько широко зарубежные розничные компании применяли ключевые HR-tech инструменты в 2021 году, и как эта картина изменилась к 2025, показывает сравнительный анализ на рис. 3.

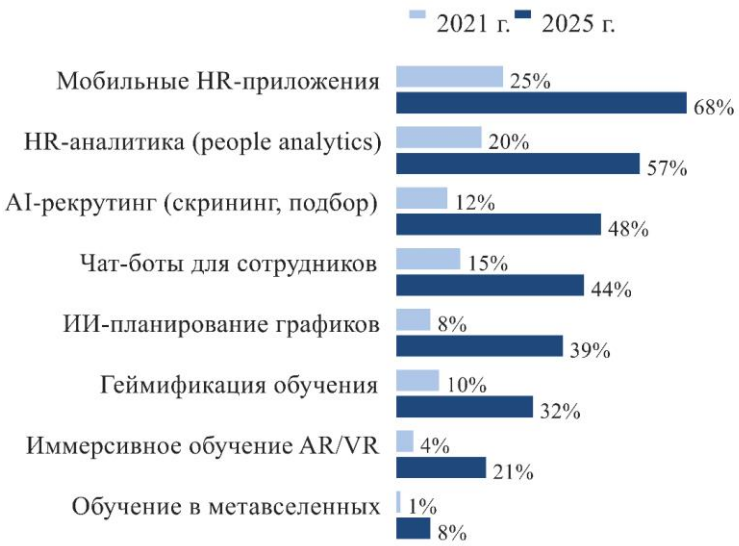


Рис. 3. Распространенность HR-tech инструментов в розничных компаниях за рубежом, % компаний, 2021 и 2025 гг.

Рисунок 3 отражает динамику проникновения цифровых инструментов в кадровую практику зарубежных сетей, где применение искусственного интеллекта в рекрутинге выросло с 12 % до 48 %, ИИ-планирование графиков поднялось с 8 % до 39 %, а мобильными HR-приложениями пользуются уже более двух третей компаний. Быстрее

всего распространяются трансформационные инструменты (AI-рекрутинг, people analytics, интеллектуальное планирование). Такое распределение подтверждает, что зарубежные ритейлеры переходят к модели управления персоналом, выстроенной на данных и алгоритмах. Восточноазиатская модель выделяется наиболее активным применением робототехники и автоматизации, и объясняется это, прежде всего, демографическим дефицитом рабочей силы, который вынуждает сети искать технологические замены человеческому труду. Японские компании планируют графики на основе прогноза, опираясь на анализ посещаемости магазинов и погодных данных, тогда как южнокорейские сети развивают HR-аналитику и формируют у сотрудников гибридные компетенции. Динамику мировых инвестиций в HR-технологии показывает рис. 4. Необходимо отметить, что на 2026 год авторами представлен прогноз.

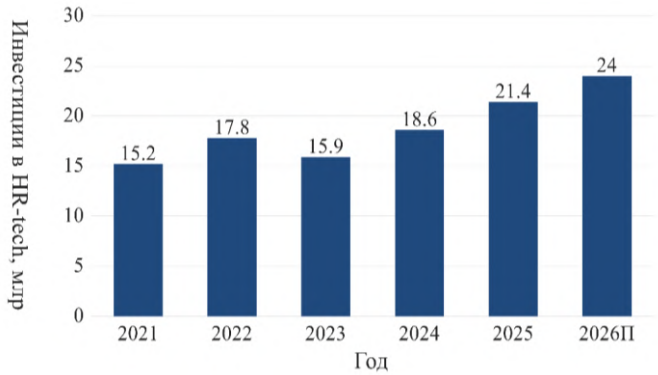


Рис. 4. Динамика мировых инвестиций в HR-технологии, млрд долл. США, 2021–2026 гг.

Зарубежные компании перестраивают работу с персоналом сразу по нескольким направлениям, и среди них выделяются интеллектуальное планирование труда на основе алгоритмов оптимизации, цифровые сервисы самообслуживания сотрудников, HR-аналитика с прогнозными моделями текучести и производительности, персонализированное

обучение через микрообучение, геймификацию и иммерсивные технологии, роботизация рутинных HR-операций, а также встраивание HR-платформ в единую экосистему вместе с операционными системами предприятия. Все шире расходятся чат-боты и виртуальные ассистенты, которые обслуживают повседневные запросы сотрудников, а технологии больших данных в управлении человеческими ресурсами превращаются в весомый фактор кадровых решений мирового ритейла [5].

Прямое копирование таких моделей упирается в институциональные различия (российское трудовое законодательство, требования о защите персональных данных), в технологические ограничения, заданные импортозамещением и разной функциональностью отечественных платформ, и в несовпадение корпоративных культур, которое проявляется в самих привычках управления людьми. Перенести чужое решение целиком не выйдет. Наибольший адаптационный потенциал для российского ритейла сохраняют мобильные сервисы для персонала, интеллектуальное планирование графиков, HR-аналитика, геймификация обучения и роботизация рутинных операций, если разворачивать их на отечественных платформенных решениях.

Цифровая трансформация систем управления персоналом складывается под действием множества взаимосвязанных факторов, и системный взгляд на них нужен для того, чтобы выстроить концепцию, которая учитывает отраслевую специфику розничной торговли и те реальные барьеры, с которыми компании сталкиваются при внедрении цифровых решений. Розничная торговля как объект кадрового управления раскрывается в трех плоскостях. Структурно-процессная плоскость описывает массовость персонала и его территориальную рассредоточенность, многоуровневую иерархию, значительную долю работников первой линии, сезонность и волатильность потребительского спроса, а конечные результаты торговой компании здесь жестко зависят от того, насколько качественно обслуживают покупателя.

Социально-трудовая плоскость охватывает высокую текучесть кадров, заметную долю молодежи и работников с ограниченным уровнем образования, распространение частичной занятости и сменных режимов работы, причем цифровые компетенции сотрудников остаются крайне неоднородными. Технологическая плоскость показывает, насколько глубоко автоматизированы операционные процессы торговли. Такая автоматизация создает благоприятную инфраструктурную основу для цифровизации HR-функции, хотя вместе с тем предъявляет повышенные требования к производительности и доступности систем, поскольку торговый процесс идет непрерывно и не допускает простоев.

Факторы цифровой трансформации разделяются на две группы, и первую образуют внешние обстоятельства экономического, технологического, социально-демографического и институционального характера, а вторую – внутренние параметры самой организации (масштаб бизнеса, стратегия, финансовые возможности, уровень ИТ-зрелости, компетенции персонала, организационная культура). Внешний контур складывается из конкуренции, развития искусственного интеллекта и облачных технологий, кадрового дефицита, смены ценностных ориентаций поколений и государственной политики цифровизации. Внутренние факторы задают готовность конкретной компании к цифровизации кадровых процессов. Условия, в отличие от факторов, работают как объективные предпосылки, при выполнении которых трансформация вообще становится возможной и приносит результат, причем среди них выделяют организационно-управленческие (стратегическая поддержка руководства, изменение роли HR-функции), инфраструктурно-технологические (современная ИТ-инфраструктура, облачные сервисы, защита информации), кадровые (специалисты по HR-аналитике, цифровые компетенции сотрудников), финансовые (бюджет на внедрение, методика оценки окупаемости), информационно-аналитические (качество данных о персонале) и социально-

психологические (доверие персонала, работа с сопротивлением изменениям).

Ограничениями называют барьеры, которые сдерживают цифровую трансформацию и снижают отдачу от уже вложенных средств, а их классификация по источнику возникновения вместе с оценкой значимости каждой группы приведена на рис. 5.

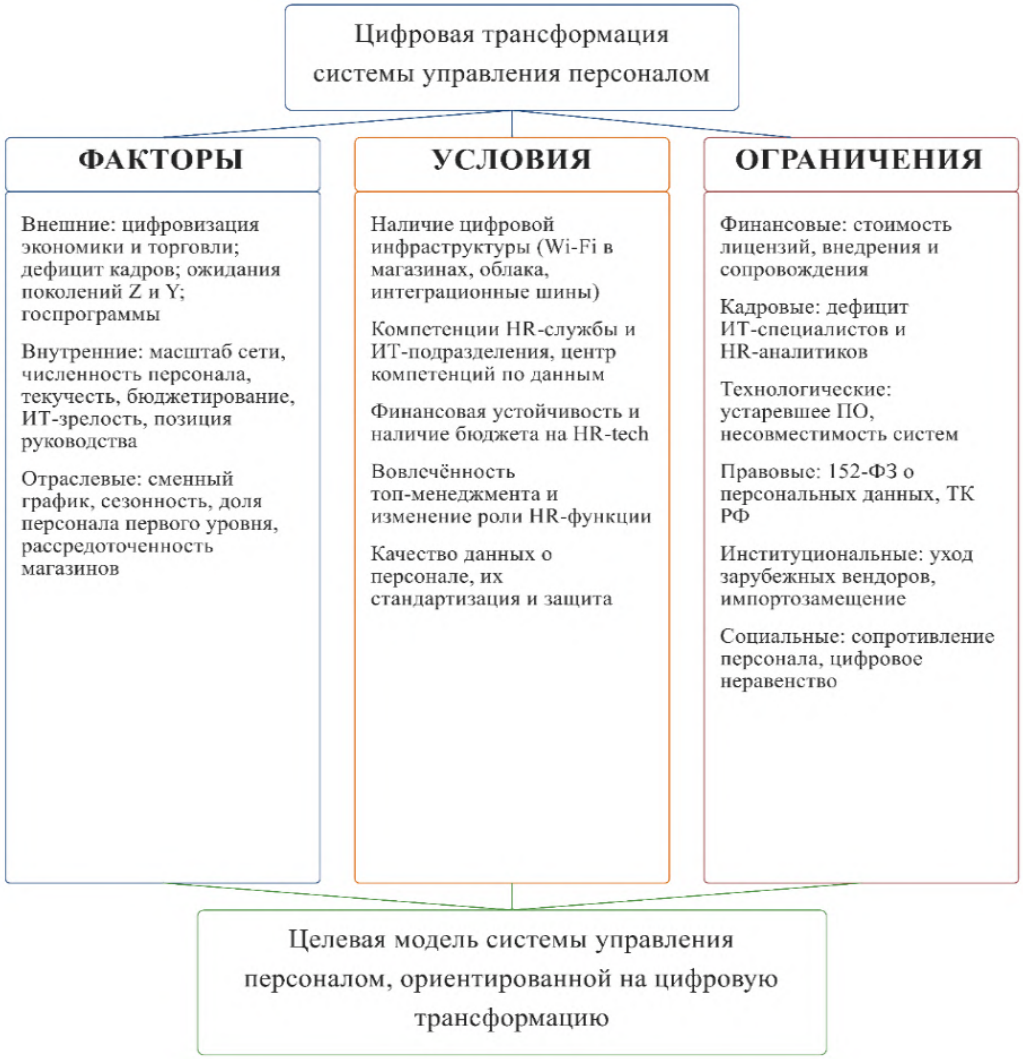


Рис. 5. Факторы, условия и ограничения совершенствования системы управления персоналом в розничной торговле

Эмпирическая картина выглядит иначе, чем теоретическая схема, поэтому данные о том, какие препятствия внедрению цифровых

инструментов управления персоналом российские розничные сети считают для себя наиболее весомыми, вынесены на рис. 6. Данные отражают доли респондентов (n = 47), указавших тот или иной барьер как значимый.

Рис. 6. Оценка значимости барьеров внедрения цифровых инструментов управления персоналом в розничных сетях России, % респондентов

Сильнее всего цифровую трансформацию кадрового управления сдерживают ограничения финансового характера (стоимость внедрения и владения системами – 72,3 %), кадрового (дефицит ИТ-специалистов и HR-аналитиков – 68,1 %), организационно-поведенческого (сопротивление персонала – 57,4 %) и технологического (несовместимость с унаследованными системами – 51,1 %). Защиту персональных данных выделяют 46,8 % респондентов, и такая доля показывает, насколько усилились правовые ограничения, прежде всего требования Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных».

Взятые вместе перечисленные ограничения складываются в рисковое поле, внутри которого отдельные угрозы различаются по вероятности наступления и по силе воздействия на результат проекта, а их упорядочение по этим двум критериям показано на рис. 7. Оценки вероятности и влияния получены от экспертной группы (n = 12) по шкале 1–5; итоговые значения — средние арифметические, при необходимости скорректированные в ходе групповой дискуссии.

Рис. 7. Матрица рисков цифровой трансформации системы управления персоналом в розничной торговле

Утечка персональных данных, слабая адаптация персонала к новым инструментам и рост затрат без окупаемости попадают в ту зону

матрицы, где высокая вероятность сочетается со значительным влиянием, поэтому по каждому из этих направлений компаниям приходится заранее продумывать превентивные мероприятия. Работа с рисками строится на оценке уже на этапе планирования, регулярном мониторинге ключевых показателей, резервных механизмах и мерах, которые укрепляют доверие персонала к преобразованиям. Детерминанты цифровой трансформации вместе с показателями их оценки систематизированы в табл. 2.

Таблица 2

Систематизация детерминант цифровой трансформации системы управления персоналом в розничной торговле

Группа детерминант	Состав	Ключевые показатели оценки
Особенности отрасли	Массовость и распределённость персонала, сменность, сезонность, текучесть, омниканальность	Численность и структура персонала, уровень текучести, доля линейного персонала
Внешние факторы	Экономические, технологические, социально-демографические, институциональные	HH.индекс, темпы цифровизации, правовая среда
Внутренние факторы	Стратегия, масштаб, ИТ-зрелость, компетенции, культура, бюджет	Бюджет на HR-tech, зрелость HR-процессов, цифровые компетенции
Условия	Организационные, инфраструктурные, кадровые, финансовые, информационные, социально-психологические	Наличие программы цифровизации, качество данных, готовность к изменениям
Ограничения	Финансовые, кадровые, технологические, правовые, институциональные	Стоимость владения системами, дефицит ИТ-кадров, уровень сопротивления

Цифровая трансформация систем управления персоналом в российском ритейле продолжает разворачиваться и создает условия, при которых ограничения, выявленные в предыдущих разделах работы, постепенно поддаются преодолению. Национальный проект «Экономика данных» (2025–2030) предусматривает развитие цифровой инфраструктуры, поддерживает внедрение искусственного интеллекта в отраслях экономики и предполагает целенаправленную подготовку кадров цифровой экономики. Государство поддерживает отечественные HR-платформы, и складывающаяся среда облегчает компаниям преодоление технологических и финансовых барьеров, которые прежде сдерживали цифровизацию кадровых процессов [6]. Успех же зависит от системного подхода, соединяющего технологические решения, развитие компетенций сотрудников, организационные изменения и правовое сопровождение, поскольку каждый из этих элементов по отдельности работает лишь частично. Отдельные инструменты, внедряемые изолированно, целевых эффектов не дают.

Исследование показало, что розничная торговля России переживает глубокую цифровую трансформацию, которая меняет требования к персоналу и открывает возможности для перестройки кадровых систем на основе цифровых инструментов. Разрыв между уровнями цифровизации при этом остается заметным. Базовая автоматизация (HRM-системы, онлайн-найм) в отечественных сетях распространена достаточно широко, тогда как трансформационные технологии, включая HR-аналитику, искусственный интеллект и предиктивные модели, применяются фрагментарно, и именно в этом промежутке сосредоточены главные резервы повышения эффективности кадровой работы.

Выявленные проблемы носят комплексный характер, поэтому одно лишь внедрение технологий их не решает, требуются синхронные перемены в организации кадровых систем, компетенциях работников, управленческой культуре и правовом контуре. Мировые лидеры отрасли (Walmart, Amazon, Alibaba, JD.com, Zara, Lidl) продвинулись

в цифровизации кадровых процессов далеко, однако прямое копирование их моделей в российских условиях невозможно из-за институциональных, технологических и культурных различий. Копирование в чистом виде здесь не работает. Наибольший адаптационный потенциал показывают мобильные HR-сервисы, интеллектуальное планирование графиков, HR-аналитика и роботизация рутинных операций, которые сравнительно легко встраиваются в существующую практику торговых сетей.

Финансовые и кадровые барьеры вместе с вопросами защиты персональных данных ограничивают цифровую трансформацию систем управления персоналом в российском ритейле сильнее остальных факторов [7]. Работа уточняет содержание понятия цифровой трансформации системы управления персоналом применительно к розничной торговле и развивает теоретические положения управления персоналом в условиях цифровой экономики. Успех такой трансформации зависит от системного подхода, соединяющего технологические решения, развитие компетенций персонала и организационные изменения, и его реализация позволит розничным сетям перейти от управления процессами к управлению на основе данных, а также закрепить устойчивое конкурентное преимущество на рынке труда.

Список литературы

1. Управление персоналом организации в условиях цифровизации экономики: Учебное пособие / А. И. Афонин, И. В. Брага, Т. А. Гусева [и др.]. – Москва: ООО «Русайнс», 2024. – 280 с. – ISBN 978-5-466-08392-7. – EDN VXMDVP.

2. Годовой отчёт Ассоциации компаний интернет-торговли (АКИТ) за 2025 год, 2025. [Электронный ресурс] – URL: https://akit.ru/news/11-5-trln-rublej-akit-podvela-itogi-internet-torgovli-za-2025-god?ysclid=mtmus2gke0936237288 (дата обращения 19.02.2026).

3. Анисимов Д. А. Анализ рынка труда как одна из задач маркетинга персонала / Д. А. Анисимов, Е. Г. Козлова // Инновационное управление персоналом : Материалы XV Всероссийского межвузовского кадрового форума им. А.Я. Кибанова, Москва, 06–24 мая 2024 года. – Москва: Государственный университет управления, 2024. – С. 10-13. – EDN AYSNHB.

4. Колмогорова В. С. Цифровая трансформация обучения персонала в общественном питании: интеграция ESG-принципов и экологических стандартов упаковки / В. С. Колмогорова, И. В. Брага // Основы Российской экономической мысли: из прошлого в будущее: Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции, Елец, 13–14 ноября 2025 года. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2025. – С. 28–32. – EDN KWNCMD.

5. Истратий А. Ю. Групповая проектная работа «Анализ ситуации и разработка проекта внедрения чат-бота в компании» / А. Ю. Истратий // Цифровые технологии в преподавании профильных дисциплин : Сборник кейсов и практических заданий по развитию цифровых компетенций обучающихся среднего профессионального и высшего образования. – Казань : Общество с ограниченной ответственностью «Логос-Пресс», 2023. – С. 442–449. – EDN DXCARP.

6. Афонин А. И. Зарубежный и отечественный опыт применения инновационных технологий в управлении персоналом в сфере государственного управления / А. И. Афонин, М. А. Шолотонов // Актуальные проблемы современной России: психология, педагогика, экономика, управление и право : Сборник научных трудов IV Ежегодной Международной научно-практической конференции, Международных научно-практических конференций и Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 23 апреля – 19 июня 2025 года. – Москва: Московский психолого-социальный университет, 2025. – С. 717–722. – EDN XQURZG.

7. Батищев М. Р. Совершенствование системы управления персоналом на основе использования инструментов цифровой трансформации / М. Р. Батищев, А. А. Чекан // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. – 2026. – № 2. – С. 97–106. – DOI 10.18384/2949-5024-2026-2-97-106. – EDN QZFZTD.

© Батищев М.Р., Истратий А.Ю.,
Козлова Е.Г., Чекан А.А.

Глава 6.
ОТРАСЛЕВОЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОЦЕНКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КАДРОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЯХ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ РЫНКА И ГОСЗАКАЗОВ

Брага Ирина Викторовна
Кубрак Ирина Анатольевна
к.э.н., доценты
Гусева Татьяна Андреевна
Шолотонова Екатерина Сергеевна
старшие преподаватели
ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения»

Аннотация: В статье проведён отраслевой анализ систем оценки управленческих кадров в строительных компаниях, совмещающих работу в рыночных условиях и по госзаказу. Рассмотрены противоречия между рыночной и контрактно-государственным профилями деятельности, влияющие на объективность оценки руководителей. На основе опросов и статистических данных выявлены ключевые проблемы – унифицированные KPI, отсутствие компетенций, релевантных контрактно-государственному профилю деятельности, субъективизм оценок и барьеры цифровизации. Установлена зависимость текучести управленческих кадров от доли госзаказа в портфеле компании. Предложена концепция бинарной (двухпрофильной) системы оценки с поэтапной цифровизацией и учётом специфики обоих сценариев управления.

Ключевые слова: строительная отрасль, оценка управленческих кадров, рыночная логика управления, контрактно-государственный профиль деятельности, KPI и компетенции, текучесть управленческих кадров, цифровизация HR-процессов.

INDUSTRY ANALYSIS OF MANAGEMENT PERSONNEL ASSESSMENT SYSTEMS IN CONSTRUCTION COMPANIES OPERATING IN MARKET CONDITIONS AND GOVERNMENT ORDERS

Braga Irina Viktorovna
Kubrak Irina Anatolyevna
Guseva Tatyana Andreevna
Sholotonova Ekaterina Sergeevna

Abstract: Contradictions between market and contract-state activity profiles affecting objectivity of managers' assessment are considered. Based on surveys and statistics, key problems were identified — unified KPIs, lack of competencies relevant to the contract-state activity profile, subjectivity of assessments and digitalization barriers. The dependence of the turnover of management personnel on the share of government orders in the company's portfolio has been established. The concept of a binary (two-profile) assessment system with phased digitalization and taking into account the specifics of both control scenarios is proposed.

Key words: construction industry, assessment of management personnel, market management logic, contract-state activity profile, KPIs and competencies, turnover of management personnel, digitalization of HR processes.

Существующие системы оценки управленческих кадров, как правило, импортированы из западной практики и имплицитно базируются на рыночной модели рациональности. Они измеряют вклад в прибыль, реализацию проектов, инновационную активность. Однако они совершенно не учитывают компетенции, необходимые для успешной работы в мобилизационном режиме: управление в условиях

тотальной неопределенности, поддержание устойчивости систем, обеспечение лояльности и социальной стабильности в критических обстоятельствах. Это порождает фундаментальное противоречие, которое и определяет актуальность данного исследования.

Теория и практика оценки персонала развивались преимущественно в контексте стабильных рыночных экономик. Исследования в области экономики ОПК и мобилизационной подготовки касаются макроуровня, но не проецируются на микроуровень — управление человеческими ресурсами и, в частности, оценку руководителей. Настоящее исследование призвано восполнить этот пробел, предложив систему оценки, релевантную для организаций, работающих в условиях двойственной экономики.

Валидность и практическая ценность системы оценки управленческих кадров в российских организациях могут быть повышены за счет дифференциации критериев оценки в зависимости от того, действует ли руководитель преимущественно в рыночной или в контрактно-государственном профиле деятельности. Игнорирование этого контекста ведет к неадекватной оценке и ошибочным кадровым решениям.

В условиях современной экономики, характеризующейся высокой турбулентностью внешней среды, усилением конкуренции и ускорением технологических изменений, роль человеческого фактора в обеспечении эффективности и устойчивости организаций возрастает многократно. Если материальные и финансовые ресурсы могут быть привлечены относительно быстро при наличии необходимого капитала, то формирование высококвалифицированной команды, способной решать сложные стратегические задачи, требует значительных временных и интеллектуальных затрат. В этой связи управленческие кадры, выступая в качестве основного носителя организационных знаний, компетенций и ценностей, приобретают статус ключевого, стратегического ресурса,

определяющего конкурентоспособность и потенциал развития бизнеса в долгосрочной перспективе [1].

Однако понимание того, что именно следует считать «эффективностью» управленца и какие качества делают его ценным для организации, не является универсальным. Оно существенно варьируется в зависимости от типа хозяйственной системы, в которой функционирует предприятие. Российская экономика представляет собой сложный гибрид, в котором сосуществуют и взаимодействуют два типа рациональности: рыночный, ориентированный на максимизацию прибыли и эффективность, и контрактно-государственный, нацеленный на обеспечение безопасности, суверенитета и стабильности в условиях внешних угроз и ограничений. Эти две логики предъявляют принципиально различные требования к управленческим кадрам и, следовательно, к системам их оценки.

В таблице 1 систематизированы основные особенности управленческих кадров как объекта оценки и их влияние на выбор методов и критериев оценки.

Таблица 1

Особенности управленческих кадров как объекта оценки

Особенность	Содержание	Влияние на процесс оценки
Комплексный характер результатов труда	Результат работы руководителя проявляется опосредованно — через результаты деятельности возглавляемого подразделения или организации в целом (экономические, социальные, технологические показатели)	Необходимость использования системы сбалансированных показателей, сочетающих количественные и качественные метрики

Продолжение таблицы 1

Сложность формализации и количественного измерения	Лидерские качества, стратегическое мышление, способность к развитию подчинённых, инновационность трудно поддаются прямой количественной оценке	Требуется применение качественных методов (экспертные оценки, ассессмент-центры, поведенческие шкалы) наряду с количественными
Временной лаг	Результаты управленческих решений, особенно стратегического характера, проявляются не сразу, а спустя значительное время	Необходимость оценки не только текущих, но и прогностических показателей; использование долгосрочных KPI и оценки потенциала
Зависимость от внешних факторов	На деятельность руководителя влияет множество факторов внешней среды (экономическая ситуация, действия конкурентов, изменения законодательства)	Требуется учёт контекста при оценке, сравнение с бенчмарками, корректировка целевых значений
Многокритериальность и возможная противоречивость критериев	Руководитель должен одновременно обеспечивать выполнение плана, развитие подчинённых, соблюдение бюджета, инновации и т.д., что может вступать в противоречие	Построение многокритериальной модели с весовыми коэффициентами; учёт приоритетов организации в разные периоды

Продолжение таблицы 1

Необходимость оценки как результата, так и поведения	Важны не только достигнутые показатели, но и способ их достижения (стиль управления, соблюдение этических норм, работа в команде)	Использование компетентностного подхода и поведенческих шкал наряду с KPI

Представленные в таблице 1 особенности управленческих кадров как объекта оценки имеют принципиальное значение для проектирования любой системы оценки, но их конкретное проявление и приоритетность существенно различаются в зависимости от институционального контекста – рыночного или контрактно-государственного профиля деятельности.

В наиболее обобщённом виде структура ключевых компетенций современного руководителя представлена в таблице 2.

Таблица 2

Ключевые компетенции руководителя в условиях современных вызовов

Группа компетенций	Составляющие	Значение для управленческой эффективности
Технологические компетенции	Понимание возможностей современных технологий (искусственный интеллект, большие данные, облачные решения); навыки работы с цифровыми инструментами управления проектами и командами; способность оценивать эффективность технологических решений; опыт участия в проектах автоматизации процессов	Обеспечивают компетентное принятие решений о внедрении технологий, позволяют говорить на одном языке с ИТ-специалистами, формируют технологическую культуру в команде

Продолжение таблицы 2

Когнитивные метанавыки	Системное мышление (способность видеть взаимосвязи и целостную картину); критическое мышление (умение анализировать информацию, выявлять противоречия, оценивать достоверность данных); креативность и инновационность (способность генерировать новые идеи и находить нестандартные решения); обучаемость (готовность постоянно осваивать новое и отказываться от устаревшего)	Позволяют эффективно действовать в условиях неопределённости, быстро адаптироваться к изменениям, принимать нестандартные решения, видеть новые возможности
Социально-коммуникативные компетенции	Эмоциональный интеллект (способность понимать свои и чужие эмоции, управлять ими); эмпатия (умение чувствовать состояние другого человека); навыки управления распределёнными и кросс-функциональными командами; способность выстраивать доверительные отношения и психологическую безопасность в коллективе; эффективная коммуникация (устная и письменная)	Обеспечивают сплочённость команды, позволяют предотвращать выгорание, поддерживать вовлечённость и мотивацию сотрудников, создавать среду, способствующую инновациям
Компетенции управления изменениями	Стратегическое видение (способность формулировать образ желаемого будущего); проактивность (готовность инициировать изменения, а не следовать за ними); навыки управления проектами и agile-методологиями; способность преодолевать сопротивление изменениям и вовлекать сотрудников в трансформацию; предпринимательское мышление (умение видеть и использовать новые возможности)	Позволяют превращать вызовы в возможности, обеспечивать организационную гибкость и адаптивность, формировать культуру непрерывных улучшений

Как видно из таблицы 2, современная модель компетенций существенно отличается от традиционной, которая основывалась

преимущественно на профессиональных знаниях и опыте работы. Сегодня акценты смещаются в сторону универсальных, метапредметных способностей. При этом технологические компетенции не заменяют, а дополняют классические управленческие навыки (планирование, организация, контроль), требуя их переосмысления в новых условиях.

Особого внимания заслуживает категория метанавыков, которая в последние годы становится предметом активных исследований. Под метанавыками понимаются навыки высшего порядка, управляющие способностью человека приобретать, развивать и эффективно применять все другие навыки. Они не привязаны к конкретной профессии или сфере деятельности, но определяют успешность человека в любой области. Согласно исследованию, проведённому среди управленцев различного уровня, наиболее приоритетными метанавыками респонденты называют критическое мышление (54%), системное мышление (42%), адаптивность (34%), эмоциональный интеллект (32%), управление собственным состоянием (31%), взаимодействие и коммуникация (30%), креативность и инновации (29%), умение учиться (24%). Примечательно, что значимость метанавыков возрастает с увеличением уровня ответственности: для топ-менеджеров они важнее, чем для линейных руководителей.

Важной составляющей современных требований к руководителю является технологическая грамотность в широком смысле слова. Сегодня руководитель должен ориентироваться в широком спектре цифровых инструментов [2]: программы для управления проектами (Trello, Asana, MS Project), платформы для видеоконференцсвязи и управления удалёнными командами, системы электронного документооборота, инструменты для аналитики данных (Tableau, BI-платформы), CRM-системы и ERP-решения. При этом важно не просто техническое владение инструментами, а способность выбирать из многообразия решений те, которые оптимально подходят для решения конкретных задач компании на текущем этапе её развития.

Строительная отрасль отличается значительной региональной дифференциацией как по объёмам строительства, так и по доле государственного заказа. В регионах с высокой концентрацией государственных контрактов требования к руководителям в наибольшей степени определяются контрактно-государственным профилем деятельности, а следовательно, разрыв между рыночными инструментами оценки и реальными условиями работы там ощущается острее. Это приводит к более высокому уровню текучести управленческих кадров и обострению кадровых проблем. Для визуализации этой зависимости на рисунке 1 представлена комбинированная диаграмма, отражающая объём строительных работ и долю государственного заказа по федеральным округам Российской Федерации [3].

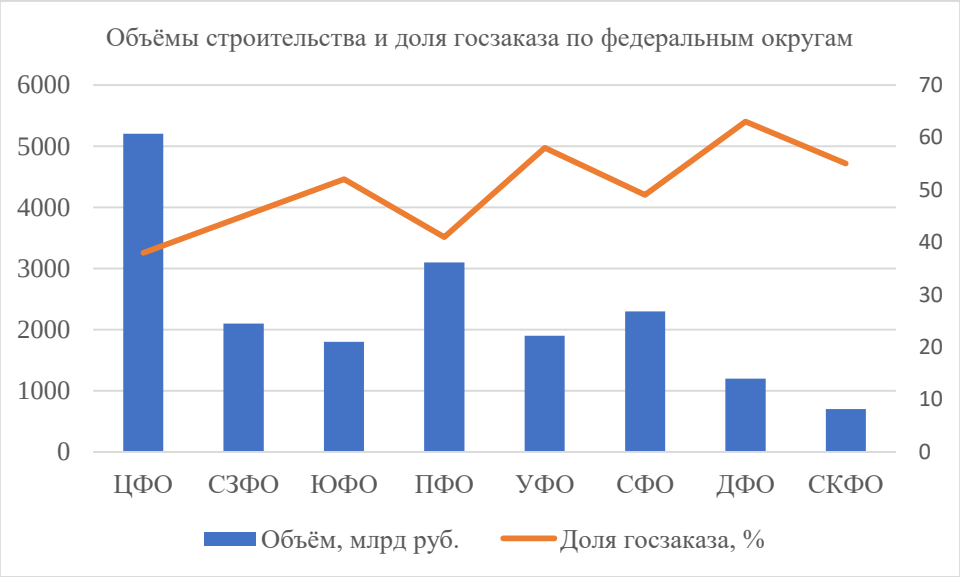


Рис. 1. Объёмы строительства и доля госзаказа по федеральным округам

Наибольшие объёмы строительства традиционно сосредоточены в Центральном и Приволжском федеральных округах (5200 и 3100 млрд руб. соответственно). Однако доля государственного заказа максимальна

в Дальневосточном (63 %), Уральском (58 %) и Северо-Кавказском (55 %) округах, что коррелирует с более высоким уровнем текучести руководителей в этих регионах (по данным кадрового мониторинга, 17–19 % против 10–12 % в ЦФО). Таким образом, проблема несоответствия систем оценки имеет не только отраслевой, но и ярко выраженный региональный аспект.

Для выявления затруднений, с которыми сталкиваются строительные компании при оценке руководителей, авторами в 2024–2025 годах было проведено анкетирование руководителей и HR-специалистов. В опросе приняли участие 156 респондентов из 45 строительных компаний 12 регионов РФ. Выборка не является репрезентативной в строго статистическом смысле, однако она охватывает компании разного масштаба (от малых до крупных), с различной долей государственного заказа (от 0 до 80 %) и расположенные в разных федеральных округах. Компании различаются по корпоративной культуре, стилю управления и применяемым HR-практикам [4]. Это означает, что прямое усреднение данных было бы некорректным.

Для получения дополнительной информации о том, какие из перечисленных проблем воспринимаются как наиболее значимые с точки зрения их влияния на эффективность оценки, был проведён опрос экспертов — HR-директоров и руководителей строительных компаний (n=24). Респондентам предлагалось оценить, насколько, по их мнению, каждая проблема снижает эффективность оценки, по 10-балльной шкале (10 — максимальное негативное влияние).

Стоит уточнить, что компании, участвовавшие в опросе, различаются по масштабу, структуре управления, корпоративной культуре и доле госзаказа.

Приведённые данные обобщают ответы респондентов и показывают, какие проблемы встречаются чаще других, но не означают, что каждая проблема присутствует во всех без исключения компаниях.

Существенную значимость эксперты также приписывают организационному сопротивлению изменениям (8,5 балла) и применению единых KPI без учёта специфики сегментов (8,2 балла) [5]. Менее критичными признаны субъективизм в оценках (7,8 балла) и недостаточный уровень цифровизации HR-процессов (6,9 балла).

В таблице 3 приведены барьеры цифровизации оценки в строительных компаниях с гибридной моделью работы [6; 7].

Таблица 3

Барьеры цифровизации оценки в строительных компаниях с гибридной моделью работы

Барьер	Проявления	Причины	Последствия	Пути преодоления
Методологический	Отсутствие единой методологии оценки для двух логик; типовые HR-платформы не поддерживают компетенции, релевантные контрактно-государственному профилю деятельности	Импорт западных моделей; непонимание специфики госзаказа HR-специалистами	Автоматизация ускоряет несправедливые процессы; система невалидна	Доработка методологии до автоматизации (два профиля, поведенческие шкалы)
Организационно-управленческий	Сопротивление топ-менеджмента; блокировка бюджета; отсутствие стратегии	Привычка к «ручному» управлению; страх потери контроля	Затягивание внедрения; формальное использование системы	Вовлечение руководства, демонстрация выгод, назначение владельца процесса

Продолжение таблицы 3

Технологичес-кий	Отсутствие HR-платформ; ручной Excel; нет интеграции с 1С	Дефицит IT-кадров; уход западных вендоров; нехватка бюджета	Высокая трудоёмкость; ошибки; невозмож-ность аналитики	Поэтапная автоматиза-ция (начать с простых форм), импортоза-мещение
Культурный	Недоверие к автоматизации; низкая цифровая грамотность; возраст руководителей	Консерватизм; отсутствие обучения; страх тотального контроля	Саботаж; неполное заполнение данных; возврат к бумаге	Обучение, пилоты, сохранение человеческого суждения, разъяснение выгод
Связанный с двойственной логикой	Риск доминирования рыночной логики при настройке системы	Отсутствие требований по дифференци-ации; непо-нимание специфики контрактно-государствен-ного профиля деятельности	Закрепление перекоса в оценке; демотивация руководителе й госзаказа	Закрепление в ТЗ требований к двум профилям; тестирование на пилотной группе

Для оценки степени влияния каждого из барьеров на успешность цифровизации процессов оценки был проведён опрос экспертов (HR-директоров и IT-специалистов строительных компаний, n=24). Респондентам предлагалось оценить, насколько каждый барьер препятствует внедрению цифровых инструментов оценки, по 10-балльной шкале (10 — критическое препятствие). Как показал опрос, наиболее значимыми эксперты признали методологический барьер (9,1) и барьер, связанный с двойственной логикой (9,0). Это подтверждает

принцип: сначала необходимо доработать методологию оценки (ввести два профиля, KPI, поведенческие шкалы, релевантные контрактно-государственному профилю деятельности), и только затем автоматизировать процессы, иначе цифровизация лишь ускорит несправедливые решения.

Авторами данной статьи разработана и апробирована концептуальная модель системы оценки управленческих кадров для строительных компаний, работающих в условиях двойственной логики управления. Модель построена на принципе gap filling – дополнения существующей трёхблочной системы оценки (KPI, компетенции, экспертная оценка) факторами, релевантными контрактно-государственному профилю деятельности.

Для формализованной оценки и снижения социальной желательности разработан опросник, который заполняется внешним экспертом (HR-специалистом), а не самим руководителем (таблица 4).

Таблица 4

Опросник оценки поведения руководителя (для HR-специалиста)

№	Утверждение	Балл (1–5)
1	При нехватке материалов или персонала для выполнения госзаказа организует решение задачи в рамках предоставленных полномочий, с соблюдением законодательства, условий контракта и требований безопасности; при необходимости инициирует корректировку внутренних процедур или запрос дополнительных ресурсов.	
2	Готов руководить проектом с нулевой или отрицательной рентабельностью, если это необходимо для выполнения задания госзаказчика.	

Продолжение таблицы 4

3	Организует выполнение срочных задач при дефиците ресурсов, соблюдая нормы труда и требования безопасности; своевременно запрашивает корректировки плана или дополнительные ресурсы.	
4	Если из-за внешних причин (санкции, сбой поставщика) срыв контракта становится вероятным, не перекладывает ответственность на других, а лично ищет альтернативы и организует экстренные меры.	
5	В кризисной ситуации за короткое время (несколько часов) может перебросить персонал и технику с других объектов и перестроить процессы для выполнения критических задач.	

Интерпретация результатов опросника. Суммарный балл (от 5 до 25) переводится в уровень устойчивости руководителя в контрактно-государственном профиле деятельности: 21–25 баллов – высокий уровень (рекомендуется для руководства госзаказами, включение в кадровый резерв); 16–20 баллов – средний (базовый уровень для работы в смешанных проектах); 11–15 баллов – ниже среднего (требуется развитие, не рекомендуется на ключевые позиции в контрактно-государственном профиле деятельности); 5–10 баллов – низкий (неприемлемо для работы с госзаказом).

Опросник может использоваться как самостоятельный инструмент или как дополнительный блок в структурированном экспертном листе. Его преимущества: быстрота заполнения (3–5 минут), стандартизированность, возможность количественного сравнения руководителей. Ограничение: оценка основана на субъективном восприятии HR-специалиста, поэтому рекомендуется привлекать двух независимых экспертов (HR и непосредственного руководителя) с усреднением баллов. В ходе пилотной апробации в «Компании А»

(n=28) коэффициент альфа Кронбаха для опросника составил 0,84, что указывает на высокую внутреннюю согласованность.

Блок экспертной оценки трансформируется из свободного качественного описания в структурированную процедуру. Экспертами выступают непосредственный руководитель (основной оценщик), HR-специалист (для калибровки) и, для мобилизационного профиля, смежный руководитель (например, из логистики или отдела госзакупок). Каждый эксперт заполняет формализованный лист, где по каждой из ключевых мобилизационных компетенций предлагается выбрать один из заранее описанных поведенческих паттернов (соответствующих уровням поведенческой шкалы). При разбросе между экспертами более 1 балла проводится калибровочная сессия. Итоговая экспертная оценка вычисляется как среднее арифметическое.

Итоговый балл руководителя (ИО) рассчитывается по формуле:

ИО= (KPI план /KPI факт)·α + (средний балл компетенций/5)·β (экспертная оценка/5)·γ + (балл по опроснику контрактно-государственного профиля/5)·δ, где α+β+γ+δ=1.

В отличие от традиционных трёхкомпонентных моделей, предлагаемая система включает четвёртый блок — оценку готовности руководителя к работе в контрактно-государственном профиле деятельности. Данный фактор измеряется по стандартизированному опроснику (табл. 4) и нормируется к шкале [0;1] делением на максимальный балл (5). Весовые коэффициенты отражают специфику управленческого уровня: для руководителей, значительная часть портфеля которых приходится на госзаказы, вес фактора δ повышается.

Рекомендованные значения (получены на основе экспертных оценок и апробации): для линейных руководителей α=0,6, β=0,3, γ=0,1; для руководителей среднего звена α=0,5, β=0,4, γ=0,1; для топ-менеджмента α=0,4, β=0,5, γ=0,1.

Бюджет внедрения рассчитан на основе текущих цен на консультационные услуги и IT-поддержку (таблица 5).

Таблица 5

Бюджет внедрения модели оценки в «Компания А» (тыс. руб.)

Статья затрат	Сумма	Примечание
Обучение оценщиков (внутренний HR + внешний тренер, 2 дня)	40	Внешний тренер – 30 тыс., раздаточные материалы – 10 тыс.
Доработка методологии (поведенческие шкалы, опросник)	20	Выполняется силами HR-отдела (без привлечения внешних консультантов)
Настройка интеграции 1С с отечественным инструментом сбора данных (например, Яндекс Формы) с размещением данных на серверах в Российской Федерации (IT-специалист, 40 часов)	20	По внутренней ставке 500 руб./час
Создание дашборда Power BI (внешний подрядчик)	50	Фиксированная оплата
Премия членам рабочей группы (по итогам успешного запуска)	40	5 человек × 8 тыс. руб.
Канцелярские расходы, печать анкет (на период пилота)	5	–
Итого	**175**	–

Затраты являются разовыми и составляют около 175 тыс. руб. Основные статьи – обучение (40 тыс.), дашборд (50 тыс.) и премирование рабочей группы (40 тыс.). Источник финансирования – текущий бюджет на развитие персонала (статья «Совершенствование HR-процессов»). Дополнительного привлечения средств не требуется.

Наиболее вероятным и значимым по влиянию является сопротивление линейных руководителей. Для его преодоления предлагается программа управления изменениями, включающая разъяснительную кампанию (презентация выгод), вовлечение лидеров мнений в рабочую группу, проведение пилота на добровольной основе и сохранение возможности апелляции.

Руководители смешанного типа подключаются к пульс-оценке только при существенном росте доли госзаказа (таблица 6).

Таблица 6

Вопросы для ситуационного интервью при найме руководителя смешанного типа

Утверждение опросника	Вопрос кандидату
При нехватке ресурсов находит способ справиться, отступая от процедур	«Опишите случай, когда для выполнения задачи вам не хватало материалов или людей. Что вы предприняли, чтобы справиться?»
Готов руководить проектом с нулевой рентабельностью для госзаказчика	«Приходилось ли вам руководить проектом, который был заведомо убыточен для компании, но важен для заказчика? Как вы к этому отнеслись?»
Способен работать с высокой продуктивностью более 10 часов в день в сжатые сроки	«Расскажите о самом напряжённом периоде в вашей работе, когда приходилось работать сверхурочно. Как вы организовали себя и команду?»
При форс-мажоре не перекладывает ответственность, а ищет альтернативы	«Приведите пример, когда из-за внешнего сбоя (поставщик, санкции) выполнение задачи оказалось под угрозой. Что вы сделали?»
В кризисной ситуации быстро перебрасывает ресурсы с других объектов	«Случалось ли вам в экстренном порядке перебрасывать людей или технику с одного объекта на другой? Как вы это организовали?»

Разработанная модель (в первую очередь опросник мобилизационного поведения и поведенческие шкалы) может быть адаптирована для отбора кандидатов на руководящие позиции, связанные с госзаказом. В этом случае вместо наблюдений за реальной работой используются структурированные ситуационные интервью (кейсы) и рекомендации с предыдущих мест работы. Кандидату предлагается описать, как он действовал в прошлом в ситуациях, аналогичных описанным в опроснике (например: «Расскажите случай, когда из-за внешних причин срывались сроки важного контракта. Что вы сделали?»). Оценка проводится по той же 5-балльной шкале, что и для действующих сотрудников, но заполняет её HR-специалист на основе ответов кандидата.

Вопросы не требуют от кандидата самооценки (что страдает социальной желательностью), а фиксируют реальные поведенческие примеры из прошлого, что повышает валидность отбора. Рекомендуется использовать данный блок как дополнение к стандартному интервью для позиций, предполагающих работу с госзаказом или в кризисных условиях. Механизм опирается на уже существующую структуру компании (HR-отдел, IT-специалист, бюджет на развитие персонала) и не требует радикальной перестройки бизнес-процессов. Для оценки эффективности предложенной модели использованы данные «Компания А» (таблица 7).

Снижение текучести на 3,8 п.п. соответствует удержанию примерно одного дополнительного руководителя в год (при среднесписочной численности 28 человек). Рост доли согласных с оценкой обусловлен устранением главного источника необъективности – игнорирования мобилизационного фактора. Полнота учёта мобилизационных компетенций возрастает почти в 4 раза благодаря введению опросника и поведенческих шкал.

Таблица 7

Исходные и прогнозные показатели эффективности для «Компания А»

Показатель	Исходное значение (2025)	Прогноз через 12 месяцев	Изменение
Коэффициент текучести руководителей	14,3 %	10,5 %	–3,8 п.п.
Затраты времени HR на обработку оценки (чел.-час/мес)	48	15	–69 %
Доля руководителей, согласных с результатами оценки	46 %	75 %	+29 п.п.
Полнота учёта мобилизационных компетенций (субъективная оценка, балл 0–10)	2,1	7,8	+5,7

Прямая экономия складывается из двух составляющих: снижение затрат на замену уволившихся руководителей и снижение трудоёмкости HR-процессов. Исходные данные получены из кадровой отчётности «Компания А» и exit-интервью.

Затраты на замену одного руководителя (подбор, адаптация, потеря производительности) составляют 400 тыс. руб. (расчёт: средний оклад руководителя – 80 тыс. руб./мес, затраты на подбор – 1 оклад, на адаптацию – 1 оклад, потеря производительности в первые 3 месяца – 2 оклада). Снижение текучести на 3,8 п.п. от 28 руководителей даёт удержание 1,06 человека в год, округлённо 1 человека. Экономия на заменах: 1 × 400 = 400 тыс. руб./год.

Трудоёмкость обработки оценки в исходном состоянии – 48 чел.-

час/мес (хронометраж: рассылка анкет, сбор, сверка, расчёт KPI в Excel, формирование отчётов). При стоимости часа HR-специалиста 500 руб. (с учётом начислений) это составляет 24 тыс. руб./мес, или 288 тыс. руб./год. После автоматизации (этап 3 дорожной карты) и внедрения опросника трудоёмкость снижается до 15 чел.-час/мес. Экономия: 33 чел.-час/мес × 12 мес. × 500 руб./час = 198 тыс. руб./год.

Итоговая прямая экономия представлена в таблице 8. Прямая экономия (около 600 тыс. руб./год) более чем в три раза превышает разовые затраты на внедрение (175 тыс. руб.). Окупаемость инвестиций составляет менее 4 месяцев. Расчёт не включает предотвращённые штрафы за срыв госзаказов (в исходном периоде, по данным «Компания А», ежегодные штрафы достигали 200–300 тыс. руб., частично связанные с необъективной оценкой и текучестью). При их учёте экономический эффект может быть выше на 30–50 %. Стоит также отметить социально-управленческие эффекты. Помимо прямой экономии, внедрение модели даёт несколько качественных эффектов, которые сложно точно измерить в деньгах, но они имеют стратегическое значение для долгосрочной устойчивости компании [8].

Таблица 8

Расчёт прямой экономии от внедрения модели оценки управленческих кадров, включающей мобилизационный фактор (тыс. руб./год)

Статья экономии	Расчёт	Сумма
Снижение затрат на замену руководителей	1 чел. × 400 тыс. руб.	400
Снижение трудоёмкости HR	33 чел.-час/мес × 12 мес. × 500 руб./час	198
Итого прямая экономия		**598**

Каждый из этих эффектов, даже без прямой денежной оценки, создаёт дополнительную ценность для компании. Например, улучшение психологического климата снижает затраты на урегулирование конфликтов и повышает производительность. Формирование кадрового резерва уменьшает время закрытия ключевых позиций. Сохранение репутации для тендеров может приносить дополнительные контракты. Говоря о стратегических эффектах и отраслевой экстраполяции, на уровне всей строительной отрасли РФ внедрение подобных моделей может дать значительный кумулятивный эффект. В таблице 9 приведены социально-управленческие эффекты внедрения модели оценки управленческих кадров, включающей мобилизационный фактор.

Таблица 9

Социально-управленческие эффекты внедрения модели оценки управленческих кадров, включающей мобилизационный фактор

Эффект	Механизм достижения	Ожидаемый результат
Повышение лояльности и вовлечённости	Учёт мобилизационного вклада (опросник, поведенческие шкалы)	Снижение доли увольнений по причине необъективности оценки с 67 % до 35–40 %
Улучшение психологического климата	Прозрачная процедура оценки, возможность апелляции, калибровочные сессии	Снижение конфликтов, повышение доверия к HR-функции
Формирование объективного кадрового резерва	Выявление руководителей с высокой мобилизационной устойчивостью	Обоснованное назначение на ответственные госпроекты
Снижение рисков срыва госзаказов	Удержание руководителей, способных к мобилизационной работе	Сокращение штрафов, сохранение репутации для участия в тендерах

В строительной отрасли занято около 5,6 млн человек (Росстат, 2025), из которых примерно 5–7% – руководители различных уровней (280–390 тыс. человек). По экспертным оценкам, не менее 30 % из них работают в компаниях с высокой долей госзаказа (где модель наиболее актуальна), то есть потенциальная аудитория составляет 84–117 тыс. руководителей.

Если предположить, что на каждые 28 руководителей (как в «Компания А») приходится одна компания, то число таких компаний в отрасли – около 3000–4000. При средней экономии 600 тыс. руб. на компанию в год, отраслевой эффект может составлять от 1,8 до 2,4 млрд руб./год. Однако эта оценка имеет высокую степень неопределённости и приведена лишь для иллюстрации значимости проблемы. Более точные расчёты требуют отдельного отраслевого исследования.

В таблице 10 обобщены все три группы эффектов с указанием их измеримости. Экономические эффекты проявляются уже в первый год и легко измеримы. Социально-управленческие требуют более длительного наблюдения, но также поддаются количественной оценке (опросы, кадровая статистика). Стратегические эффекты носят долгосрочный характер и могут быть оценены лишь качественно, но именно они определяют устойчивость компании в современных условиях.

Таблица 10

Обобщающая таблица эффектов внедрения модели оценки управленческих кадров, включающей мобилизационный фактор

Группа эффектов	Примеры	Измеримость	Временной горизонт
Экономические (прямые)	Снижение затрат на замену, экономия времени HR	Высокая (тыс. руб./год)	1 год

Продолжение таблицы 10

Социально-управленческие	Снижение текучести, рост согласия с оценкой	Средняя (проценты, баллы)	1–2 года
Стратегические	Сохранение мобилизационных компетенций, репутация	Низкая (качественная оценка)	2–3 года

Расчёт эффективности основан на консервативном прогнозе. Однако возможны отклонения. В таблице 11 приведены основные факторы, которые могут повлиять на достижение ожидаемых результатов, и предложены меры компенсации.

Таблица 11

Факторы чувствительности и риски

Фактор риска	Влияние на экономию	Вероятность (0–5)	Мера компенсации
Сопротивление руководителей, отказ от заполнения опросника	Снижение точности оценки, сохранение текучести	4	Пилот, вовлечение лидеров мнений, разъяснение выгод
Недостаточное снижение текучести (менее 2 п.п.)	Экономия на заменах уменьшится вдвое	2	Усиление связи оценки с премированием, апелляционные процедуры
Ошибки при автоматизации (сбои интеграции)	Сохранение высокой трудоёмкости	2	Тестирование на пилоте, резервный IT-специалист

Продолжение таблицы 11

Изменение внешних условий (новые санкции, падение рынка)	Рост текучести, нивелирование эффекта	3	Адаптация весов KPI, пересмотр плановых значений

Наиболее значимый риск – сопротивление руководителей. Другие риски имеют меньшую вероятность и могут быть компенсированы организационными мерами.

Внедрение предложенной модели оценки управленческих кадров в типичной строительной компании («Компания А») обеспечивает:

Прямую экономию около 600 тыс. руб. в год (окупаемость разовых затрат 175 тыс. руб. за 4 месяца).

Снижение текучести руководителей на 3,8 п.п. (с 14,3 % до 10,5 %).

Рост доли руководителей, согласных с оценкой, с 46 % до 75 %.

Повышение полноты учёта мобилизационных компетенций с 2,1 до 7,8 балла из 10.

Улучшение психологического климата и формирование объективного кадрового резерва.

Модель может быть рекомендована для внедрения в строительных компаниях, работающих с государственными контрактами, а также в иных отраслях с высокой долей госзаказа (ОПК, инфраструктура, транспорт). Для масштабирования на другие компании необходимо адаптировать веса KPI и поведенческие шкалы под отраслевую специфику. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку отраслевых бенчмарков мобилизационной устойчивости и создание цифровой платформы для автоматизированного сбора и анализа данных оценки.

Список литературы

1. Афонин А. И. Персонал как ключевой ресурс системы

менеджмента качества / А. И. Афонин, Е. С. Шолотонова // Друкеровский вестник. – 2025. – № 3(65). – С. 209–218. – DOI 10.17213/2312-6469-2025-3-209-218. – EDN NHPSWJ.

2. Цифровизация экономики в России: изменение вектора образовательных программ (2020-2025) / Н. М. Антипина, Т. А. Гусева, Е. Г. Жигирева, В. В. Сухов // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2025. – № 8(126). – С. 17–23. – DOI 10.24412/2411-0450-2025-8-17-23. – EDN FKGPBG.

3. Брага И.В. Инновационные подходы в развитии строительных организаций в условиях неопределенности / И. В. Брага, А. С. Мындру // Кадры для цифровой экономики: технологии искусственного интеллекта в решении профессиональных задач : сборник по итогам VI Международного научно-практического симпозиума. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2025. – С. 39–44. – EDN GKIGFJ.

4. Аль Малюль Р. М. ESG-управление и раскрытие данных в строительных компаниях / Р. М. Аль Малюль, И. В. Брага // Финансовые рынки и банки. – 2025. – № 10. – С. 248–255. – EDN DAOOOS.

5. Истратий Р. В. Антикризисная перестройка системы KPI в организации / Р. В. Истратий, А. Ю. Истратий, Е. Г. Козлова // Развитие экосистемы России с учетом новых вызовов : Сборник статей по итогам Национальной научно-практической конференции, Мытищи, 01–30 сентября 2023 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Русайнс», 2024. – С. 38–42. – EDN OBTKYK.

6. Абрамова А. А. Совершенствование системы управления персоналом организации в условиях цифровизации / А. А. Абрамова, А. А. Трифонова, А. А. Чекан // Трансформация систем управления: новые задачи и горизонты : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Курск, 27 апреля 2023 года / Под

редакцией С.А. Гальченко. – Курск: Курский государственный университет, 2023. – С. 11–15. – EDN GGDNMM.

7. Кашинцева В. Л. Цифровая интеграция как тренд качественного развития строительной отрасли / В. Л. Кашинцева, И. А. Кубрак, Р. И. Вавейкин // Финансовые рынки и банки. – 2024. – № 10. – С. 30–36. – EDN IYYFJG.

8. Истратий А. Ю. Глава 7. Особенности работы с персоналом в компаниях с активной инновационной стратегией управления / А. Ю. Истратий, Е. Г. Козлова, И. В. Кузнецова // Ключевые аспекты инновационной деятельности для достижения конкурентных преимуществ : Коллективная монография. – Саратов: ООО «Амирит», 2026. – С. 82–95. – EDN BQLBOE.

© Брага И.В., Кубрак И.А.,
Гусева Т.А., Шолотонова Е.С.

УДК 334.025

Глава 7.
ФОРМИРОВАНИЕ И ПРОДВИЖЕНИЕ БРЕНДА СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ГОСПОДДЕРЖКИ НА ПРИМЕРЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Кан Елена Викторовна
старший преподаватель кафедры
«Экономика и управление»
Джафарова Севда Фадаил кызы
Сохолтуева Полина Юрьевна
Дальневосточный филиал
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Всероссийская академия внешней торговли
Министерства экономического развития
Российской Федерации»

Аннотация: В главе рассмотрена методология формирования стратегии развития и продвижения бренда малого предприятия строительной отрасли в условиях полуэксклава с участием господдержки. Раскрыты основные методики формирования бренда для повышения конкурентоспособности. Рассмотрены применяемые меры поддержки для устойчивости бренда на примере Калининградской области. Сделан мониторинг покупательской способности и привлекательные категории районов по привлекательности размещения торговых точек, офисов продаж и рекламы. Проведена аналитика действий взаимодействия покупателей и строительных компаний по временным промежуткам.

Ключевые слова: бренд, товарный знак, строительные компании, продвижение бренда, особенности существования полуэксклава, государственная поддержка субъектов МСП в условиях особой экономической зоны.

FORMATION AND PROMOTION OF A CONSTRUCTION COMPANY'S BRAND USING GOVERNMENT SUPPORT TOOLS USING THE KALININGRAD REGION AS AN EXAMPLE

Kan Elena Viktorovna
Jafarova Sevda Fadail kyzy
Sokholtueva Polina Yurievna
Far Eastern branch of the Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education
«All-Russian Academy of Foreign Trade of the
Ministry of Economic Development of the Russian Federation»

Abstract: The article discusses the methodology for developing a strategy for the development and promotion of a small construction company's brand in a semi-exclave with government support. The main methods of brand formation are revealed in order to increase competitiveness. The applied support measures for the brand sustainability are considered on the example of the Kaliningrad region. The monitoring of purchasing capacity and attractive categories of areas by the attractiveness of the placement of retail outlets, sales offices and advertising is made. The analysis of the actions of interaction between buyers and construction companies by time interval is carried out.

Key words: brand, trademark, construction companies, brand promotion, features of a semi-exclave, state support for SMEs in a special economic zone.

Введение

Цель данной работы — предложить стратегию продвижения бренда для строительной компании МСП, основанную на основных моделях, применяемых в маркетинге, приспособленную к особенностям региональной специфики на примере Калининградской области, с применением доступных мер господдержки и учетом реальной покупательной способности населения.

Методами исследования стали: рассмотрение основных маркетинговых моделей построения бренда, анализ специфики строительных МСП функционирования Калининградской области. Определение покупательской способности жителей региона. Изучение действующих мер государственной поддержки строительных МСП в Калининградской области: ОЭЗ, субсидии, гранты, микрозаймы, цифровые программы.

Основная часть

Основные маркетинговые модели при управлении бренда компании

Методология системы управления брендом на предприятии как фактор конкурентного преимущества представляет собой комплекс стратегических действий, направленных на усиление позиций компании на рынке через целенаправленное построение, развитие и защиту сильного бренда и формирование товарного знака. Первоначально нужно определить, в чем различие понятий «бренд» и «товарный знак».

Понятие «бренд» не является юридическим. Ф. Котлер определяет бренд как «имя, термин, знак, символ и дизайн, а также их комбинации, которые предназначены для идентификации товаров или услуг одного продавца или группы продавцов и для отличия их от товаров или услуг конкурентов» [1, с. 278]. Д. Огилви трактует бренд как неосязаемую сумму свойств продукта: его имени, упаковки, цены, истории, репутации и способа рекламирования, а также сочетание впечатления потребителей и результата их опыта использования бренда [2, с. 45].

В российской юриспруденции используется термин «товарный знак», регулируемый частью 4 Гражданского кодекса РФ [3, ст. 1477] и Постановлением Пленума Верховного Суда РФ № 10 [4, с. 278]. Термин «торговая марка» не имеет легального определения в РФ и применяется преимущественно маркетологами.

Система построения устойчивого бренда охватывает широкий круг взаимосвязанных элементов, начиная от идентификации ценностей бренда и заканчивая его интегрированным продвижением. Рассмотрим подробнее составляющие распространённых моделей при управлении брендом, ориентированных на получение конкурентных преимуществ:

Модель AIDA (Attention – Interest – Desire – Action). В 1898 г. Э. Сент-Элмо Льюис сформулировал три принципа успешной рекламы: привлечь внимание, заинтересовать, убедить. Как отмечает исследователь, «три элемента в любой успешной рекламе должны прийти в голову любому человеку, который проанализирует рекламу, которая наиболее сильно понравилась ему». Первым требованием является привлечение внимания, поскольку, по словам Льюиса, «если мы не можем привлечь внимания читателя, то для нас совершенно невозможно заинтересовать или убедить его» [5, эл.р.].

Модель RACE (Reach — Act — Convert — Engage). RACE — это модель планирования коммуникаций с клиентами, предназначенная для управления маркетингом компании, прежде всего в цифровом контексте. Состоящая из 4 этапов, она охватывает все точки контакта с клиентом и особенно эффективна для продвижения сложных и дорогих продуктов, например, автомобилей или квартир. Данная система была создана Дейвом Чаффи, соучредителем компании Smart Insights, в 2010 году. Используется для планирования цифровой маркетинговой стратегии и охватывает все этапы взаимодействия с клиентом в онлайн-среде, которая названа по буквенной авиатуре [6, ст. 222–226], расшифровка представлена в таблице 1.

Таблица 1

Модель RACE в соответствие обозначения, взаимодействия с клиентом и инструментом применения

№	Буквенное обозначение модели	Взаимодействие с клиентом	Инструмент применения маркетинге
	Reach (Охват)	Привлечение максимально широкой целевой аудитории.	Таргетированная реклама.
	Act (Действие)	Побуждение пользователя перейти на сайт или в лендинг ((Landing Page) — это одностраничный сайт, разработанный под одну конкретную цель: продать товар, услугу или получить контакты клиента).	Объявления с УТП, кнопки «Узнать стоимость», «Смотреть портфолио».
	Convert (Конверсия)	превращение посетителя в лида (Лид (от англ. *Lead* — зацепка) — это потенциальный клиент, проявивший интерес к продукту или услуге и оставивший свои контакты (телефон, email)) (заявка, звонок).	Формы захвата на сайте, онлайн-калькулятор стоимости, всплывающие окна с предложением скидки за заявку.
	Engage (Вовлечение)	Постпродажное взаимодействие и формирование лояльности. Инструменты: рассылка советов по эксплуатации дома, программа «приведи друга» (скидка на следующий объект), просьбы оставить отзыв на 2ГИС.	Активное вовлечение клиентов

Источник: составлено автором

Модель RACE позволяет компаниям создавать клиентскую базу и доводить до продаж, а затем переводить их в систему лояльности,

учитывая закон Парето: 80 % продаж — это постоянные клиенты.

Модель Customer Journey Map (карта пути клиента) по своим функциям аналогична модели RACE, отличие в том, что помогает маркетологам более подробно выявить потребности потребителей.

Модель TTB (Thomson Total Branding) основана на системе вовлечения потребителей, таким образом, при котором основное ядро одного уровня становится основой для ядра следующего уровня, всего их четыре: продукт; позиционирование; целевая аудитория; индивидуальность [7, с. 146–151].

При построении устойчивого, работающего бренда необходимо помимо выбранной модели учитывать ряд элементов.

Формирование архитектуры бренда. Архитектура бренда — это структура, показывающая иерархию брендов внутри компании. Она необходима для правильного взаимодействия суббрендов и категорий продуктов друг с другом, помогая избежать путаницы и дублирования усилий.

Выработку долгосрочной стратегии. Стратегический менеджмент бренда включает в себя процесс регулярного обновления бренда и адаптации его характеристик под изменения внешней среды и потребностей рынка. Важнейшие элементы стратегического менеджмента бренда — постоянное изучение предпочтений потребителей, отслеживание динамики рынка и своевременное реагирование на угрозы и возможности.

К основным каналам относятся традиционные медиа, цифровые платформы, социальные сети, PR-кампании и события. Правильная коммуникационная стратегия формирует положительный образ бренда и укрепляет доверие потребителей.

Оценка и измерение влияния бренда проводится через специализированные метрики, такие как Brand Equity Index (BEI), Net Promoter Score (NPS), Customer Lifetime Value (CLV) и др. Данные

показатели помогают оценить степень лояльности потребителей, уровень осведомленности о бренде и общую рыночную ценность компании.

Организация и культура компании бренда играет решающую роль в управлении брендом. Сотрудники активно участвуют в формировании ценности бренда и миссии компании. Корпоративная культура направлена на обслуживание клиента и соответствует образу бренда.

Управление рисками бренда. Одним из важнейших компонентов методологии управления брендом является управление рисками, возникающими вследствие негативного опыта пользователей, кризисных ситуаций или ухудшения репутации. Своевременное распознавание рисков и разработка стратегии минимизации ущерба критически важны для сохранения доверия и капитализации бренда.

Формирование и управление товарного знака включает разработку концепции, дизайн, регистрацию и продвижение бренда. Управление брендом предполагает контроль качества, мониторинг конкурентов, обновление продукции, защиту прав и развитие дистрибьюторской сети. Эти шаги помогают создать узнаваемый бренд и повысить прибыль компании.

Методология системы управления брендом с учетом строительной специфики

На современном этапе существует множество моделей по формированию устойчивого и эффективного бренда. Строительный бизнес имеет свои особенности. В настоящий момент компании работают по следующим контрольным точкам с потребителями:

Поиск информации – клиент запрашивает интернет, читает отзывы.

Сравнение подрядчиков — клиент заходит на сайты 3–5 строительных компаний, сравнивает портфолио, цены, гарантии, сроки.

Контакт — звонок, заполнение формы на сайте, обращение в мессенджер.

Переговоры и договор — выезд замерщика/инженера, составление

сметы, обсуждение деталей, подписание договора и внесение предоплаты.

Процесс строительства/ремонта — клиент получает регулярные фото- и видеоотчеты, может отслеживать этапы в личном кабинете.

Сдача объекта — подписание акта, выдача гарантии, финальный расчет.

Постпродажное обслуживание — решение вопросов по гарантии, сезонное обслуживание (например, проверка кровли после зимы).

Формирование лояльности — клиент рекомендует компанию знакомым, оставляет положительный отзыв, обращается повторно для других объектов.

Некоторые компании-застройщики нарушают вышеописанный алгоритм и на стадии рекламы не оставляют цены, а сразу формируют сайт таким образом, что вся информация предоставляется менеджером, после того как клиент оставит телефон.

Такая форма хоть и считалась эффективной несколько лет тому назад и позволяет менеджеру навести контакт с потенциальным потребителем. Однако такая подача информации порой раздражает клиентов, тех, кто ценит свое время, не хочет рассказывать о своих планах, да и решение о покупке недвижимости формируется не за один день, соответственно потенциальные покупатели уходят к конкурентам, к тем, у кого более прозрачные условия и более доступная информация. Возможно, данный факт остается как установленный скрипт от маркетологов, возможно такое решение остается у застройщиков от множества предлагаемых программ, каждая компания выбирает самостоятельно принципы и методы работы.

Основываясь на существующих моделях построения бренда, можно сформировать некоторые этапы формирования конкурентно преимущественного бренда, отражены в таблице 2.

Таблица 2

Этапы стратегии продвижения бренда строительной компании

№	Этап	Содержание этапа
	Аудит текущего состояния бренда и конкурентной среды	Сбор и анализ информации о положении компании на рынке, оценка конкурентов
	Анализ целевой аудитории и её покупательной способности	Сегментация потребителей, оценка доходов в муниципалитетах, выявление приоритетных районов
	Позиционирование и разработка бренд-платформы	Формирование уникального торгового предложения (УТП) на основе аудита
	Выбор каналов продвижения и медиапланирование	Сочетание цифровых и офлайн-каналов при ограниченном бюджете
	Мониторинг KPI и коррекция стратегии	Регулярное измерение ключевых показателей эффективности, ежеквартальная корректировка
	Управление рисками бренда	Составление реестра основных рисков и плана стратегии их устранения.
	Управление товарным знаком	Конструирование модели контроля качества и послепродажного сопровождения
	Интеграция инструментов государственной поддержки	Использование субсидий, грантов, льгот ОЭЗ, программ Центра «Мой бизнес»

Источник: составлено автором

Следуя представленным принципам и инструментам управления брендом, предприятие способно значительно повысить свое конкурентное преимущество на рынке, сформировать положительное восприятие своего бренда и стать лидером отрасли. Главное — регулярное обновление и адаптация стратегии, глубокое понимание особенностей рынка и грамотное использование всех каналов коммуникации.

Региональные особенности строительной отрасли в Калининградской области

Любая методология на практике трансформируется под

региональные особенности. Рассмотрим внедрение предложенных методик на примере Калининградской области.

Регион обладает особыми геополитическими и экономическими характеристиками: положение полуэксклава, сложная логистика, малая площадь (15 125 км²), враждебное окружение, ограниченный рынок. По данным Калининградстата на 2025 год, население области составляет 1 032 900 человек, из них 77,6 % (805 тыс.) проживают в городских округах, 22,4 % (233 тыс.) — в сельской местности, при этом с каждым годом население снижается [8 ст. 14]. Среднедушевые денежные доходы существенно различаются по муниципалитетам (таблица 3).

Таблица 3

Среднедушевой денежный доход по муниципальным образованиям

Муниципальное образование	Среднедушевой доход (руб./мес.)	Доля населения, %
Городской округ «Город Калининград»	48 700	46,5
Светлогорский городской округ	51 200	1,8
Зеленоградский муниципальный округ	44 500	3,9
Гурьевский муниципальный округ	41 800	7,2
Балтийский городской округ	39 200	3,4
Черняховский муниципальный округ	35 100	4,5
Остальные муниципалитеты	32 000 – 38 000	32,7

Источник: составлено автором по данным [9, ст. 6]

При относительно небольших доходах вложение денежных средств в недвижимость остается достаточно актуальным, поэтому строительный

бизнес набирает обороты и является одним из главных источников ВРП региона.

Предпринимательской деятельностью в регионе осуществляет более 42 000 юрлиц, обшей объём ВРП 491, млрд руб. Из общего числа ВРП в 2024 году на строительный бизнес приходится 17,2 %, прирост к 2023 году составил 4,24 %.

Рис. 1. Строительство жилья профессиональными застройщиками [9, ст. 1]

По состоянию на май 2024 года строительство жилья в Калининградской области осуществляют 74 застройщика (бренда), которые представлены 103 компаниями (юридическими лицами), представлено на рисунке 2.

№	Застройщик	Строящихся домов		Жилых единиц		Совокупная S жилых единиц	
		ед.	%	ед.	%	м²	%
1	ГК К8	5	2,5%	1 400	5,2%	100 048	6,9%
2	КСК	13	6,6%	1 681	6,3%	72 421	5,0%
3	ГК Расцвет	7	3,5%	1 206	4,5%	71 066	4,9%
4	СК МПК	6	3,0%	1 204	4,5%	67 567	4,6%
5	ГК Холдинг Калининградстройинвест	10	5,1%	1 191	4,5%	61 657	4,2%
6	ГК ССК	4	2,0%	1 109	4,2%	60 486	4,2%
7	СЗ Центрфорвардстрой	3	1,5%	966	3,6%	57 656	4,0%
8	ГК Мегаполис	4	2,0%	895	3,4%	53 512	3,7%
9	Акфен	3	1,5%	1 028	3,9%	52 658	3,6%
10	АвангардИнвестПроект	1	0,5%	615	2,3%	47 865	3,3%
11	Фонд ЖСС КО	7	3,5%	825	3,1%	47 266	3,2%
12	СЗ МП Строй	1	0,5%	740	2,8%	47 079	3,2%
13	Холдинг Setl Group	7	3,5%	1 185	4,4%	43 665	3,0%
14	Строительный трест	5	2,5%	739	2,8%	41 025	2,8%
15	ГК ДОМАРТ	4	2,0%	674	2,5%	40 974	2,8%
16	ГК Модуль-Стройград	6	3,0%	829	3,1%	37 632	2,6%
17	СЗ Гагаринский	1	0,5%	667	2,5%	31 297	2,2%
18	ГК Садовое кольцо	2	1,0%	642	2,4%	30 318	2,1%
19	МакроСтрой	7	3,5%	740	2,8%	28 961	2,0%
20	СЗ БСК	1	0,5%	457	1,7%	26 478	1,8%
21	ГК Балтия-Инвестстрой	6	3,0%	410	1,5%	25 745	1,8%
22	СЗ Гефест	1	0,5%	387	1,4%	23 953	1,6%
23	ГК КПД-Калининград	5	2,5%	428	1,6%	23 273	1,6%
24	Комфортный дом	2	1,0%	378	1,4%	20 630	1,4%
25	Люкс Строй Сервис	1	0,5%	302	1,1%	20 253	1,4%
26	СЗ Раушен Хотел Ресорт	3	1,5%	226	0,8%	20 093	1,4%
27	СЗ Акфен Престиж	1	0,5%	285	1,1%	15 854	1,1%
28	СЗ СК СтройИнвестиция	4	2,0%	403	1,5%	15 497	1,1%
29	Патефон	1	0,5%	204	0,8%	13 812	0,9%
30	ГК Багратион	2	1,0%	324	1,2%	13 561	0,9%
31	СЗ Корпорация недвижимости Калининграда	2	1,0%	213	0,8%	12 649	0,9%
32	СЗ КЕНИГСБЕРГСТРОЙ	2	1,0%	224	0,8%	11 738	0,8%

Рис. 2. Объёмы текущего жилищного строительства в Калининградской области [9, ст. 32]

По результатам анализа сайтов и проектных деклараций застройщиков на территории Калининградской области на май 2024 года выявлено 198 строящихся застройщиками домов. В указанных домах

строится 26 694 жилые единицы (квартир, блоков, апартаментов), совокупная площадь которых составляет 1 454 655 м² (Таблица 4).

Таблица 4

Количество и виды строящихся застройщиками жилых домов в Калининградской области в 2024 году [9, стр. 4]

№	Вид дома	Строящихся домов		Жилых единиц		Совокупная S жилых единиц	
		ед.	%	ед.	%	м2	%
1	Многоквартирный дом	182	91,9%	24 952	93,5%	1 328 865	91,4%
2	Дом с апартаментами	16	8,1%	1 742	6,5%	125 790	8,6%
3	Общий итог	198	100%	26 694	100%	1 454 655	100%

Основной объем текущего жилищного строительства застройщиками приходится на многоквартирные дома, 93,5 % строящихся жилых единиц, на дома с апартаментами приходится 6,5 % строящихся жилых единиц.

На основе анализа доходов, темпов жилищного строительства и транспортной доступности выделены три категории районов по привлекательности для размещения торговых точек, офисов продаж и рекламы (таблица 5)

Особо выделяется Гурьевский муниципальный округ. Он является зоной наиболее активной жилой застройки в области («спальный район») с высокими темпами ввода жилья. Для строительных компаний МСП

присутствие в Гурьевске (офис, склад материалов, выездная бригада) является важным аспектом для деятельности.

Таблица 5

Привлекательные районы для размещения торговых точек, офисов продаж

Категория	Муниципалитеты	Потенциал	Рекомендуемые действия
1	Калининград (Московский, Ленинградский, Центральный районы), Гурьевский район	Высокий	Открытие полноформатных офисов, активная реклама, высокие бюджеты на Яндекс. Директ
	Зеленоградск	Очень высокий	
2	Светлогорск, Балтийск, Светлый, Гусев	Средний	Представительства или выездные консультации, таргетированная реклама, участие в местных выставках
3	Черняховск, Советск, Озерск, Краснознаменск, сельские территории	Низкий	Только при наличии крупного заказа или господряда; удаленные продажи через сайт

Источник: составлено автором [9, стр. 6]

Недвижимость является товаром длительного пользования и высокой стоимости, поэтому к строительной компании предъявляются высокие требования. Конкуренция достаточно высока, поэтому важную роль играет создание и продвижение собственного, узнаваемого строительного бренда. К нему относится: надежность, репутация, отзывы

заказчиков, опыт, открытость информации о проектах, сроках, стоимости работ, профессиональная компетентность и следование инновациям.

Государственная поддержка малых и средних строительных компаний Калининградской области

Малые и средние калининградские компании имеют некоторые преимущества в сравнении с крупными, устоявшимися на рынке. Это способность быстро реагировать на изменения рынка и запросы заказчиков, возможность выстраивать более тесные, неформальные контакты с клиентами, малая бюрократизация производственных процессов, что позволяет быстро внедрять новшества, высокая скорость прохождения управленческих команд.

Имеются и недостатки: к ним относится нехватка средств на рекламу и развитие, малая узнаваемость по сравнению с устоявшимся бизнесом, поэтому оказание помощи органами власти позитивно сказываются на деятельность МСП.

В 2026 году в Калининградской области действует программа поддержки МСП с общим объёмом финансирования 1,5 млрд руб. Предоставляются Министерством экономического развития Калининградской области, в том числе и через Центр «Мой бизнес» [10, эл.р.]. Основные инструменты поддержки предпринимателей:

Формирование реестра региональных брендов — формируется официальный перечень местных производителей. Включение в реестр повышает доверие, даёт доступ к софинансированию маркетинговых и экспортных активностей, а также к участию в конкурсах типа «Бизнес баттл».

Софинансирование рекламных и логистических расходов для компаний с сертификатом «Сделано в России» (поддержка размещения продукции на зарубежных складах, рекламы, логистики).

Цифровые платформы — совместные программы с VK и Корпорацией МСП: аудит бизнес-сообщества, рекомендации по ведению

соцсетей, премиум-подписка на «VK Рекламу» с расширенной аналитикой.

Конкурсы и гранты — «Бизнес баттл», иные инициативы, обеспечивающие финансирование и PR-поддержку.

Существуют и особые преференции для всего бизнес-сообщества, к ним относятся:

1. Основной поддержкой является статус особой экономической зоны в Калининградской области. ОЭЗ в Калининградской области — это специальный правовой режим, действующий до 31.12.2045 года [11, эл.р.] на всей территории региона и прилегающих водах. Резиденты получают налоговые льготы (прибыль, имущество, земля, пониженные страховые взносы 7,6 %) и режим свободной таможенной зоны при обязательных инвестициях от 1 млн до 150 млн руб.

Ключевые преимущества и условия ОЭЗ. Территория: вся Калининградская область и примыкающие морские воды. Срок действия: до 31.12.2045 года. Налоговые льготы: налог на прибыль – 0 % в первые 6 лет, 10 % в следующие 6 лет (для новых проектов). Налог на имущество – 0 % в первые 6 лет, затем 1,1 % в следующие 6 лет. Налог на землю – 0 % сроком на 5 лет. Страховые взносы – пониженные тарифы (7,6 %) в течение 7 лет (для резидентов, включенных до 31.12.2025). Таможенные льготы: режим свободной зоны (импорт без уплаты пошлин и НДС при использовании внутри ОЭЗ).

Основные условия к резидентам – это реализация инвестпроекта (инвестиции в основной капитал – 150 млн руб., для IT/науки – от 1 млн руб., здравоохранения – от 10 млн руб.).

2. В Калининградской области действует программа финподдержки субъектов МСП, включающая субсидии на участие в выставочно-ярмарочных мероприятиях. Основные условия субсидии: размер поддержки до 50 % фактических затрат, но не более 500 тыс. рублей на одного получателя в год. Софинансирование: предприниматель самостоятельно обеспечивает софинансирование не менее 30 %

(в некоторых случаях — не менее 50 % от общей суммы затрат). Направлены на целевые расходы: аренда выставочной площади, застройка и оборудование стенда (в т.ч. монтаж), регистрационный взнос, печать каталогов и полиграфии. Получатели: юридические лица и ИП, зарегистрированные в Калининградской области и включенные в Единый реестр субъектов МСП. Условие: участие в мероприятии из утвержденного перечня (преимущественно профильные, производственные, инновационные выставки).

3. Начинающие предприниматели в сфере строительства и ЖКХ могут воспользоваться грантовой программой «Старт» [12, эл. р.] в центре «Мой бизнес» при условии внедрения инноваций в своей деятельности.

4. Льготные микрозаймы от государственных Фондов поддержки МСП предоставляются на пополнение оборотных средств, включая маркетинговые расходы (реклама, SEO, маркетинговые исследования), на сумму до 5 млн рублей. Процентные ставки по таким займам обычно составляют 3–5 % годовых для приоритетных отраслей и начинающих предпринимателей.

5. В Калининградской области действуют меры поддержки малого и среднего предпринимательства (МСП), включающие компенсацию затрат на маркетинговые услуги. Размер поддержки – до 300 тыс. рублей (часто предоставляется в формате софинансирования или компенсации части уже понесенных затрат, например, до 50 % или 70 % от стоимости услуг, но не более установленного лимита) [10, эл.р.].

Таким образом, для развития предпринимательского климата правительством Российской Федерации и правительством Калининградской области сформированы достаточные условия. Конечно, у каждого вида поддержки есть определенные условия для его получения, информация по предоставлению находится в открытом доступе.

Выводы

Эффективное управление брендом и товарным знаком приобретает ключевое значение для достижения конкурентных преимуществ. Формирование и развитие сильного бренда повышают лояльность потребителей, улучшают восприятие продукции и увеличивают прибыльность бизнеса. Рациональный подход к управлению брендом, включающий идентификацию ценностей, разработку концепции, организацию коммуникаций и оценку влияния бренда, позволяет компаниям занимать устойчивые позиции на рынке и получать максимальную выгоду от конкурентной борьбы.

Молодым компаниям создаются условия, чтобы они могли заполнить определенные ниши, удовлетворяющие спрос региональных потребителей. Меры государственной поддержка в Калининградской области относится: ОЭЗ, субсидии до 500 тыс. руб. на выставки, грант «Старт», льготные микрозаймы до 5 млн руб., компенсация маркетинговых услуг до 300 тыс. руб., реестр региональных брендов, цифровые программы и прочие возможности для снижения затрат на продвижение бренда и торговой марки.

Следовательно, сочетание интенсивной конкуренции и рационального брендинга лежит в основе устойчивого экономического прогресса, способствующего ускоренному росту, финансовой стабильности и высокому уровню благосостояния как на уровне отдельных организаций, так и целых отраслей и секторов экономики, что положительно влияет на социально- экономическое развитие регионов.

Список литературы

1. Котлер Ф. Маркетинг. Менеджмент: экспресс-курс / Филип Котлер; [пер. с англ. Д. Раевская]. – 2-е изд. – М. [и др.]: Питер, 2005. – 464 с.: ил.; 24 см. – (Деловой бестселлер). ISBN 5-94723-952-3: 5000

2. Огилви Д. Откровения рекламного агента / Д. Огилви; пер. с англ. – Текст: электронный. – URL: https://www.mann-ivanov-ferber.ru/

assets/files/bookparts/confession-of-an-advertising-man/ otkroveniya_read.pdf (дата обращения 15.03.2026).

3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 № 230-ФЗ: (ред. от 23.07.2025, с изм. и доп., вступ. в силу с 04.01.2026). – Ст. 1477–1515. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/ (дата обращения 15.03.2026).

4. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 23.04.2019 № 10 «О применении части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации». – Ст. 2–5. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_323470/ (дата обращения 16.03.2026).

5. AIDA, PAS, ODC: как выбрать маркетинговую модель / Журнал о разумном бизнесе дата публикации 11 ноября 2025. – URL: https://mindbox.ru/journal/education/aida-marketing/ (дата обращения 15.06.2026).

6. Котельникова А. С., Кузнецова Е. В. Использование концепции RACE для разработки PR-кампании организации // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. № 12-2 (87) ст. 222-226.

7. Денисов И.А. Маркетинговые модели продвижения бренда на примере деятельности коммерческой организации по предоставлению бухгалтерских услуг // Проблемы экономики и юридической практики. 2023. Т. 19. № 5, ст. 146-151.

8. Калининградская область в цифрах // Статистический ежегодник Калининградской области 2024: стат. сб. / Калининградстат. – Калининград, 2025. – 312 с. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области [Электронный ресурс]. – URL: https://39.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ВРП_2024(2).pdf (дата обращения 20.06.2026).

9. Строительство жилья профессиональными застройщиками // [Электронный ресурс]. Аналитический обзор Калининградской области. – URL: https://erzrf.ru/images/repfle/25210156001REPFLE.pdf (дата обращения 20.06.2026).

10. Центр поддержки предпринимательства Калининградской области «Мой бизнес»: официальный сайт. – Текст: электронный. – URL: https://mbkaliningrad.ru/news/51981/ (дата обращения 17.04.2026).

11. Особая экономическая зона в Калининградской области: официальный сайт. – Текст: электронный. – URL: https://oez.gov39.ru/contacts/oez_kld/ (дата обращения 20.06.2026).

12. Программа «Старт»: поддержка стартапов на ранних стадиях развития / Фонд содействия инновациям. – Текст: электронный. – URL: https://www.fasie.ru/programs/programma-start/ (дата обращения 15.04.2026).

© Кан Е.В., Джафарова С.Ф., Сохолтуева П.Ю., 2026

Глава 8.
МЕТОДОЛОГИЯ ПРОМПТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АУДИТЕ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ

Шеварев Кирилл Сергеевич
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

Аннотация: В главе рассматривается практико-ориентированный подход к применению искусственного интеллекта в аудите бухгалтерской отчетности на основе экспертной методологии промптов. Обосновано, что ценность ИИ для аудитора определяется не самим фактом использования нейросетевой модели, а качеством методического задания: какие данные передаются системе, какие аудиторские задачи ставятся, какие критерии анализа используются и в каком виде результат возвращается аудитору. В работе предложена модель промпт-ориентированного ИИ-инструмента, который помогает обрабатывать информацию, полученную от клиента, формировать аналитический отчет, выделять зоны риска, готовить перечень документов к запросу и сокращать трудоемкость первичной проверки. Показано, что такая система не заменяет профессиональное суждение аудитора, но заметно усиливает подготовительный этап аудиторских процедур: анализ бухгалтерской отчетности, проверку взаимоувязки показателей, оценку учетной политики, расчет существенности, анализ дебиторской и кредиторской задолженности, а также выявление рисковых операций. Отдельное внимание уделено роли эксперта-аудитора в создании промптов: именно экспертная логика превращает ИИ из универсального текстового инструмента в прикладной аудиторский помощник.

Ключевые слова: аудит, искусственный интеллект, промпт-методология, бухгалтерская отчетность, аудиторские процедуры, риски

существенного искажения, аналитический отчет, профессиональное суждение.

PROMPT-ORIENTED METHODOLOGY FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE AUDIT OF FINANCIAL STATEMENTS

Shevarev Kirill Sergeevich

Abstract: The chapter examines a practice-oriented approach to the use of artificial intelligence in the audit of financial statements based on an expert prompt methodology. The value of AI for auditors is determined not by the mere use of a neural model, but by the quality of the methodological task: what client data are provided to the system, what audit objectives are set, what analytical criteria are used, and how the result is returned to the auditor. The paper proposes a model of a prompt-oriented AI tool that helps process information received from a client, prepare an analytical report, identify risk areas, generate document requests and reduce the workload of preliminary audit procedures. The chapter shows that such a system does not replace the auditor's professional judgment, but strengthens the preparatory stage of audit work, including financial statement analysis, inter-form reconciliation, accounting policy review, materiality calculation, receivables and payables analysis, and the identification of risky transactions.

Key words: audit, artificial intelligence, prompt methodology, financial statements, audit procedures, risks of material misstatement, analytical report, professional judgment.

Введение

Аудиторская работа всегда находилась между двумя полюсами: с одной стороны, она требует строгого следования стандартам, с другой – невозможна без профессионального суждения. На практике это

особенно заметно на предварительном этапе проверки, когда аудитор получает от клиента большой массив разнородной информации: оборотно-сальдовые ведомости, бухгалтерскую отчетность, учетную политику, пояснения, регистры по счетам, расшифровки расчетов, договоры, акты сверки и иные документы. Из этих данных нужно быстро понять, где находятся зоны повышенного риска, какие показатели требуют проверки, какие документы необходимо запросить дополнительно и какие процедуры следует запланировать.

Традиционный подход к такой работе основан на ручном чтении документов, сопоставлении форм отчетности, анализе счетов и подготовке рабочих таблиц. Этот подход остается необходимым, но он имеет очевидное ограничение: квалифицированное время аудитора расходуется на повторяющиеся технические операции. Аудитор вручную ищет несостыковки, просматривает строки отчетности, переносит показатели в таблицы, формулирует однотипные запросы и собирает промежуточные выводы. В результате значительная часть профессионального ресурса уходит не на оценку экономического смысла операций, а на механическую обработку данных.

Искусственный интеллект способен изменить именно эту часть аудиторского процесса. Его практическая ценность состоит не в замене аудитора, а в ускорении первичной аналитической обработки информации. Если ИИ получает правильно подготовленное методическое задание, он может системно разобрать комплект клиентских данных, выделить потенциальные расхождения, классифицировать зоны внимания, подготовить черновик аналитического отчета и предложить документы к запросу. Такой результат не является аудиторским заключением, но он становится полезной опорой для аудитора при планировании и выполнении дальнейших процедур.

Ключевым условием эффективности является не только наличие самой ИИ-модели, но и наличие экспертной промпт-методологии. Под

промпт-методологией в данной работе понимается система профессионально составленных заданий для ИИ, которые переводят аудиторскую логику в понятный для программы формат: указывают цель анализа, состав входных данных, порядок работы, критерии выявления риска, допустимые формы вывода и требования к аналитическому отчету. Иными словами, промпт становится не обычной командой, а носителем экспертной методики.

Цель настоящей главы состоит в разработке и обосновании методологии промпт-ориентированного применения искусственного интеллекта в аудите бухгалтерской отчетности. Для достижения указанной цели рассматриваются практические задачи, которые может решать ИИ-система в аудите, раскрывается роль экспертно подготовленных промптов, предлагается модель обработки клиентских данных и формирования аналитического отчета, а также определяются направления, в которых такая система способна повысить эффективность аудиторской работы.

1. Искусственный интеллект в аудите: от универсального инструмента к прикладной аудиторской системе

В профессиональной среде искусственный интеллект часто обсуждается слишком широко. Его описывают как технологию, которая способна автоматизировать анализ, ускорить обработку документов и повысить качество управленческих решений. Для аудита такая общая постановка недостаточна. Аудиту нужен не просто «умный помощник», а инструмент, способный работать в рамках аудиторской задачи: понимать структуру бухгалтерской информации, различать отчетность и регистры, видеть связь между строками форм, учитывать ограничения исходных данных и формировать результат в виде, пригодном для рабочего файла.

В этом смысле ИИ в аудите следует рассматривать как прикладную систему поддержки профессиональной деятельности. Такая система не

принимает аудиторское мнение и не подменяет ответственность аудитора. Ее назначение более конкретно: превратить массив клиентских документов в структурированный аналитический материал. Этот материал должен помочь аудитору быстрее увидеть, какие участки учета требуют внимания, какие показатели нуждаются в сверке, какие данные отсутствуют и какие документы следует запросить у клиента.

МСА 315 связывает процесс аудита с выявлением и оценкой рисков существенного искажения финансовой отчетности посредством понимания организации и ее окружения [1]. На практике это означает, что аудитор должен не только получить документы, но и понять, где именно вероятность искажения выше. ИИ-инструмент может быть полезен именно на этом этапе: он не определяет риск окончательно, но помогает собрать предварительную картину и систематизировать данные для профессионального анализа.

В последние годы международные профессиональные организации также признают влияние технологий на аудит. IAASB в технологической позиции указывает, что развитие технологий требует адаптации подходов к стандартам аудита и заданий, связанных с уверенностью [3]. PCAOB по итогам анализа применения генеративного ИИ в аудите и финансовой отчетности отмечает, что в настоящее время такие инструменты чаще используются для административных и исследовательских задач, но имеют потенциал для планирования и выполнения аудита [4]. Эти выводы важны для обоснования практического направления: ИИ пока не является заменой аудиторским процедурам, но уже становится инструментом предварительной аналитической работы.

Для российской аудиторской практики дополнительное значение имеет переход бухгалтерской отчетности на требования ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность», утвержденного приказом Минфина России от 04.10.2023 № 157н [5]. Новый стандарт усиливает значение структуры отчетности, существенности, детализации и

раскрытия информации. Поэтому ИИ-инструмент, работающий с отчетностью, должен быть ориентирован не только на механический расчет строк, но и на проверку логической согласованности форм, пояснений и учетной политики.

Таблица 1

Практические задачи ИИ-инструмента в аудите бухгалтерской отчетности

Задача аудитора	Роль ИИ-инструмента	Практический результат для аудитора
Первичное изучение комплекта документов	Разбирает состав загруженных данных, группирует их по назначению, выделяет отсутствующие элементы	Аудитор быстро понимает, какие материалы получены и чего не хватает
Анализ бухгалтерской отчетности	Сопоставляет ключевые строки, проверяет арифметику и межформенные связи	Формируется перечень расхождений и вопросов к отчетности
Оценка учетной политики	Выделяет способы учета, нормативные ориентиры и зоны, требующие проверки	Аудитор получает краткую выжимку вместо полного пересказа документа
Анализ расчетов с контрагентами	Ищет задолженность без движения, старые остатки, признаки сомнительности и потребность в резерве	Формируется список контрагентов для первоочередной проверки
Подготовка аналитического отчета	Собирает результаты отдельных этапов в структурированный документ	Аудитор получает основу для рабочего файла и планирования процедур

2. Промпт-методология как экспертный слой ИИ-системы

Обычный пользовательский запрос к нейросети редко подходит для аудиторской работы. Если написать: «проанализируй отчетность», результат будет зависеть от случайной интерпретации модели. В одном случае она перескажет очевидные показатели, в другом – начнет делать выводы без достаточных оснований, в третьем – смешает этапы проверки. Поэтому для аудита принципиально важна не только сама модель, но и то, как аудитор формулирует задание.

Промпт-методология отличается от разового промпта тем, что задает устойчивую профессиональную рамку. Она включает цель процедуры, перечень допустимых источников, правила анализа, критерии риска, структуру результата, требования к формулировкам и порядок фиксации ограничений. В такой конструкции промпт работает как методическое задание для ИИ-системы. Он переводит профессиональную логику аудитора в алгоритм взаимодействия с моделью.

Таким образом, промпт-методология становится своеобразным «переводчиком» между аудиторской методикой и ИИ. Без нее нейросеть остается универсальным инструментом с неопределенным качеством результата. С ней ИИ превращается в прикладную программу, которая помогает выполнять повторяющиеся аналитические действия по единой логике.

Таблица 2

Состав экспертного промпта для аудиторской ИИ-системы

Элемент промпта	Содержание	Почему это важно для аудита
Профессиональная роль	Указывается, что система действует как помощник аудитора, методолог или аналитик данных	Модель ориентируется на деловой и процедурный формат ответа

Продолжение таблицы 2

Цель процедуры	Формулируется конкретная аудиторская задача: сверка, анализ задолженности, оценка учетной политики и т.п.	Исключается расплывчатый общий анализ
Состав входных данных	Определяются документы, которые система должна использовать	Результат привязывается к фактически полученной информации
Критерии анализа	Задаются признаки риска, формулы, контрольные соотношения, статусы	ИИ работает по профессиональной логике, а не по свободной интерпретации
Формат результата	Устанавливаются таблицы, выводы, перечень вопросов и документов к запросу	Выходной материал пригоден для рабочего файла аудитора
Требования к осторожности	Указывается, как фиксировать недостаток данных и предварительный характер выводов	Снижается риск чрезмерно категоричных заключений

3. Методология обработки клиентских данных с помощью ИИ

В аудиторской практике клиент редко предоставляет данные в идеальном виде. Даже если формально загружен полный комплект документов, внутри него могут быть разные форматы, несопоставимые периоды, отсутствие аналитики, расхождения между отчетностью и регистрами, неактуальная учетная политика или недостаточная детализация пояснений. Поэтому первая задача ИИ-системы состоит не в том, чтобы сразу делать выводы, а в том, чтобы привести информацию в рабочее аналитическое состояние.

Наиболее полезным является последовательный подход, при котором ИИ-программа проходит несколько стадий. Сначала она определяет состав документов: какие формы отчетности представлены, есть ли общая ОСВ, имеются ли регистры по отдельным счетам, загружена ли учетная политика, представлены ли пояснения, имеются ли результаты предыдущих процедур. Затем система нормализует данные: проверяет период, единицу измерения, знаки, коды строк, наличие сравнительных показателей. После этого начинается содержательный анализ по направлениям.

Такая логика позволяет аудитору не тратить время на первичную «разборку» комплекта. Вместо того чтобы вручную читать каждый файл и определять, что с ним делать, аудитор получает структурированное описание данных и видит, какие блоки можно анализировать сразу, а какие требуют дополнительных запросов. Это особенно важно для ассистентов аудитора и проектных команд, где качество первичной обработки зависит от опыта исполнителя.

В основе предлагаемого подхода лежит идея аналитического конвейера. Клиентские данные проходят через несколько функциональных блоков: проверка состава документов, анализ отчетности, сверка взаимоувязки, расчет существенности, анализ учетной политики, анализ задолженности, анализ рисковых операций и подготовка итогового аналитического отчета. Каждый блок имеет свою задачу и свой результат, но все они работают на одну цель – дать аудитору карту зон риска и перечень дальнейших процедур.

Клиентские данные	**Промпт-методология**	**ИИ-анализ**	**Карта рисков**	**Аналитический отчет**

Рис. 1. Обобщенная логика обработки клиентских данных ИИ-инструментом

Таблица 3

Этапы обработки информации в промпт-ориентированной ИИ-системе

Этап	Содержание работы ИИ	Результат этапа
1. Идентификация данных	Определение состава документов, периодов, форм отчетности и регистров	Перечень полученных и отсутствующих материалов
2. Нормализация	Проверка единиц измерения, знаков, кодов строк, сопоставимости периодов	Подготовленный массив для анализа
3. Аналитическая обработка	Проверка отчетности, расчетных показателей, задолженности, учетной политики и рисковых операций	Таблицы с признаками риска и комментариями
4. Формирование карты риска	Группировка выявленных вопросов по участкам учета и приоритету проверки	Предварительная карта аудиторского внимания
5. Подготовка отчета	Сбор результатов в единый документ с выводами и рекомендациями	Аналитический отчет для аудитора

4. Основные направления практического применения ИИ в аудите отчетности

Практический смысл ИИ в аудите раскрывается через конкретные участки работы. Если ограничиться общими словами о цифровизации, научная и прикладная ценность будет невысокой. Гораздо важнее показать, какие именно действия ИИ может выполнять в рамках аудиторской проверки и почему это помогает аудитору.

Первое направление – анализ бухгалтерской отчетности. ИИ может сопоставить показатели бухгалтерского баланса, отчета о финансовых результатах, отчета о движении денежных средств и отчета об

изменениях капитала. Он может проверить арифметику разделов, выявить несоответствие итога актива и пассива, найти расхождения между чистой прибылью в ОФР и движением капитала, сопоставить денежные средства в балансе и ОДДС. Для аудитора это ценно тем, что техническая сверка выполняется быстро и полно, включая нулевые и сравнительные строки.

Второе направление – анализ учетной политики. На практике учетная политика часто составлена формально: в ней могут быть устаревшие ссылки, неполно раскрытые способы учета, отсутствующие разделы по резервам, аренде, отчетности или финансовым вложениям. ИИ может быстро выделить фактически прописанные положения и сравнить их с актуальными нормативными ориентирами. В результате аудитор получает не пересказ документа, а выжимку: что закреплено, что отсутствует, что нужно проверить и какие участки могут повлиять на отчетность.

Третье направление – расчет и использование существенности. Если в промпт-методологии заранее задана внутренняя методика расчета, ИИ может аккуратно перенести показатели отчетности, рассчитать уровень существенности, уровень для выполнения процедур и уровень незначительности. Практическая ценность состоит не только в самом расчете, но и в единообразии: разные сотрудники будут получать результат по одной логике, а аудитор сможет сосредоточиться на проверке выбранной базы и профессионального обоснования процента.

Четвертое направление – анализ дебиторской и кредиторской задолженности. Это один из наиболее трудоемких участков проверки. ИИ может обработать ОСВ по релевантным счетам расчетов, в частности по счетам 60, 62 и 76, а при анализе резерва по сомнительным долгам – по счету 63, выделить задолженность без движения, старые остатки, крупные суммы, авансы, необычные расчетные позиции, потенциальную потребность в резерве и перечень контрагентов для первоочередного запроса актов сверки. При этом принципиально важно, что система

анализирует не только дату договора, но и движение задолженности: начальное сальдо, обороты и конечное сальдо.

Пятое направление – выявление рисковых операций. К ним относятся финансовые вложения, депозиты, кредиты, займы, проценты, операции по счету 76 и крупные прочие доходы или расходы. Здесь ИИ помогает аудитору увидеть, что экономическая суть операции может не совпадать со счетом учета. Например, сумма на счете 58 может требовать проверки на предмет того, действительно ли это финансовое вложение; депозит может быть связан с классификацией денежных эквивалентов; долгосрочный заем может иметь краткосрочную часть; проценты могут быть не отделены от основного долга.

Таблица 4

Направления применения ИИ и ожидаемый практический эффект

Направление	Что анализирует ИИ	Что получает аудитор
Бухгалтерская отчетность	Строки форм, итоги разделов, межформенные связи, сравнительные показатели	Реестр расхождений и технических несоответствий
Учетная политика	Способы учета, нормативные ссылки, резервы, лимиты, порядок признания доходов и расходов	Краткую аудиторскую выжимку и зоны внимания
Существенность	Базовые показатели и заданные процентные диапазоны	Расчетные уровни для планирования и оценки искажений
ДЗ и КЗ	Остатки, обороты, движение задолженности, резерв по сомнительным долгам	Перечень задолженности, требующей проверки

Продолжение таблицы 4

Рисковые операции	Финансовые вложения, депозиты, займы, кредиты, проценты, счет 76 и 91	Карту операций с риском неверной классификации
Итоговый отчет	Результаты отдельных процедур	Единый аналитический документ для рабочего файла

5. Модель промпт-ориентированного ИИ-инструмента для аудитора

На основании рассмотренных задач можно предложить модель промпт-ориентированного ИИ-инструмента для аудита бухгалтерской отчетности. Под моделью понимается не конкретная программная реализация, а методическая конструкция, которая описывает, как экспертные промпты, клиентские данные и ИИ-анализ соединяются в рабочий аудиторский процесс.

В центре модели находится не нейросеть как таковая, а аудиторская методология, переведенная в систему заданий. Именно методология определяет, что программа должна сделать с данными. Если методическое задание слабое, ИИ будет создавать внешне убедительный, но малополезный текст. Если методическое задание составлено профессионально, ИИ начинает выполнять функцию аналитического ассистента: он не просто пишет, а последовательно обрабатывает документы и возвращает структурированный результат.

Предлагаемая модель включает шесть контуров: информационный, экспертно-промптовый, аналитический, риск-ориентированный, документальный и контур профессионального суждения. Такая структура позволяет показать, что ИИ-система в аудите должна быть не набором случайных запросов, а управляемым рабочим механизмом.

Информационный контур отвечает за состав клиентских данных. Экспертно-промптовый контур содержит правила постановки задач. Аналитический контур выполняет разбор отчетности, регистров и

документов. Риск-ориентированный контур превращает результаты анализа в зоны аудиторского внимания. Документальный контур оформляет результаты в виде таблиц и аналитического отчета. Контур профессионального суждения принадлежит аудитору: именно он оценивает выводы, запрашивает доказательства, принимает или отклоняет рекомендации системы.

Таблица 5

Шестиконтурная модель промпт-ориентированного ИИ-инструмента в аудите

Контур модели	Содержание	Практическая роль
Информационный	Клиентские документы, отчетность, ОСВ, регистры, учетная политика, пояснения	Создает базу для анализа
Экспертно-промптовый	Профессиональные задания, критерии, структура ответа, правила работы с данными	Переводит аудиторскую методику в формат ИИ-системы
Аналитический	Проверка отчетности, расчетов, задолженности, учетной политики, рисковых операций	Выявляет факты, несоответствия и признаки риска
Риск-ориентированный	Классификация выявленных вопросов по участкам и приоритетам	Помогает аудитору определить зоны внимания
Документальный	Таблицы, реестры, аналитический отчет, перечни документов к запросу	Формирует материал для рабочего файла
Профессионального суждения	Проверка, оценка, корректировка и утверждение результата аудитором	Сохраняет ответственность и качество аудиторского вывода

6. Практический эффект для аудиторской организации

Для аудиторской организации внедрение ИИ-инструмента на основе промпт-методологии имеет несколько практических эффектов. Первый эффект – снижение трудоемкости первичной обработки данных. Аудитор или ассистент не начинает работу с пустого файла. Он получает предварительно структурированный отчет, где уже выделены формы, показатели, расхождения, зоны риска и документы к запросу. Это особенно важно в периоды высокой загрузки, когда одновременно ведется несколько проверок.

Второй эффект – повышение полноты охвата. Человек при ручном анализе склонен фокусироваться на крупных и очевидных участках. ИИ-система, если она правильно настроена, проходит по заданному перечню строк, счетов и документов более дисциплинированно. Она не забывает нулевые строки, не пропускает обязательные разделы и формирует единый формат результата. Это не отменяет проверки, но снижает вероятность технического пропуска.

Третий эффект – единообразие работы команды. В аудиторских проектах качество предварительного анализа часто зависит от того, кто именно выполняет процедуру. Опытный сотрудник видит риски быстрее, начинающий – может ограничиться формальной сверкой. Промпт-методология позволяет встроить экспертную логику в рабочий инструмент. В результате даже младший специалист получает более зрелую основу для анализа, а главный аудитор – более сопоставимые материалы по разным клиентам.

Четвертый эффект – ускорение подготовки запросов клиенту. После анализа отчетности, учетной политики и регистров система может предложить перечень документов: акты сверки, расшифровки задолженности, карточки счетов, договоры займов, графики платежей, расчеты процентов, пояснения по учетной политике, документы по резервам. Это помогает быстрее перейти от общего анализа к конкретной аудиторской коммуникации.

7. Методические требования к качественной промпт-методологии

Промпт-методология для аудита должна разрабатываться не как набор красивых текстовых команд, а как внутрифирменная методическая конструкция. Ее качество определяется тем, насколько точно она воспроизводит профессиональную логику аудиторской процедуры. Можно выделить несколько обязательных требований.

Первое требование – конкретность задачи. ИИ не должен получать слишком общую команду. Ему нужно указать, какую именно процедуру он выполняет: анализ задолженности, проверку взаимоувязки отчетности, расчет существенности, подготовку выжимки по учетной политике или сбор итогового отчета. Чем точнее задача, тем меньше риск получить общий текст вместо рабочего результата.

Второе требование – связь с источниками данных. Аудиторская система должна понимать, с какими документами она работает. Для анализа задолженности ей нужны ОСВ и аналитика по контрагентам; для оценки учетной политики – текст учетной политики; для сверки отчетности – формы отчетности и пояснения; для анализа кредитов и займов – регистры, договоры и графики платежей. Нельзя требовать от ИИ вывода, если необходимые данные отсутствуют.

Третье требование – критерии анализа. В промпте должны быть заложены не только общие пожелания, но и конкретные признаки: отсутствие движения по задолженности, расхождения между формами отчетности, несоответствие итогов разделов, наличие устаревших нормативных ссылок, отсутствие резерва, неопределенность классификации финансового вложения, неразделение процентов и основного долга. Эти признаки превращают ИИ-анализ из пересказа в процедуру.

Четвертое требование – формат результата. Для аудитора полезнее таблица с показателями, статусом и дальнейшим действием, чем длинное рассуждение. Поэтому качественный промпт должен заранее задавать

структуру результата: сводная таблица, детальный анализ, перечень рисковых операций, документы к запросу, итоговый вывод. Такой подход делает ИИ-ответ пригодным для проверки и включения в рабочий процесс.

Таблица 6

Критерии качества промпт-методологии для аудита

Критерий	Содержание	Признак качественного результата
Профессиональная конкретность	Задача сформулирована как аудиторская процедура	Ответ содержит рабочий результат, а не общий обзор
Опора на данные	Заданы источники и состав документов	Выводы связаны с фактическими материалами
Методические критерии	Указаны признаки риска, формулы, контрольные соотношения	ИИ выявляет релевантные аудиторские вопросы
Структура результата	Ответ оформляется в таблицах, реестрах и выводах	Материал можно использовать в рабочем файле
Осторожность формулировок	Разделяются факт, признак риска и аудиторский вывод	Снижается риск необоснованных заключений
Возможность проверки	Результат содержит источник, показатель, причину и дальнейшее действие	Аудитор может проверить и скорректировать вывод

8. Условный пример применения ИИ-инструмента в аудиторской проверке

Для иллюстрации практического смысла предложенного подхода рассмотрим условную ситуацию. Аудиторская организация получает от клиента комплект документов за отчетный год: бухгалтерскую отчетность, ОСВ, учетную политику, регистры по расчетам с контрагентами, данные по кредитам и займам, а также пояснения к отчетности. В традиционном подходе сотрудник аудиторской группы последовательно открывает каждый документ, вручную переносит показатели в рабочие таблицы, отмечает расхождения и составляет запросы.

При использовании ИИ-инструмента работа организуется иначе. Сначала программа определяет состав полученных материалов и формирует краткую характеристику данных. Затем она анализирует отчетность: проверяет итог актива и пассива, взаимосвязь между формами, наличие несогласованных показателей, расхождения между отчетностью клиента и расчетными формами. После этого система переходит к учетной политике: выделяет закрепленные способы учета, устаревшие или неполные разделы, вопросы по резервам, аренде, финансовым вложениям, доходам и расходам.

Далее анализируется задолженность. ИИ-инструмент группирует остатки по счетам и контрагентам, определяет наличие движения, выделяет старые остатки, указывает задолженность, по которой нужны акты сверки или документы возникновения. Отдельно проверяются рисковые операции: финансовые вложения, депозиты, кредиты, займы, проценты и крупные прочие доходы или расходы. По каждому вопросу система формирует не окончательный вывод, а рабочую гипотезу: что может быть риском, почему это важно для отчетности и какие документы нужно получить.

В этом примере особенно важно, что ИИ не выполняет аудит вместо аудитора. Он готовит материал, который раньше требовал

значительного времени. Аудитор же оценивает причины расхождений, проверяет документы, формирует профессиональное суждение и решает, какие процедуры необходимы. Именно такое разделение функций делает применение ИИ практичным и безопасным.

Таблица 7

Пример структуры аналитического отчета, формируемого ИИ-инструментом

Раздел отчета	Содержание	Польза для аудитора
Титульный блок	Клиент, период, перечень проверенных этапов, ограничение статуса отчета	Фиксирует контекст документа
Состав данных	Перечень полученных документов и выявленных ограничений	Позволяет понять полноту исходной базы
Анализ отчетности	Расхождения, арифметика, межформенная увязка	Выявляет технические и логические вопросы
Учетная политика	Ключевые способы учета и зоны внимания	Помогает оценить методическую базу клиента
Существенность	Расчетные уровни и обоснование	Используется при планировании процедур
Задолженность	Старые остатки, сомнительные позиции, документы к запросу	Формирует список приоритетных контрагентов
Рисковые операции	Займы, депозиты, финвложения, проценты, классификация	Выделяет операции для углубленной проверки
Рекомендации аудитору	Что проверить, какие документы запросить, где нужен комментарий	Помогает управлять дальнейшей проверкой

Несмотря на значительный практический потенциал, применение ИИ в аудите не может рассматриваться без рисков. Главный риск состоит в том, что пользователь может принять результат программы как готовый аудиторский вывод. Внешне текст ИИ часто выглядит уверенно, но уверенная формулировка не означает достаточность доказательств. Поэтому результат ИИ должен рассматриваться как предварительный аналитический материал.

Риск ошибочной классификации особенно заметен в бухгалтерской отчетности и регистрах. Например, остаток на счете может иметь несколько возможных экономических трактовок. Дебетовое сальдо по счетам расчетов, например счетам 60, 62, 68, 69, 71, 73 или 76, может быть авансом, переплатой, дебиторской задолженностью или суммой, требующей отдельной расшифровки. Финансовое вложение может быть займом, депозитом, долей участия или неправильно классифицированной дебиторской задолженностью. ИИ может выделить проблему, но окончательная оценка требует документов и профессионального анализа.

Еще один риск связан с качеством исходных данных. Если клиент предоставил неполную ОСВ, не раскрыл аналитику по договорам или не приложил карточки счетов, ИИ не сможет надежно определить экономическую суть операции. В такой ситуации хорошая система должна не придумывать недостающую информацию, а прямо показать ограничение и сформировать запрос. Это превращает недостаток данных из скрытой проблемы в управляемый аудиторский вопрос.

Особое значение имеет конфиденциальность. Аудитор работает с информацией, которая может содержать коммерческую тайну, персональные данные, условия договоров и финансовые показатели клиента. Поэтому ИИ-инструмент должен применяться в организационно допустимом контуре: с учетом внутренних правил аудиторской организации, политики информационной безопасности и требований профессиональной этики. IESBA в технологических

изменениях к Кодексу профессиональной этики подчеркивает, что технологическая среда влияет на применение принципов компетентности, должной тщательности и конфиденциальности [6].

Следовательно, профессиональное суждение аудитора не ослабевает, а становится еще более важным. Аудитор должен понимать, где ИИ действительно помог выявить риск, а где сформировал только техническое предположение. Он должен уметь проверить исходные данные, оценить релевантность вывода, запросить доказательства и зафиксировать окончательное решение. ИИ усиливает аудитора только тогда, когда аудитор остается управляющим субъектом процедуры.

Таблица 8

Риски применения ИИ в аудите и способы их снижения

Риск	Проявление	Способ снижения
Избыточное доверие к ИИ	Результат программы воспринимается как готовый аудиторский вывод	Закрепление роли ИИ как инструмента предварительной аналитики
Ошибка классификации	Операция неверно отнесена к участку учета или строке отчетности	Проверка по документам, учетной политике и профессиональному суждению
Неполные данные	Отсутствуют договоры, аналитика, карточки счетов, акты сверки	Формирование перечня документов к запросу
Формальные выводы	ИИ пишет общий текст без практического действия	Использование таблиц, статусов и конкретных рекомендаций
Конфиденциальность	Передача клиентской информации в неподходящую среду	Использование разрешенного контура и обезличивание данных при необходимости

Продолжение таблицы 8

Потеря экспертной логики	Промпты составлены без знания аудиторской методологии	Разработка промптов аудиторами и методологами

Заключение

Искусственный интеллект в аудите имеет реальный практический смысл тогда, когда он применяется не как универсальный генератор текста, а как профессионально настроенный инструмент обработки аудиторских данных. Главная ценность такого инструмента заключается в том, что он помогает аудитору быстрее превратить разрозненные клиентские документы в структурированный аналитический материал: отчетность, расхождения, зоны риска, вопросы к учетной политике, проблемную задолженность, рисковые операции и перечень документов к запросу.

В работе обосновано, что ключевым элементом такой системы является промпт-методология. Именно она задает ИИ профессиональную рамку: цель процедуры, состав данных, критерии анализа, формат результата и язык аудиторской осторожности. Без промпт-методологии нейросеть остается общим инструментом. С промпт-методологией она превращается в прикладного помощника аудитора, способного выполнять значительную часть первичной аналитической работы.

Предложенная модель промпт-ориентированного ИИ-инструмента включает информационный, экспертно-промптовый, аналитический, риск-ориентированный, документальный контур и контур профессионального суждения. Такая модель показывает, как можно соединить скорость ИИ и профессиональную ответственность аудитора. Программа анализирует данные, формирует рабочие материалы и выделяет зоны внимания, а аудитор проверяет документы, оценивает доказательства и принимает профессиональное решение.

Практическая значимость подхода состоит в повышении

эффективности аудиторской команды. ИИ может сократить трудоемкость технической обработки, повысить полноту первичного анализа, стандартизировать подготовку аналитических материалов и ускорить выявление вопросов, требующих проверки. Особенно полезным такой инструмент становится при анализе бухгалтерской отчетности, взаимоувязке форм, оценке учетной политики, расчете существенности, анализе задолженности и выявлении рисковых финансовых операций.

При этом применение ИИ не отменяет требований аудита. Результаты программы не являются самостоятельным аудиторским мнением и требуют профессиональной оценки. Однако именно в таком ограниченном, но практичном качестве ИИ способен стать сильным инструментом развития аудиторской деятельности. Он не заменяет аудитора, а освобождает его время для более ценной работы: анализа причин, оценки рисков, проверки доказательств и формирования профессионального суждения.

Список литературы

1. Международный стандарт аудита 315 (пересмотренный, 2019 г.) «Выявление и оценка рисков существенного искажения» // IAASB. URL: https://www.iaasb.org/publications/mezhdunarodnyy-standart-audita-315-peresmotrennyy-2019-g-vyyavlenie-i-ocenka-riskov-suschestvennogo (дата обращения: 03.06.2026).

2. Международный стандарт аудита 500 «Аудиторские доказательства» // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_317408 (дата обращения: 03.06.2026).

3. International Auditing and Assurance Standards Board. Technology Position // IAASB. 2024. URL: https://www.iaasb.org/publications/technology-position-statement (дата обращения: 03.06.2026).

4. PCAOB Staff Shares Observations From Outreach on Use of Generative Artificial Intelligence in Audits and Financial Reporting //

PCAOB. 2024. URL: https://pcaobus.org/news-events/news-releases/news-release-detail/pcaob-staff-shares-observations-from-outreach-on-use-of-generative-artificial-intelligence-in-audits-and-financial-reporting (дата обращения: 03.06.2026).

5. Приказ Минфина России от 04.10.2023 № 157н «Об утверждении Федерального стандарта бухгалтерского учета ФСБУ 4/2023 «Бухгалтерская (финансовая) отчетность» // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_472684/ (дата обращения: 03.06.2026).

6. International Ethics Standards Board for Accountants. Final Pronouncement: Technology-related Revisions to the Code // IESBA. 2023. URL: https://www.ethicsboard.org/publications/final-pronouncement-technology-related-revisions-code (дата обращения: 03.06.2026).

7. Международный стандарт аудита 520 «Аналитические процедуры» // Норматив. Контур. URL: https://normativ.kontur.ru/document?documentId=334028&moduleId=1 (дата обращения: 03.06.2026).

© Шеварев К.С.

РАЗДЕЛ II. ДИССЕМИНАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОПЫТА

DOI 10.46916/08092026-2-978-5-00215-479-1

Глава 9.
ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЛНЫ В ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ С ПОВЕРХНОСТНЫМ СЛОЕМ

Афанасьев Анатолий Михайлович
д.т.н., доцент, профессор
ФГАОУ ВО «Волгоградский
государственный университет»

Аннотация: При граничных условиях первого рода исследован гармонический установившийся температурный режим в полупространстве с поверхностным слоем. Температурное поле в полупространстве имеет вид бегущей затухающей гармонической волны, распространение которой сопровождается дисперсией, а глубина проникновения быстро уменьшается с ростом частоты.

Полученное решение отличается от известной в литературе формулы Фурье для температурных волн в полупространстве тем, что в нем учитывается изменение характеристик волны за счет покрывающего полупространство поверхностного слоя. Это изменение описывается с помощью частотной характеристики слоя, которая представляет собой комплексную функцию от комплексной переменной. Модуль частотной характеристики дает изменение бегущей волны по амплитуде, аргумент позволяет рассчитать ее изменение по фазе; комплексная переменная, которая входит под знаки гиперболических синуса и косинуса, записывается с помощью параметра, который назван постоянной времени слоя для тепловых процессов.

Проведен компьютерный анализ зависимостей модуля и аргумента

частотной характеристики от толщины слоя, теплофизических характеристик материалов и частоты. В качестве примера рассчитано влияние снежного покрова на поступающий в землю переменный тепловой поток, вызванный колебаниями температуры атмосферы.

Результаты работы могут быть использованы при исследовании влияния на климат процессов теплообмена между атмосферой и поверхностью земли и океанов, а также в геокриологии в качестве теоретического инструмента при моделировании сезонных колебаний теплофизического состояния мерзлых пород и грунтов.

Ключевые слова: математическая физика, теория теплопроводности, задача для полупространства, поверхностный слой, гармонический режим, затухающие волны, глубина проникновения, частотная характеристика, климатология, океанология, геокриология.

TEMPERATURE WAVES IN A HALF-SPACE WITH A SURFACE LAYER

Afanasyev Anatoly Mikhailovich

Abstract: A harmonic steady-state temperature regime in a half-space with a surface layer is investigated under boundary conditions of the first kind. The temperature field in the half-space has the form of a traveling decaying harmonic wave, the propagation of which is accompanied by dispersion, and the penetration depth decreases rapidly with increasing frequency.

The obtained solution differs from the Fourier formula known in the literature for temperature waves in half-space in that it takes into account the change in wave characteristics due to the surface layer covering the half-space. This change is described using the frequency response of the layer, which is a complex function of a complex variable. The frequency response module gives a change in the driving wave in amplitude, the argument allows you to calculate its change in phase; the complex variable, which is included

under the signs of the hyperbolic sine and cosine, is written using a parameter called the time constant of the layer for thermal processes.

A computer analysis of the dependences of the module and the frequency response argument on the layer thickness, thermophysical characteristics of materials and frequency is carried out. As an example, the effect of snow cover on the variable heat flow entering the earth caused by fluctuations in atmospheric temperature is calculated.

The results of the work can be used in the study of the influence of heat exchange processes between the atmosphere and the surface of the earth and oceans on the climate, as well as in geocryology as a theoretical tool for modeling seasonal fluctuations in the thermophysical state of frozen rocks and soils.

Key words: mathematical physics, theory of thermal conductivity, problem for a half-space, surface layer, harmonic regime, attenuating waves, depth of penetration, frequency response, climatology, oceanology, geocryology.

Введение

К числу классических задач математической физики относятся задачи о построении пространственно одномерных асимптотических решений уравнения диффузии в полупространстве при гармонических во времени граничных условиях Дирихле, Неймана и смешанного типа. В теории электромагнетизма в качестве примера можно указать на работы [1, с. 457–460], [2, с. 449–457], в которых исследуется явление скин-эффекта, а в теории теплопроводности – на работы [3, с. 542–549], [4, с. 99–103], [5, с. 656–659], [6, с. 238–247], [7, с. 85–87, с. 109–112], [8, 131–140], [9, с. 298–313], объектом исследования в которых являются температурные волны. Одним из наиболее известных результатов, касающихся температурных волн в полупространстве, являются полученные еще Фурье и Пуассоном формулы, моделирующие

колебания температуры в поверхностном слое земной коры, вызванные суточными и годовыми колебаниями температуры окружающей среды. В настоящее время формулы Фурье и являющиеся их следствием *законы Фурье* [6, с. 244–245] нашли широкое применение в *мерзлотоведении* (*геокриологии*), где они используются для решения различных проблем, связанных с организацией хозяйственной деятельности в области распространения мерзлых пород [10-13]. Существенным недостатком формул Фурье, который ограничивает их применение для решения указанных проблем, является то, что они не учитывают наличия в почве влаги и связанных с ней процессов испарения и конденсации. В работах [14-17] предпринята попытка этот недостаток устранить. Там разработан общий алгоритм для решения задачи Фурье о температурных колебаниях в однородном полупространстве с учетом содержащейся в материале влаги. Другим недостатком, присущим теории Фурье, является то, что в ней идет речь об *однородном* полупространстве, в то время как естественным состоянием поверхностного слоя Земли является его *слоистость*. Кроме геокриологии, тепловые волны в слоистых средах оказывается необходимым рассматривать также и при решении проблем *климатологии*, когда изучается влияние различного рода естественных покрытий на теплообмен поверхности земли с атмосферой [18]. Актуальной в области климатологии является также следующая проблема. Накапливание Землей тепла в летнее время имеет большое значение при формировании климата. Но поверхностный слой Земли прогревается неглубоко: суточные колебания затухают на глубине порядка 0,9–1,2 м, годовые колебания – на глубине 18–21 м, а на больших глубинах температура практически остается постоянной [7]. В отношении накопителей тепла более существенную роль играют океаны, в них тепло проникает на большую глубину, но не за счет различия теплофизических свойств морской воды и земли, а за счет эффекта *перемешивания* [19]. Однако эффект накопления тепла океанами

может быть осложнен появлением поверхностных слоев воды с другими свойствами, возникающих, например, за счет *загрязнений*. Так среди задач, которыми занимается *океанология* [20], возникают задачи о тепловых волнах в неоднородных по глубине водных массивах.

Укажем, наконец, что рассмотрение слоистых сред становится актуальным при конструировании *тепловой изоляции*, которая обычно имеет вид многослойного покрытия из материалов со специально подобранными теплофизическими характеристиками [21], а также при моделировании колебаний температуры внутри помещений, вызванных суточными колебаниями температуры окружающей среды [22].

В известных из литературы исследованиях тепловых полей в слоистых средах речь идет лишь о *стационарных* полях и лишь в пространственно *ограниченных* областях [21, 23]. Предметом настоящей работы будет переменное температурное поле в слоистом полупространстве. При этом мы ограничимся *гармоническим* законом изменяющейся во времени температуры на внешней границе слоя, а тепловой режим будем считать *установившимся гармоническим*. Тогда связь между входным воздействием (изменяющейся по гармоническому закону температурой на внешней границе слоя) и откликом системы (температурой в любом месте полупространства, также имеющей гармонический вид) будет иметь смысл частотной характеристики, и потому отклик системы при произвольном входном воздействии можно будет найти с помощью преобразования Фурье.

Постановка задачи о расчете температурного поля в двухслойной среде

Рассмотрим показанную на рис. 1 *слоистую среду*, образованную *однородным слоем* ($-d < x < 0$, область 1) и *однородным полупространством* ($0 < x < +\infty$, область 2). Будем говорить, что область 1 является *поверхностным слоем* для области 2. Исследуем пространственно одномерную задачу о расчете температурного поля

в этой слоистой среде. Искомые поля в областях 1 и 2 как функции координаты x и времени τ обозначим соответственно как $T_1(x,\tau)$ и $T_2(x,\tau)$. Пусть λ_1, c_1, ρ_1, $a_1=\lambda_1/(c_1\rho_1)$ – соответственно коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость, плотность и коэффициент температуропроводности (коэффициент диффузии тепла) материала слоя; соответствующие характеристики для материала полупространства обозначим как λ_2, c_2, ρ_2 и $a_2=\lambda_2/(c_2\rho_2)$. Будем считать, что до момента времени $\tau=0$ среда находилась в стационарном состоянии, так что температура материала в обеих областях была одной и той же. Не теряя общности, эту температуру можно положить равной нулю. Пусть, далее, начиная с момента $\tau=0$, температура поверхности $x=-d$ стала изменяться во времени по гармоническому закону с некоторой амплитудой A, частотой ω и начальной фазой α. Начально-краевая задача для расчета искомых функций при $\tau>0$ будет иметь следующий вид [9]:

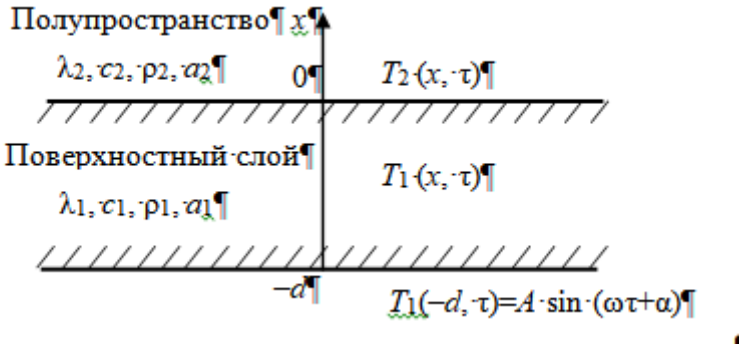


Рис. 1. Постановка задачи о расчете температурного поля в полупространстве с поверхностным слоем

$$\begin{cases} \partial T_1/\partial\tau = a_1\cdot\partial^2 T_1/\partial x^2; \quad T_1(-d,\tau)=A\cdot\sin(\omega\tau+\alpha); \quad -d<x<0; \\ \partial T_2/\partial\tau = a_2\cdot\partial^2 T_2/\partial x^2; \quad T_2(x,\tau)\to 0 \text{ при } x\to\infty; \quad 0<x<\infty; \\ T_1(0,\tau)=T_2(0,\tau); \quad \lambda_1\cdot\partial T_1/\partial x(0,\tau)=\lambda_2\cdot\partial T_2/\partial x(0,\tau); \quad x=0; \\ T_1(x,\tau)=T_2(x,\tau)=0 \text{ при } \tau=0. \end{cases} \qquad (1)$$

Здесь формулы первой строки – это уравнение теплопроводности и краевое условие для поля $T_1(x,\tau)$; формулы второй строки – уравнение теплопроводности для поля $T_2(x,\tau)$ и *условие на бесконечности* для него; соотношения третьей строки представляют собой *условия сопряжения* для двух полей на общей для них границе x=0; в четвертой строке фиксируются *начальные условия* для решаемой задачи.

Задача (1) имеет *единственное решение* [6]. Следовательно, единственным будет и *асимптотическое решение* этой задачи, т.е. решение при $\tau \to \infty$, построением которого мы и будем заниматься в дальнейшем. Как известно, от начальных условий это решение не зависит [4]. Непосредственно из формулировки задачи (1) видно, что, если исключить из нее начальные условия, то одним из ее возможных ее решений станет *гармоническое* решение, т.е. совокупность двух температурных полей $T_1(x,\tau)$ и $T_2(x,\tau)$, представимых в виде

$$T(x,\tau) = T(x)\cdot \sin\left[\omega\tau + \varphi(x)\right]. \qquad (2)$$

Согласно этой формуле, в полях данного типа температура при каждом x изменяется во времени по гармоническому закону с амплитудой и начальной фазой, зависящими от x. Как показано в [6, с. 197–215], именно функции вида (2) и дают нужную нам асимптотику задачи (1). Здесь следует отметить, что такие выводы об асимптотических решениях задач вида (1) делают в литературе обычно на основе физических соображений, считая их очевидными и не нуждающимися в доказательствах.

Постановка задачи для комплексов и ее решение

Условимся для дальнейшего, что точка над знаком переменной будет обозначать *комплексный характер* данной величины.

Построение асимптотического решения задачи (1) проведем *методом комплексных амплитуд*. Искомые функции $T_1(x,\tau)$, $T_2(x,\tau)$, имеющие гармонический вид (2), будем называть *оригиналами*.

Сопоставим им *комплексные амплитуды*, или *комплексы* $\dot{T}_1(x)$ и $\dot{T}_2(x)$:

$$\begin{aligned} T_1(x,\tau) &= T_1(x)\cdot\sin\left[\omega\tau+\varphi_1(x)\right] \leftrightarrow \dot{T}_1(x) = T_1(x)\cdot\exp\left(i\varphi_1(x)\right); \\ T_2(x,\tau) &= T_2(x)\cdot\sin\left[\omega\tau+\varphi_2(x)\right] \leftrightarrow \dot{T}_2(x) = T_2(x)\cdot\exp\left(i\varphi_2(x)\right). \end{aligned} \quad (3)$$

Пользуясь правилами работы с комплексами, вместо задачи (1) для оригиналов (начальные условия мы исключаем) получаем задачу для их комплексов:

$$\begin{cases} i\omega\dot{T}_1(x) = a_1\cdot d^2\dot{T}_1(x)/dx^2; \quad \dot{T}_1(-d) = A\cdot\exp(i\alpha)\equiv\dot{A}; \quad -d<x<0; \\ i\omega\dot{T}_2(x) = a_2\cdot d^2\dot{T}_2(x)/dx^2; \quad \dot{T}_2(x)\to 0 \text{ при } x\to\infty; \quad 0<x<\infty; \\ \dot{T}_1(0) = \dot{T}_2(0); \quad \lambda_1\cdot d\dot{T}_1/dx(0) = \lambda_2\cdot d\dot{T}_2/dx(0); \quad x=0. \end{cases} \quad (4)$$

Первое и второе уравнения из этой системы перепишутся так:

$\dot{T}_1''(x)-(i\omega/a_1)\dot{T}_1(x)=0,\ \dot{T}_2''(x)-(i\omega/a_2)\dot{T}_2(x)=0,$ или

$$\dot{T}_1''(x)-\dot{\gamma}_1^2\dot{T}_1(x)=0,\ \dot{T}_2''(x)-\dot{\gamma}_2^2\dot{T}_2(x)=0, \quad (5)$$

где обозначено

$$\begin{aligned} \dot{\gamma}_1 &= \sqrt{i\omega/a_1} = \beta_1(1+i),\ \beta_1\equiv\sqrt{\omega/(2a_1)}; \\ \dot{\gamma}_2 &= \sqrt{i\omega/a_2} = \beta_2(1+i),\ \beta_2\equiv\sqrt{\omega/(2a_2)}. \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь β_1 и β_2 имеют смысл *коэффициентов затухания* для тепловых волн в задаче Фурье для полупространства [6].

Считая A_1, B_1, A_2, B_2 произвольными постоянными, запишем общие решения уравнений (5) для комплексов:

$$\dot{T}_1(x) = A_1\cdot\exp(-\dot{\gamma}_1 x)+B_1\cdot\exp(\dot{\gamma}_1 x);\ \dot{T}_2(x) = A_2\cdot\exp(-\dot{\gamma}_2 x)+B_2\cdot\exp(\dot{\gamma}_2 x). \quad (7)$$

Из (6) видно, что $\operatorname{Re}\dot{\gamma}_2>0$, поэтому мы будем иметь

$B_2\cdot\exp(\dot{\gamma}_2 x)\to\infty$ при $x\to\infty$.

Таким образом, чтобы выполнить условие на бесконечности для $\dot{T}_2(x)$, мы должны принять B_2=0.

Для нахождения оставшихся трех коэффициентов, входящих в общие решения (7), воспользуемся, обратившись к (4), краевым условием для $\dot{T}_1(x)$ при $x=-d$ и условиями сопряжения при x=0. Тогда получим такую систему:

$$\begin{cases} A_1 \cdot \exp(\dot{\gamma}_1 d) + B_1 \cdot \exp(-\dot{\gamma}_1 d) = \dot{A}; \\ A_1 + B_1 = A_2; \\ \lambda_1 \dot{\gamma}_1 (A_1 - B_1) = \lambda_2 \dot{\gamma}_2 A_2. \end{cases}$$

Решая эту систему, найдем, что

$$A_1 = \frac{\dot{A}}{\Delta}(\lambda_1 \dot{\gamma}_1 + \lambda_2 \dot{\gamma}_2);\ B_1 = \frac{\dot{A}}{\Delta}(\lambda_1 \dot{\gamma}_1 - \lambda_2 \dot{\gamma}_2);\ A_2 = \frac{2A\lambda_1 \dot{\gamma}_1}{\Delta}.$$

Здесь обозначено

$$\Delta = (\lambda_1 \dot{\gamma}_1 + \lambda_2 \dot{\gamma}_2) \cdot \exp(\dot{\gamma}_1 d) + (\lambda_1 \dot{\gamma}_1 - \lambda_2 \dot{\gamma}_2) \cdot \exp(-\dot{\gamma}_1 d) = \\ = 2 \cdot (\lambda_1 \dot{\gamma}_1 \cdot \operatorname{ch} \dot{\gamma}_1 d + \lambda_2 \dot{\gamma}_2 \cdot \operatorname{sh} \dot{\gamma}_1 d).$$

Подставляя эти коэффициенты в (7), получим решение поставленной задачи для комплексов; после преобразований эти решения будут выглядеть так:

$$\dot{T}_1(x) = \dot{A}\frac{\operatorname{ch} \dot{\gamma}_1 x - \mu \cdot \operatorname{sh} \dot{\gamma}_1 x}{\operatorname{ch} \dot{\gamma}_1 d + \mu \cdot \operatorname{sh} \dot{\gamma}_1 d},\ -d < x < 0. \qquad (8)$$

$$\dot{T}_2(x) = \dot{A}\frac{1}{\operatorname{ch} \dot{\gamma}_1 d + \mu \cdot \operatorname{sh} \dot{\gamma}_1 d} \cdot \exp(-\dot{\gamma}_2 x),\ 0 < x < \infty. \qquad (9)$$

Здесь мы ввели обозначение

$$\frac{\lambda_2 \dot{\gamma}_2}{\lambda_1 \dot{\gamma}_1} = \sqrt{\frac{\lambda_2 c_2 \rho_2}{\lambda_1 c_1 \rho_1}} \equiv \mu\ - \qquad (10)$$

вещественная постоянная.

Частотная характеристика поверхностного слоя

Далее мы будем говорить о температурном поле $T_2(x, \tau)$ в полупространстве $x>0$. Нас будет интересовать способ, которым может быть учтено влияние поверхностного слоя на это поле.

Переходя на рис. 1 к пределу $d \to 0$, мы получим задачу об установившемся гармоническом температурном поле в однородном полупространстве $x>0$ при краевом условии

$T_2(0, \tau) = A \cdot \sin(\omega\tau + \alpha).$

Решение этой задачи известно, оно было получено еще Фурье и имеет следующий вид [4, 6]:

$$T_2(x,\tau) = A\cdot\exp(-\beta_2 x)\cdot\sin[\omega\tau+\alpha-\beta_2 x]. \qquad (11)$$

Несложно убедиться, что полученная нами формула (9), учитывающая существование поверхностного слоя, для частного случая $d\to 0$ дает такой же результат. Действительно, в указанном пределе из формулы (9) получается

$$\dot{T}_2(x) = \dot{A}\cdot\exp(-\dot{\gamma}_2 x) = A\cdot\exp(i\alpha)\cdot\exp[-\beta_2(1+i)x] =$$
$$= A\cdot\exp(-\beta_2 x)\cdot\exp[i(\alpha-\beta_2 x)],$$

что после перехода от комплекса к оригиналу с помощью правила соответствия (3) приводит именно к формуле (11).

Отметим здесь, что функции вида (11) называют *затухающими гармоническими волнами*. Согласно терминологии, принятой в теории волн, величина β_2 есть *коэффициент затухания* тепловой волны, а обратная величина $\delta_2=1/\beta_2$ – ее *глубина проникновения*. Другими характеристиками тепловой волны являются ее *фазовая скорость* $V=\omega/\beta_2$ и *длина волны* $\Lambda=2\pi/\beta_2$. Для затухающих гармонических волн общего вида в формулах для фазовой скорости и длины волны вместо коэффициента затухания β_2 должен стоять *коэффициент фазы* β_2', который является коэффициентом при координате x под знаком синуса, но в нашем случае эти два коэффициента совпадают. Согласно полученному результату, фазовая скорость и длина волны, в соответствии с формулой для β_2, оказываются зависящими от частоты ω, т.е. распространение тепловых волн указанного типа сопровождается *дисперсией*.

Вернемся теперь к формуле (9). При условии, что переход к пределу $d\to 0$ не происходит, т.е. параметр d считается конечным, эта формула будет описывать нам влияние поверхностного слоя на поле $\dot{T}_2(x)$. Удобно будет переписать эту формулу так:

$$\dot{T}_2(x) = \dot{A}\cdot\dot{K}(\omega)\cdot\exp(-\dot{\gamma}_2 x). \qquad (12)$$

Здесь введено обозначение

$$\dot{K}(\omega)=\frac{1}{\operatorname{ch}\dot{\gamma}_1 d+\mu\cdot\operatorname{sh}\dot{\gamma}_1 d}=K(\omega)\cdot\exp[i\varphi(\omega)]- \qquad (13)$$

частотная характеристика поверхностного слоя. Смысл модуля $K(\omega)$ и аргумента $\varphi(\omega)$ этой функции раскрываются следующим образом. Переписав формулу (12) в виде

$$\dot{T}_2(x)=A\cdot\exp(i\alpha)\cdot K(\omega)\cdot\exp[i\varphi(\omega)]\cdot\exp[-\beta_2(1+i)x]=$$
$$=A\cdot K(\omega)\cdot\exp(-\beta_2 x)\cdot\exp i[\alpha+\varphi(\omega)-\beta_2 x],$$

и перейдя после этого от комплекса $\dot{T}_2(x)$ к оригиналу $T_2(x,\tau)$, получим:

$$T_2(x,\tau)=A\cdot K(\omega)\cdot\exp(-\beta_2 x)\cdot\sin[\omega\tau+\alpha-\beta_2 x+\varphi(\omega)]. \qquad (14)$$

Формула (14) описывает поле в полупространстве $x>0$ при наличии поверхностного слоя, а предыдущая формула (11) дает такое же описание, когда поверхностного слоя нет. Из сравнения этих двух формул видно, какой смысл имеет введенное нами понятие частотной характеристики: ее модуль $K(\omega)$ показывает, как в полупространстве $x>0$ за счет появления поверхностного слоя, расположенного при $-d<x<0$, изменяется амплитуда тепловой волны, а аргумент $\varphi(\omega)$ позволяет рассчитать возникающее за счет этого слоя изменение колебаний по фазе.

Изменение фазы колебаний означает, что одна из синусоид оказывается *сдвинутой во времени* относительно другой. Написав в формуле (14)

$$\omega\tau+\varphi(\omega)=\omega(\tau+\Delta\tau),\quad \Delta\tau=\frac{\varphi(\omega)}{\omega}=\frac{\varphi(\omega)}{2\pi}T, \qquad (15)$$

где $T=2\pi/\omega$ – период колебаний температурного поля, мы получим, что синусоида (14) оказывается сдвинутой во времени относительно синусоиды (11) на промежуток $\Delta\tau$. Формально мы должны считать, что при $\Delta\tau>0$ первая синусоида *опережает* вторую, а при $\Delta\tau<0$ следует говорить об *отставании* первой синусоиды относительно второй. Однако ясно, что в случае *периодического* режима, с которым мы имеем дело, проводить такое различение уже не имеет смысла.

В практических задачах обычно ставится вопрос о том, как за счет поверхностного слоя изменяется не температурное поле, а плотность распространяющегося в полупространстве *теплового потока* $q_2(x, \tau)$. Выполняя дифференцирование в формуле (11), получим, что

$$q_2(x,\tau) = -\lambda_2 \frac{\partial T_2(x,\tau)}{\partial x} = A\sqrt{2}\lambda_2\beta_2 \cdot \exp(-\beta_2 x)\cdot \sin\left(\omega\tau + \alpha - \beta_2 x + \frac{\pi}{4}\right). \quad (16)$$

Таким будет тепловой поток в полупространстве без поверхностного слоя. Появление этого слоя, как это ясно из (14), изменит полученную формулу следующим образом: амплитуда синусоиды будет умножена на $K(\omega)$, а к начальной фазе синусоиды будет прибавлен аргумент частотной характеристики $\varphi(\omega)$ (что приведет к сдвигу синусоиды во времени на соответствующий промежуток $\Delta\tau$).

Постоянная времени слоя и относительная частота колебаний

Формула (13) определяет частотную характеристику поверхностного слоя как функцию восьми переменных: частоты ω, толщины слоя d и теплофизических характеристик материалов $\lambda_{1,2}$, $c_{1,2}$, $\rho_{1,2}$. Мы должны выделить в этой формуле модуль и аргумент, и исследовать зависимости этих составляющих от частоты, считая толщину слоя и теплофизические характеристики материалов параметрами. Очевидно, что провести анализ такого рода будет весьма непросто, ведь гиперболические функции в (13) берутся от *комплексных* аргументов. Мы можем указать лишь небольшое число примеров обсуждения в литературе подобных вопросов (см., например, [3], с. 543–547).

Частота ω, согласно (6), входит в комплексную переменную $\dot{\gamma}_1$, которая, в свою очередь, в виде безразмерного произведения $\dot{\gamma}_1 d$ выступает в качестве аргумента гиперболических функций. Перепишем этот аргумент с помощью (6) в следующем виде:

$$\dot{\gamma}_1 d = \sqrt{\frac{\omega}{2a_1}}(1+i)d = \sqrt{\frac{\omega}{\omega_1}}(1+i) = \xi(1+i). \quad (17)$$

Здесь введены обозначения

$$\omega_1 = \frac{2a_1}{d^2} \text{ и } \xi = \sqrt{\frac{\omega}{\omega_1}}. \quad (18)$$

Параметр ω_1 будем называть *собственной частотой* поверхностного слоя для тепловых процессов. Соответствующий ей период колебаний

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = \frac{\pi d^2}{a_1}$$

назовем *постоянной времени* этого слоя.

Переменная ξ вводится так, что $\xi^2=\omega/\omega_1$; таким образом, квадрат этой переменной имеет смысл *относительной частоты* колебаний.

С использованием введенных обозначений формула (13) для частотной характеристики перепишется так:

$$\dot{K}(\xi) = \frac{1}{\operatorname{ch}\xi(1+i) + \mu \cdot \operatorname{sh}\xi(1+i)} = K(\xi)\cdot\exp[i\varphi(\xi)]. \quad (19)$$

Из этой формулы видно, что аргументы гиперболических функций имеют *одинаковые действительные и мнимые части*, т.е. это аргументы вида $(\xi+i\xi)$. Такая ситуация – достаточно характерная для задач теории теплопроводности, и некоторые из функций с аргументами такого рода табулированы; в качестве примера можно указать на [9, с. 303].

Графики модуля $K(\xi)$ и аргумента $\varphi(\xi)$ частотной характеристики, построенные с помощью компьютерной программы, показаны на рис. 2 и 3. Как видно из рис. 3, графики аргумента φ, начиная примерно с $\xi=1$, в исследованном диапазоне изменений параметра μ перестают различаться.

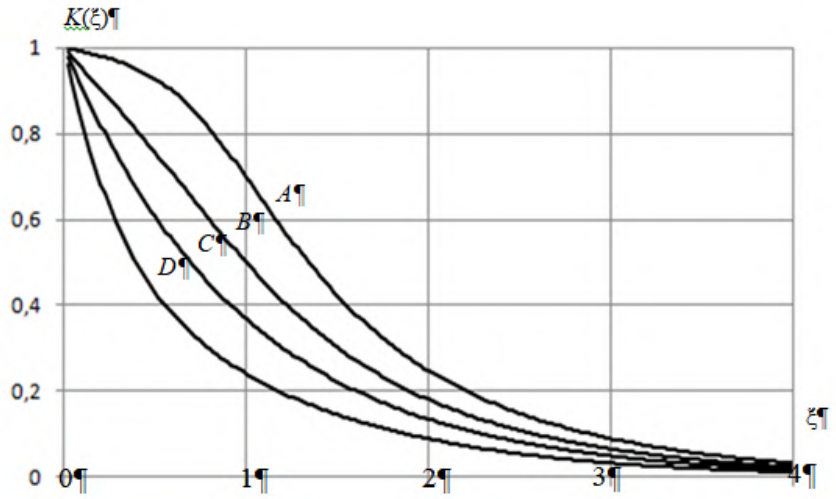


Рис. 2. График модуля частотной характеристики: μ=0,1 (*A*); 0,5 (*B*);1 (*C*); 2 (*D*)

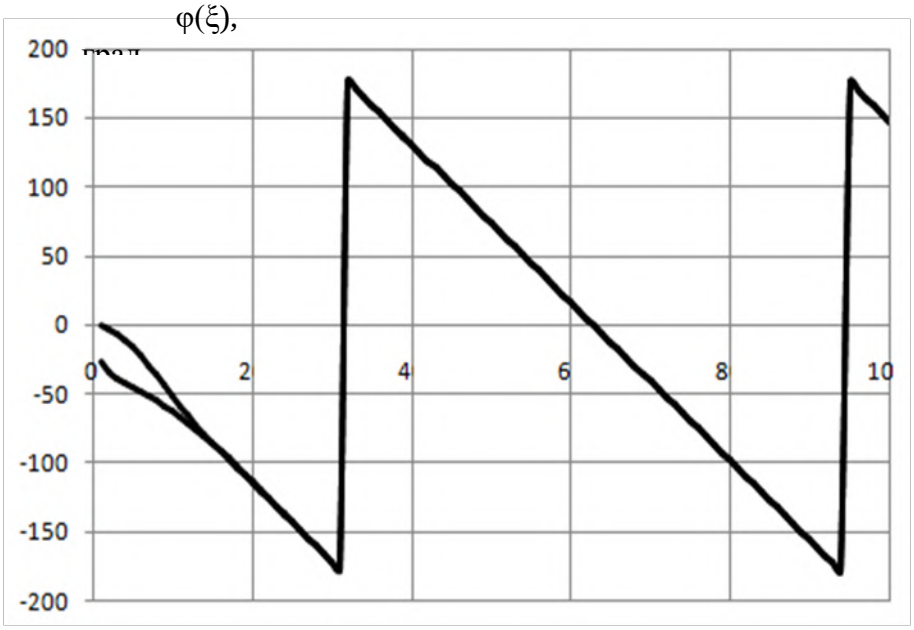


Рис. 3. График аргумента частотной характеристики: μ=0,1 (*A*); 10 (*B*)

Обсуждение результатов

Рассмотрим одну из задач климатологии – задачу о влиянии снежного покрова на плотность переменного теплового потока,

поступающего внутрь земли через ее поверхность при изменяющихся атмосферных условиях. Для толщины слоя снега примем значение d=1 м. Теплофизические характеристики материалов, согласно [24], будут такими (1 – снег, 2 – влажная земля):

λ_1=0,47 Вт/(м·ºС); c_1=2,1·10^3 Дж/(кг·ºС); ρ_1=0,56·10^3 кг/м^3; a_1=0,40·10^{-6} м^2/с;

λ_2=0,66 Вт/(м·ºС); c_2=2,0·10^3 Дж/(кг·ºС); ρ_2=1,7·10^3 кг/м^3; a_2=0,19·10^{-6} м^2/с.

Подсчитанный по этим данным безразмерный параметр μ будет иметь значение μ=2,0.

Примем, что температура внешней поверхности снега, находящегося в контакте с воздушной средой, изменяется во времени по гармоническому закону с периодом T. Если для этого периода принять значение T=1 месяц, то будем иметь ξ=1,7, и тогда K=0,12, φ=−100º, $\Delta\tau$=−8,3 дней. Если же T=1 год, то, соответственно, получим ξ=0,50, K=0,43, φ=−30º, $\Delta\tau$=−2,5 дня.

Судя по этим данным, влияние снежного покрова на теплообмен поверхности земли с атмосферой следует признать существенным.

Важно отметить, что начатая в этой главе работа может быть продолжена в следующем направлении. Естественным обобщением полученной здесь формулы для частотной характеристики является вывод аналогичного соотношения для ситуации, когда полупространство имеет покрытие не однослойное, а *многослойное*. Несложно понять, что при большом числе слоев получение частотной характеристики использованным выше методом превратится в трудновыполнимую задачу. Действительно, появление каждого дополнительного слоя приводит к необходимости выполнения двух дополнительных условий сопряжения для температуры и плотности теплового потока на границах между слоями (граничные условия 4 рода). При большом числе слоев число этих дополнительных условий также оказывается большим, что создает неудобства как при самих вычислениях, так и при анализе полученных после их окончания результатов. Между тем при исследовании волн другой природы, а именно волн электромагнитных,

в литературе разработаны и другие подходы к решению задач в слоистых средах, и в рамках этих подходов вычислительные процедуры существенным образом упрощаются. В монографии [25] центральным понятием для расчета является понятие *импеданса* каждого слоя, а в монографии [26, пункты 1.6, 7.6 и 13.4] для этих целей используется понятие *характеристической матрицы* каждого из слоев. В качестве примера, где использовался алгоритм характеристических матриц, можно указать на работы [27–29]. В них исследовались электромагнитные волны в неоднородных по глубине плоских и цилиндрических слоях. Неоднородный слой разбивался на большое число тонких слоев, которые приблизительно можно было считать однородными, и по указанному выше алгоритму проводился компьютерный расчет коэффициентов отражения, коэффициентов пропускания и распределений плотности электромагнитных потерь по толщине этого неоднородного слоя. Но в указанных работах расчетные алгоритмы развивались в применении к *волновому уравнению*, а в отношении *уравнения теплопроводности* исследование такого рода еще не проведено. Полученные на этом пути результаты будут опубликованы автором позже.

Заключение

В рамках метода комплексных амплитуд при граничном условии Дирихле исследовано переменное установившееся температурное поле в однородном полупространстве с поверхностным слоем. Температура на внешней поверхности слоя считалась заданной и изменяющейся во времени по гармоническому закону.

Поле температуры в полупространстве имеет вид затухающей гармонической волны, амплитуда и начальная фаза которой зависят от характеристик покрывающего полупространство слоя. Для описания этой зависимости в работе введена комплексная функция от комплексной переменной, которая названа частотной характеристикой

слоя. Частотная характеристика записывается с помощью гиперболических синуса и косинуса, аргументами которых является комплексная переменная специального вида, с одинаковыми действительной и мнимой частями. Для записи этой переменной использовано введенное в работе понятие постоянной времени поверхностного слоя для тепловых процессов. Частотная характеристика позволяет рассчитать изменения по амплитуде и по фазе у волны по сравнению с ситуацией, когда поверхностного слоя не было.

Проведен компьютерный анализ зависимости модуля и аргумента частотной характеристики от толщины слоя, от теплофизических характеристик материалов слоя и полупространства, а также от частоты колебаний температурного поля.

Результаты работы могут быть использованы в метеорологии при исследовании влияния на климат процессов теплообмена между атмосферой и поверхностью Земли, в океанологии при решении задач о тепловых волнах в неоднородных по глубине водных массивах, в задачах математического моделирования тепловых процессов в промерзающе-протаивающих грунтах, актуальных при планировании хозяйственной деятельности в области распространения мерзлых пород.

Наконец, построенное аналитическое решение может быть использовано, как это часто делают на практике, в процедуре апробации численных алгоритмов для решения задач математической физики в слоистых средах.

Список литературы

1. Стрэттон Дж. А. Теория электромагнетизма. – М.-Л.: ОГИЗ, Гостехиздат. – 1948. – 539 с.

2. Шимони К. Теоретическая электротехника. – М.: Мир. – 1964. – 773 с.

3. Морс Ф.М., Фешбах Г. Методы теоретической физики. Т. 2. – М.: Изд-во иностр. лит-ры. – 1960. – 886 с.

4. Зоммерфельд А. Дифференциальные уравнения в частных производных физики. Перевод с нем. А.А. Самарского и Н.Н. Яненко. Под ред. А.Н. Тихонова. – М.: Изд-во иностр. лит-ры. – 1950. – 457 с.

5. Франк Ф., Мизес Р. Дифференциальные и интегральные уравнения математической физики. Часть 2. Перевод с нем. под общей ред. Л.Э. Гуревича. – М.-Л.: ОНТИ, гл. ред. общетехнич. лит-ры. – 1937 – 998 с.

6. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука. – 1966. – 724 с.

7. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. Перевод со второго англ. издания под ред. А.А. Померанцева. – М.: Наука. – 1964. – 488 с.

8. Эккерт Э.Р., Дрейк Р.М. Теория тепло- и массообмена. Пер. с англ. под ред. А.В. Лыкова. – М.-Л.: Госэнергоиздат. – 1961. – 680 с.

9. Лыков А. В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа. – 1967. – 600 с.

10. Мерзлотоведение (краткий курс). Под ред. В.А. Кудрявцева. – М.: Изд-во МГУ. – 1981. – 240 с.

11. Горелик Я.Б., Земеров И.В. Расчет протаивания и обратного промерзания мерзлых грунтов вокруг эксплуатационных скважин // Криосфера Земли. – 2025. – № 2 (29). – С. 43–54. DOI: 10.15372/KZ20250204.

12. Сафронов Е.В., Чеверев В.Г., Брушков А.В., Булдович С.Н., Хилимонюк В.З., Григорьев Л.В., Макарычева Е.М., Гниломедов Е.В. Аналитический обзор подходов и методов математического моделирования процессов промерзания и морозного пучения грунтов // Криосфера Земли. – 2022. – Т. 26. – № 3. – С. 30–42. DOI: 10.15372/KZ20220304.

13. Чжоу Бичэн, Брушков А.В., Ху ЦзяБо. Моделирование порового давления воды в промерзающих дисперсных грунтах при миграции влаги

// Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2023. – № 6. – С. 39–46. DOI: 10.31857/S0869780923060024.

14. Афанасьев А.М., Бахрачева Ю.С. Обобщение задачи Фурье о температурных волнах в полупространстве // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2021. – Т. 24. – № 2. – С. 13–21.

15. Афанасьев А.М., Бахрачева Ю.С. Решение задач геокриологии на основе формул для затухающих гармонических волн тепломассопереноса в однородном полупространстве // Инженерно-физический журнал. – 2023. – Т. 96. – № 2. – С. 392–400.

16. Афанасьев А.М., Бахрачева Ю.С. Задача о тепломассообмене полупространства с воздушным потоком при периодическом изменении температуры воздуха // Математическая физика и компьютерное моделирование. – 2024. – Т. 27. – № 2. – С. 14–28. DOI: 10.15688/mpcm.jvolsu.2024.2.2.

17. Афанасьев А.М., Бахрачева Ю.С. Решение задач геокриологии на основе обобщенной теории Фурье для температурных волн в полупространстве // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2024. – Т. 27. – № 4. – С. 83–93. DOI: 10.18469/1810-3189.2024.27.4.83-93.

18. Михеев В.А. Климатология и метеорология: учебное пособие. – Ульяновск: Изд-во УлГТУ. – 2009. – 114 с.

19. Джеффрис Г., Свирлс Б. Методы математической физики. Вып. 3. – М.: Мир. – 1970. – 344 с.

20. Сутырина Е.Н. Океанология: учебное пособие. – Иркутск: Изд-во ИГУ. – 2012. – 192 с.

21. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия. – 1977. – 344 с.

22. Ахмадиев Ф.Г., Гиззятов Р.Ф. Математическое моделирование процесса теплопередачи через многослойные ограждающие конструкции

зданий // Инженерно-физический журнал. – 2022. – Т. 95. – № 5. С. 1155–1165.

23. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.: Атомиздат. – 1979. – 416 с.

24. Пехович А. И., Жидких В.М. Расчеты теплового режима твердых тел. – Л.: Энергия. – 1976. – 352 с.

25. Бреховских Л. М. Волны в слоистых средах. – М.: Наука. – 1973. – 343 с.

26. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М.: Наука. – 1970. – 856 с.

27. Афанасьев А.М., Подгорный В.В., Сипливый Б.Н., Яцышен В.В. Математическое моделирование взаимодействия СВЧ излучения с влагосодержащими плоскими слоистыми средами. Часть 1 // Известия вузов. Электромеханика. – 2001. – № 2. – С. 14–21.

28. Афанасьев А.М., Подгорный В.В., Сипливый Б.Н., Яцышен В.В. Математическое моделирование взаимодействия СВЧ излучения с влагосодержащими плоскими слоистыми средами. Часть 2. Численный расчет // Известия вузов. Электромеханика. – 2001. – № 4-5. – С. 32–38.

29. Афанасьев А.М., Подгорный В.В., Сипливый Б.Н., Яцышен В.В. Математическое моделирование теплового воздействия интенсивного СВЧ излучения на цилиндрические водосодержащие объекты слоистой структуры // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2001. – Т. 4. – № 2. – С. 15–21.

© Афанасьев А.М., 2026

Глава 10.
СОПОСТАВЛЕНИЕ ВЕКТОРНОГО ПОДХОДА НЬЮТОНА, ПРИНЦИПА НАИМЕНЬШЕГО ПРИНУЖДЕНИЯ ГАУССА И ПРИНЦИПА НАИМЕНЬШЕЙ КРИВИЗНЫ ГЕРЦА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАСЧЁТУ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Сибгатуллин Камиль Эмерович
к.техн.н., доцент
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет»

Аннотация: Предмет исследования: в главе рассматриваются основы механики деформируемого твердого тела и строительной механики сквозь призму дуализма локально-векторных и интегрально-вариационных методов расчета сооружений. Цель работы заключается в проведении сравнительного анализа классического дифференциального подхода Ньютона-Эйлера, вариационного принципа наименьшего принуждения Гаусса и вариационно-геометрического принципа прямейшего пути (наименьшей кривизны) Герца применительно к оценке напряженно-деформированного состояния сложных рамных инженерных конструкций.

Ключевые слова: строительная механика, деформируемое твердое тело, статическая неопределимость, принцип Гаусса, принцип Герца, метод перемещений, метод сил, боковой вывес рамы, интегральная кривизна, точка перегиба, кубический сплайн, матрица жесткости, упругая линия балки.

COMPARISON OF NEWTON'S VECTOR APPROACH, GAUSS'S PRINCIPLE OF LEAST CONSTRAINT, AND HERTZ'S PRINCIPLE OF LEAST CURVATURE APPLIED TO STRUCTURAL ANALYSIS

Sibgatullin Kamil Emerovich

Abstract: Subject of the study: the chapter examines the fundamentals of solid mechanics and structural mechanics through the prism of the dualism of local-vector and integral-variational methods for calculating structures. The aim of the work is to conduct a comparative analysis of the classical Newton-Euler differential approach, Gauss's principle of least constraint, and Hertz's variational-geometric principle of the straightest path (least curvature) applied to evaluating the stress-strain state of complex frame engineering structures.

Key words: structural mechanics, deformable solid body, static indeterminacy, Gauss's principle, Hertz's principle, displacement method, force method, frame sidesway, integral curvature, inflection point, cubic spline, stiffness matrix, elastic curve of a beam.

Введение

Настоящая глава монографии посвящена сопоставлению векторного подхода Ньютона, принципа наименьшего принуждения Гаусса и принципа прямейшего пути (наименьшей кривизны) Герца. Задачей работы является демонстрация их математической эквивалентности в рамках линейно-упругой стадии работы материалов.

Исторически механика развивалась по двум концептуальным направлениям:

Векторное (дифференциальное) направление. Данный подход, у истоков которого стояли И. Ньютон и Л. Эйлер, базируется на локальном описании физической реальности. Его суть заключается в непрерывном отслеживании баланса сил и моментов в каждой изолированной точке

пространства, в каждом узле или на каждом бесконечно малом участке стержневого элемента. Основным математическим языком здесь служат векторная алгебра и дифференциальные уравнения равновесия.

Вариационное (интегральное) направление. Эта парадигма, концептуально оформленная в трудах К. Гаусса, К. Лантоша [1], Г. Герца [2], Ж. Лагранжа, У. Гамильтона и И. Бернулли предлагает принципиально иной, глобальный взгляд на конструкцию. Вместо расчленения системы на изолированные фрагменты и подсчета векторов сил, вариационный подход рассматривает сооружение интегрально, как единую упругую систему во всем занимаемом ею пространстве. Физическая задача поиска истинной формы деформации переводится на язык геометрии и математического анализа — язык поиска экстремумов скалярных энергетических или кинематических функционалов [3, с. 142].

Изначально и принцип Гаусса, и принцип Герца были созданы в рамках теоретической физики для динамики систем свободных или несвободных материальных точек. Чтобы превратить эти абстрактные динамические законы в практический инженерный инструмент для расчета зданий, мостов и рам, ученым пришлось пройти через серьезную математическую адаптацию.

Объектом исследования в данной работе выступает плоская жесткая стальная П-образная портальная рама, усиленная промежуточным ригелем (распоркой) на середине высоты стоек и находящаяся под воздействием несимметричной сосредоточенной вертикальной нагрузки. Выбор данной расчетной схемы обусловлен следующими факторами:

Рама представляет собой классическую, многократно статически неопределимую систему, распределение усилий в которой невозможно определить из простых уравнений статики.

Введение промежуточного ригеля меняет топологию связей конструкции.

Выраженная асимметрия приложения внешней силы порождает **совместный горизонтальный боковой перекос** всей рамы в сочетании с разворотом жестких узлов.

Такая модель вполне пригодна для наглядной демонстрации того, как силовые уравнения Ньютона, энергетическая матрица Гаусса и траекторная геометрия Герца описывают одну и ту же физическую реальность.

1. Классический векторный подход Ньютона-Эйлера в расчетных схемах

В рамках классической силовой парадигмы Ньютона-Эйлера любое деформируемое тело или инженерная конструкция признается находящейся в состоянии истинного статического равновесия, когда в каждой её локальной точке, узле или сечении сбалансировано внешнее и внутреннее силовое поле. Математически этот закон выражается фундаментальными векторными равенствами, требующими, чтобы результирующий вектор всех приложенных сил и результирующий вектор их моментов относительно произвольного центра были строго равны нулю:

$$\sum \vec{F}_i = 0, \sum \vec{M}_i = 0 \#(1)$$

При переходе к плоской расчетной модели стержневой системы, расположенной в декартовой координатной плоскости XY, данные векторные уравнения проецируются на оси координат. Для каждого бесконечно малого участка стержневого элемента длиной dx они вырождаются в три классических дифференциальных уравнения равновесия Журавского:

$$\frac{dN(x)}{dx} = -q_x(x), \frac{dQ(x)}{dx} = -q_y(x), \frac{dM(x)}{dx} = Q(x) \#(2)$$

где $N(x)$ — продольное (осевое) усилие, стремящееся растянуть или сжать стержень; $Q(x)$ — поперечная (сдвигающая) сила; $M(x)$ — изгибающий момент; $q_x(x)$ и $q_y(x)$ — интенсивности распределенных нагрузок вдоль соответствующих осей.

Рассмотрим применение данного подхода к стальной П-образной раме. Конструкция образована двумя вертикальными стойками общей высотой $H = 6$ м, верхним горизонтальным ригелем пролетом $L = 6$ м и дополнительным промежуточным горизонтальным ригелем (распоркой) длиной $L = 6$ м, жестко врезанным в стойки на середине их высоты ($h = H/2 = 3$ м). Основания обеих стоек жестко защемлены в массивном неподвижном фундаменте, что полностью ликвидирует любые линейные или угловые перемещения опорных сечений.

Все элементы каркаса выполнены из одинакового стандартного стального профиля (двутавра) и обладают постоянной изгибной жесткостью $EI = \text{const}$. На верхний ригель рамы действует внешнее возмущение — сосредоточенная вертикальная сила P, направленная сверху вниз. Сила приложена асимметрично: на расстоянии 2 м ($L/3$) от правого верхнего узла и, соответственно, 4 м ($2L/3$) от левого верхнего узла.

Поскольку сталь обладает высоким модулем упругости, в рамках данного исследования мы принимаем стандартную гипотезу строительной механики: пренебрегаем продольными деформациями стоек и ригелей от упругого сжатия-растяжения ввиду их малости по сравнению с деформациями от чистого изгиба элементов стержневой системы ($EA \to \infty$). Геометрическая и силовая конфигурация исследуемого сооружения представлена на рис. 1.

Проблема векторного подхода Ньютона при анализе представленной рамы заключается в невозможности применения одних лишь уравнений статики из-за высокой степени её статической неопределимости. Перед началом расчетов определим степень статической неопределимости Л по классической формуле замкнутых контуров:

$$\text{Л} = 3\text{К} - \text{Ш}\#(3)$$

где $K = 2$ — количество замкнутых контуров, образуемых

элементами рамы и поверхностью земли; $Ш = 0$ — количество врезанных идеальных шарниров (все узлы сопряжения стержней являются абсолютно жесткими, монолитными). Таким образом, степень статической неопределимости равна:

$$Л = 3 \cdot 2 - 0 = 6\#(4)$$

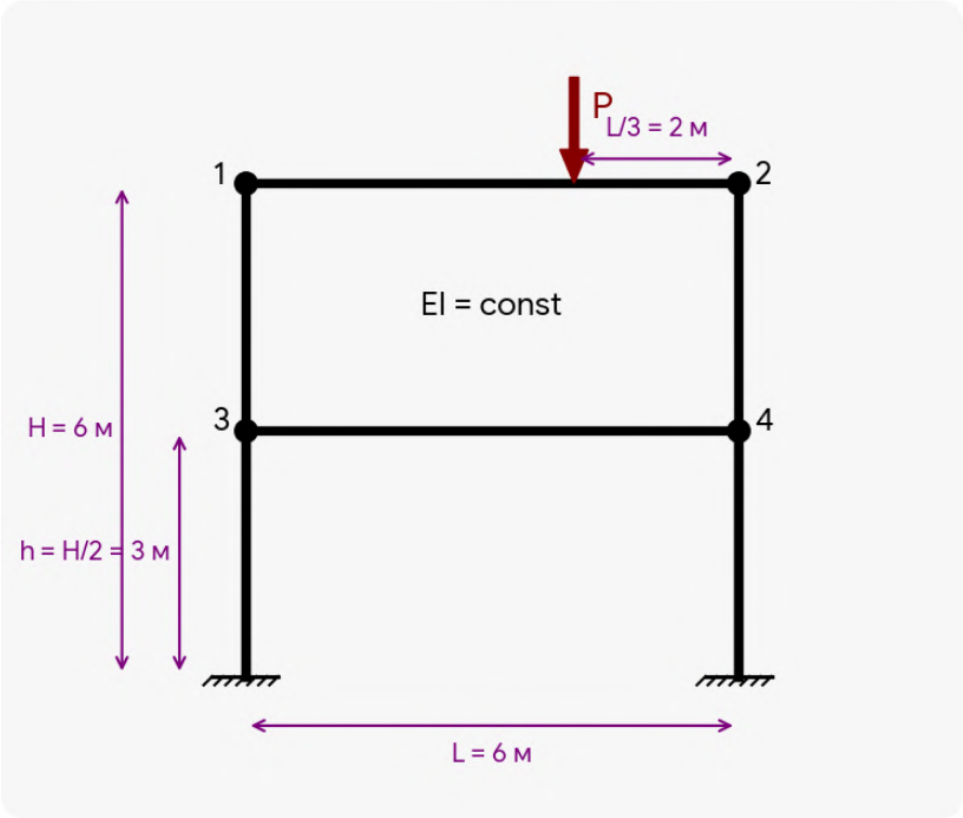


Рис. 1. Схема несимметричного нагружения П-образной рамы с промежуточным ригелем (исходная расчетная модель конструкции)

Рама является шесть раз статически неопределимой системой. Это означает, что в конструкции присутствуют шесть «избыточных» связей, накладывающих ограничения на перемещения, и для их определения силовой подход Ньютона требует привлечения дополнительных геометрических условий совместности деформаций.

Для раскрытия статической неопределимости в рамках концепции Ньютона традиционно разворачивается алгоритм метода сил.

Конструкция мысленно освобождается от избыточных связей путем выполнения сквозных разрезов. В месте каждого разреза непрерывное внутреннее силовое поле заменяется векторами неизвестных усилий: продольной силой X_1, поперечной силой X_2 и изгибающим моментом X_3. Чтобы расчлененная система (основная система метода сил) оставалась упруго эквивалентной исходной монолитной раме, составляется система из шести канонических уравнений совместности деформаций Максвелла-Мора:

$$\begin{cases} \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \cdots + \delta_{16}X_6 + \Delta_{1P} = 0 \\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \cdots + \delta_{26}X_6 + \Delta_{2P} = 0 \\ \cdots \\ \delta_{61}X_1 + \delta_{62}X_2 + \cdots + \delta_{66}X_6 + \Delta_{6P} = 0 \end{cases} \#(5)$$

Коэффициенты податливости δ_{ik}, характеризующие упругую податливость рамы, вычисляются путем перемножения единичных эпюр изгибающих моментов с помощью интеграла Мора:

$$\delta_{ik} = \int_s \frac{\bar{M}_i(s)\bar{M}_k(s)}{EI} ds \#(6)$$

Специфика несимметричного приложения силы P приводит к тому, что грузовая матрица перемещений Δ_{iP} не содержит нулевых элементов, так как сила вызывает одновременный изгиб правого пролета верхнего ригеля и общий асимметричный боковой перекос всей рамы. Векторный баланс сил требует ручного увязывания шести уравнений, что делает аналитический расчет громоздким.

2. Принцип наименьшего принуждения Гаусса в анализе строительных конструкций

2.1. Переход от локальных векторов к скалярному функционалу

Альтернативой локальному векторному подходу Ньютона выступает вариационный принцип наименьшего принуждения, сформулированный великим математиком К. Ф. Гауссом в 1829 году. Механика Гаусса совершает концептуальный прорыв: она полностью отказывается от рутинного отслеживания векторов сил в узлах и

переводит задачу на язык поиска экстремума одной-единственной скалярной величины.

В своей оригинальной, классической постановке для дискретных систем материальных точек принцип Гаусса постулирует, что из всех кинематически возможных ускорений, совместных со связями, истинными являются те, которые минимизируют функцию принуждения Z, представляющую собой меру отклонения системы от свободного, нестесненного движения:

$$Z = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} m_i \left(\vec{w}_i - \frac{\vec{F}_i}{m_i}\right)^2 \rightarrow \min \#(7)$$

где m_i — упругие массы точек, $\vec{w}_i$ — их истинные векторы ускорений, $\vec{F}_i$ — действующие активные внешние силы.

Применительно к упругой статике строительных конструкций, согласно принципу Д'Аламбера-Лагранжа и вариационному принципу Гамильтона, функция принуждения Гаусса математически трансформируется в функционал дополнительной работы внутренних сил или потенциальной энергии деформации упругой системы. Для исследуемой стальной П-образной рамы, работающей в линейно-упругой стадии, минимизация принуждения связей становится эквивалентна поиску минимума полной потенциальной энергии изгиба стержней.

2.2. Редукция степеней свободы в конфигурационном пространстве

Вариационный подход Гаусса позволяет полностью проигнорировать статическую неопределимость системы и отказаться от искусственного рассечения контуров рамы (как это требовалось в методе сил Ньютона). Метод перемещений в качестве основных неизвестных выбирает геометрические параметры деформации жестких узлов каркаса.

Сформулируем вектор независимых узловых перемещений системы, полностью определяющий её текущую упругую форму в конфигурационном пространстве:

$$\mathbf{U} = \begin{Bmatrix} \Delta \\ \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{Bmatrix} \#(8)$$

Благодаря принятой гипотезе о несжимаемости стальных элементов ($EA \to \infty$), количество неизвестных степеней свободы сокращается с 18 (в общем пространственном случае) до 5.

2.3. Формирование энергетического функционала Гаусса

Функционал принуждения Гаусса (энергии изгиба) для всей стальной рамы формируется интегрально — как сумма энергий деформации по всем шести конструктивным элементам (две стойки, разделенные средним ригелем на нижние и верхние ярусы длиной $H/2 = 3$ м, а также два горизонтальных ригеля пролетом $L = 6$ м):

$$Z(\mathbf{U}) = \sum_{j=1}^{6} \int_0^{l_j} \frac{M_j^2(x, \mathbf{U})}{2EI} dx - P \cdot v(L/3, \mathbf{U}) \to \min \#(9)$$

где $M_j(x, \mathbf{U})$ — функции изгибающих моментов в элементах рамы, выраженные через искомые узловые перемещения посредством стандартных функций кубической формы упругой линии стержня (при этом суммирование ведется по всем шести элементам каркаса, включая нижний промежуточный ригель); $v(L/3, \mathbf{U})$ — вертикальный прогиб верхнего ригеля в точке приложения сосредоточенной силы.

2.4. Получение системы линейных алгебраических уравнений через частные производные первого порядка

Истинное деформированное состояние стальной рамы, согласно принципу Гаусса, соответствует точке экстремума (минимума) сформированного функционала принуждения. Математический переход от непрерывного интегрального функционала Гаусса к дискретной системе линейных алгебраических уравнений реализуется на основе операции полного условного дифференцирования.

Поскольку упругая функция принуждения $Z(\mathbf{U})$ является строго квадратичной формой в пространстве узловых перемещений, её первая вариация (или совокупность частных производных первого порядка по

каждой независимой координате перемещения) преобразуется в систему линейных уравнений. Необходимым и достаточным условием минимума является равенство нулю этих частных производных:

$$\frac{\partial Z}{\partial \Delta} = 0, \frac{\partial Z}{\partial \theta_1} = 0, \frac{\partial Z}{\partial \theta_2} = 0, \frac{\partial Z}{\partial \theta_3} = 0, \frac{\partial Z}{\partial \theta_4} = 0 \#(10)$$

В матричной форме данная система уравнений принимает вид канонического уравнения метода перемещений:

$$[\mathbf{K}]\mathbf{U} = \mathbf{F} \#(11)$$

где $[\mathbf{K}]$ — симметричная, положительно определенная матрица жесткости рамы, элементы которой являются вторыми частными производными функционала принуждения (в математике её называют матрицей Гессе):

$$k_{ij} = \frac{\partial^2 Z}{\partial U_i \partial U_j} \#(12)$$

3. Принцип наименьшей кривизны Герца как геометрическая интерпретация динамики систем

3.1. Философия Герца: механика без понятия «силы»

Наиболее абстрактным, изящным и в то же время глубоким развитием вариационных подходов в механике стал принцип прямейшего пути (наименьшей кривизны), сформулированный выдающимся немецким физиком Генрихом Герцем в 1894 году. Философская концепция Герца заключалась в радикальной попытке полностью исключить из фундаментальной физики классическое ньютоновское понятие «силы», признавая его искусственной, промежуточной переменной. Герц стремился заменить силы внутренней естественной геометрией пространства и кинематическими связями.

Согласно принципу Герца, любая механическая система движется в многомерном конфигурационном пространстве по траектории с минимальной интегральной кривизной — по так называемым геодезическим линиям (прямейшим путям). Под конфигурационным пространством понимается абстрактное математическое многообразие,

размерность которого строго равна числу кинематических степеней свободы упругой системы. В данном расчетном случае пространство является пятимерным ($\mathbb{R}^5$), а его конфигурацию однозначно задает вектор независимых узловых перемещений.

3.2. Математический мост между геометрией кривизны и силовыми факторами

Следуя работам [3, с. 142] и [2, с. 260], распространим геометрический принцип наименьшей кривизны Герца на статические стержневые системы. Если для материальной точки кривизна траектории определяется кинематически [2, с. 260], то для упругого стержня ее аналогом выступает физическая кривизна изогнутой оси $K(s)=v''(s)$, где $v(s)$ — прогиб стержня, а s — пространственная координата, отсчитываемая вдоль элементов рамы.

Геометрический функционал Герца. В классической формулировке принцип прямейшего пути постулирует, что из всех кинематически возможных конфигураций системы, удовлетворяющих связям, реализуется та, которая обладает минимальной интегральной кривизной. Для упругого стержня мера этой кривизны, взвешенная по распределению жесткостных характеристик, записывается как:

$$G = \int_s \frac{1}{2} EI \cdot K^2(s) ds \to min \qquad (13)$$

Физический смысл данного функционала заключается в том, что каждый стержневой элемент стремится остаться *максимально прямым*, насколько это позволяют наложенные кинематические связи (жесткие защемления в основании и монолитные узловые сопряжения). Однако функционал (13) описывает лишь внутреннюю геометрию деформированной системы и не содержит информации о внешнем силовом воздействии.

Полный энергетический функционал для нагруженной системы. Для корректного учета внешней нагрузки P, действующей на конструкцию, необходимо дополнить геометрическую меру Герца

работой внешних сил. В консервативных системах истинное равновесное состояние соответствует минимуму полной потенциальной энергии:

$$П = U - W = \int_s \frac{1}{2} EI \cdot K^2(s) ds - P \cdot v(x_P) \to min \qquad (13а)$$

где $v(x_P)$ — в данном случае, применительно к рассматриваемой далее задаче, вертикальное перемещение точки приложения сосредоточенной силы P. Именно этот функционал (а не чисто геометрический (13)) лежит в основе вариационного метода перемещений и был использован в разделе 2 при формировании матрицы жесткости рамы.

Свяжем теперь геометрические и силовые параметры. Из дифференциального уравнения упругой линии Бернулли-Эйлера известно, что локальная кривизна оси стержня $K(s)$ прямо пропорциональна изгибающему моменту $M(s)$ и обратно пропорциональна изгибной жесткости EI:

$$K(s) = \frac{M(s)}{EI} \qquad (14)$$

Подставим это выражение в функционал полной потенциальной энергии (13а):

$$П = \int_s \frac{M^2(s)}{2EI} ds - P \cdot v(x_P) \to min \qquad (15)$$

Полученный результат обнаруживает единство различных ветвей механики. Выражение (15) представляет собой интеграл Максвелла-Мора для полной потенциальной энергии деформации изгиба, минимизация которого в канонической строительной механике закреплена теоремой Кастилиано и принципом Лагранжа. В рамках линейно-упругой постановки геометрический функционал Герца (13) и энергетический функционал Лагранжа (15) связаны между собой через дифференциальное уравнение упругой линии (14). Однако подчеркнем: чисто геометрическая минимизация (13) без учета работы внешних сил не является самостоятельным принципом равновесия для нагруженной системы. Именно поэтому в инженерной практике доминирует подход,

основанный на полной потенциальной энергии (15), где нагрузка вводится через естественные граничные условия.

3.3. Обобщение функционала Герца: учет сдвига и растяжения-сжатия

В случае перехода от технической теории тонких стержней Бернулли-Эйлера к более строгим расчетным моделям массивных конструкций (модель Тимошенко), геометрический функционал Герца усложняется за счет включения дополнительных кинематических компонентов.

Полная мера интегральной кривизны упругой системы в многомерном конфигурационном пространстве должна учитывать не только искривление продольной оси стержней (изгибающий момент M), но и линейные деформации укорочения-удлинения (продольная сила N), а также угловой перекос поперечных сечений от среза (поперечная сила Q). Обобщенный функционал упругого принуждения Герца принимает вид:

$$G_{\text{полный}} = \int_s \frac{M^2(s)}{2EI}\, ds + \int_s \frac{N^2(s)}{2EA}\, ds + \int_s \frac{\mu Q^2(s)}{2GF}\, ds \to \min \#(16)$$

где A и F — площади поперечного сечения стального профиля; G — модуль сдвига стали; μ — безразмерный коэффициент Грашова, учитывающий форму сечения и неравномерность распределения касательных напряжений. Каждое слагаемое в этой расширенной формуле отвечает за свой тип «искривления» или деформации системы в геометрии Герца.

Важно отметить, что математический порядок дифференциальных уравнений прямейшего пути строго детерминирован структурой подвыражения функционала Герца. В рамках элементарной модели Бернулли-Эйлера, оперирующей квадратом второй производной прогиба (геометрической кривизной), вариационная процедура Эйлера-Лагранжа приводит к дифференциальному уравнению четвертого порядка, формирующему кубические траектории деформации.

Однако при переходе к высшим моделям механики стержней — например, при совместном учете деформаций изгиба и сдвига по теории Тимошенко при переменной интенсивности нагружения, либо в рамках градиентных теорий упругости высших порядков, где функционал принуждения дополняется квадратом градиента кривизны $(v''')^2$ — математическая размерность задачи резко возрастает. В этих случаях отыскание истинной траектории деформации требует решения дифференциальных уравнений пятого и шестого порядков. Наличие пяти или шести независимых постоянных интегрирования в общих решениях таких уравнений открывает возможность для математического описания сложноструктурированных картин деформирования.

4. Сравнительный численный анализ модельной конструкции

Для верификации теоретических положений и сопоставления вычислительной эффективности рассматриваемых методов выполнено численное моделирование стальной П-образной рамы со средним ригелем при несимметричном нагружении. Изгибная жесткость всех стальных элементов принята постоянной и равной EI. Геометрические параметры расчетной схемы: общая высота стоек $H = 6$ м, длина ригелей $L = 6$ м. Промежуточный ригель расположен на середине высоты стоек ($h = 3$ м). Вертикальная сосредоточенная сила P приложена к верхнему ригелю на расстоянии 2 м ($L/3$) от правого верхнего узла (соответственно, 4 м от левого верхнего узла).

4.1. Аналитическая реализация векторного подхода Ньютона (метод сил)

Для раскрытия шестикратной статической неопределимости стальной П-образной рамы со средним ригелем выберем основную систему метода сил. Для этого выполним вертикальные сквозные разрезы точно посередине верхнего и промежуточного ригелей. В месте разреза верхнего ригеля возникают три неизвестных силовых фактора: X_1 — продольная (горизонтальная) сила; X_2 — поперечная

(вертикальная) сила; X_3 — изгибающий момент. В месте разреза промежуточного ригеля возникают аналогичные факторы: X_4 — продольная сила; X_5 — поперечная сила; X_6 — изгибающий момент.

Благодаря симметрии самой геометрической схемы рамы, при таком выборе основной системы матрица податливости частично разгружается: взаимные интегралы между симметричными и кососимметричными единичными эпюрами обращаются в ноль. Каноническая система шести уравнений Максвелла-Мора распадается на две независимые подсистемы — для симметричных (X_1, X_3, X_4, X_6) и кососимметричных (X_2, X_5) неизвестных:

$$\begin{cases} \delta_{11}X_1 + \delta_{13}X_3 + \delta_{14}X_4 + \delta_{16}X_6 + \Delta_{1P} = 0 \\ \delta_{31}X_1 + \delta_{33}X_3 + \delta_{34}X_4 + \delta_{36}X_6 + \Delta_{3P} = 0 \\ \delta_{41}X_1 + \delta_{43}X_3 + \delta_{44}X_4 + \delta_{46}X_6 + \Delta_{4P} = 0 \\ \delta_{61}X_1 + \delta_{63}X_3 + \delta_{64}X_4 + \delta_{66}X_6 + \Delta_{6P} = 0 \end{cases} \text{ и } \begin{cases} \delta_{22}X_2 + \delta_{25}X_5 + \Delta_{2P} = 0 \\ \delta_{52}X_2 + \delta_{55}X_5 + \Delta_{5P} = 0 \end{cases} \#(17)$$

Главная сложность вычислений сосредоточена в определении вектора свободных членов (грузовых перемещений) Δ_{iP}, вызванных несимметричным приложением вертикальной силы P. Поскольку сила P приложена на расстоянии $L/3 = 2$ м от правого узла, она находится на правой консоли основной системы (на расстоянии $L/6 = 1$ м от места разреза верхнего ригеля).

Построим функцию изгибающих моментов в грузовом состоянии $M_P(s)$ для правой половины рамы. Координату x будем отсчитывать от места разреза ригеля влево и вправо. Для правой половины (где приложена сила):

На участке верхнего ригеля от разреза ($x = 0$) до точки приложения силы ($x = L/6$): $M_P(x) = 0$.

На участке верхнего ригеля от силы ($x = L/6$) до правого узла ($x = L/2$): $M_P(x) = -P \cdot (x - L/6)$. В узле момент достигает значения $M_P = -P \cdot \frac{L}{3}$.

На верхнем и нижнем участках правой стойки (координата y отсчитывается от верхнего узла вниз от 0 до H): ввиду отсутствия

горизонтальных внешних сил, момент по всей высоте стоек постоянен и равен $M_P(y) = -P \cdot \frac{L}{3}$.

Перемножая по методу Верещагина кососимметричную единичную эпюру от силы $X_2 = 1$ (которая на ригеле имеет вид линейной функции $\bar{M}_2(x) = x$, а на стойке — постоянной величины $\bar{M}_2 = L/2$) с грузовой эпюрой M_P, получаем выражение для свободного члена Δ_{2P}:

$$\Delta_{2P} = \int_{L/6}^{L/2} \frac{-P(x - L/6) \cdot x}{EI} dx + \int_0^H \frac{-P\frac{L}{3} \cdot \frac{L}{2}}{EI} dy = -\frac{122}{3} \cdot \frac{P}{EI} \approx -40.667 \cdot \frac{P}{EI} \#(18)$$

Аналогичным образом вычисляются все остальные 5 свободных членов.

Анализ верхнего ригеля показывает, что под действием вертикальной сосредоточенной силы P, направленной сверху вниз, элемент испытывать пролетный изгиб. В точке приложения нагрузки (на расстоянии $L/3$ от правого узла) фиксируется экстремальный момент $M_{\text{force}} = 0.1741 \cdot PL$, откладываемый с нижней стороны ригеля, что физически обусловлено прогибом балки вниз и растяжением ее нижних волокон. На приопорных участках верхнего ригеля из-за жесткого защемления в узлах знаки моментов меняются: эпюра переходит на верхнюю сторону ригеля, отражая растяжение верхних приопорных волокон ($M_{1.\text{ригель}} = 0.0537 \cdot PL$ и $M_{2.\text{ригель}} = 0.1384 \cdot PL$).

Из-за горизонтального вывеса рамы Δ изгибающие моменты в вертикальных стойках претерпевают скачкообразное изменение в уровне врезки промежуточного ригеля. Так, для более нагруженного правого узла момент в стойке верхнего яруса составляет $M_{\text{right.верх}} = 0.0850 \cdot PL$ (растянуты внутренние волокна), а в стойке нижнего яруса меняет знак и составляет $M_{\text{right.нижн}} = -0.0232 \cdot PL$ (растянуты наружные волокна). Возникающий скачок моментов в стойке, равный $0.0850 - (-0.0232) = 0.1082 \cdot PL$, прецизионно уравновешивается опорным моментом, возникающим в самом промежуточном ригеле ($M_{4.\text{ригель}} = 0.1082 \cdot PL$). Наличие этого скачка демонстрирует, как промежуточный ригель

включается в совместную пространственную работу, разгружая верхний ярус стоек за счет восприятия части изгибной энергии системы.

4.2. Вариативно-матричная реализация принципа Гаусса (метод перемещений)

В рамках вариационного подхода Гаусса каноническое уравнение метода перемещений принимает конкретную числовую форму:

$$EI \cdot \begin{bmatrix} 1.7778 & -0.6667 & -0.6667 & -0.6667 & -0.6667 \\ -0.6667 & 2.6667 & 0.3333 & 0.6667 & 0.0000 \\ -0.6667 & 0.3333 & 2.6667 & 0.0000 & 0.6667 \\ -0.6667 & 0.6667 & 0.0000 & 2.6667 & 0.3333 \\ -0.6667 & 0.0000 & 0.6667 & 0.3333 & 2.6667 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta \\ \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \theta_4 \end{Bmatrix} = P \cdot \begin{Bmatrix} 0 \\ -0.4444 \\ 0.8889 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \#(19)$$

Рассмотрим вычисление коэффициента жесткости рамы при горизонтальном смещении (k_{11}). При гипотетическом смещении ригелей по горизонтали на единицу ($\Delta = 1$) деформируются только вертикальные стойки. В силу жесткого сопряжения элементов в узлах, упругое сопротивление сдвигу оказывают два нижних участка стоек длиной 3 м и два верхних участка длиной 3 м. Суммарное реактивное усилие в условной удерживающей связи от единичного горизонтального смещения каркаса вычисляется по формуле:

$$k_{11} = 2 \times \left(\frac{12EI}{(H/2)^3}\right)_{\text{нижн}} + 2 \times \left(\frac{12EI}{(H/2)^3}\right)_{\text{верхн}} \#(20)$$

Подставляя численные значения высоты ярусов рамы $h = 3$ м, получаем:

$$k_{11} = 2 \cdot \frac{12EI}{3^3} + 2 \cdot \frac{12EI}{3^3} = \frac{48}{27} EI \approx 1.778 \cdot EI \#(21)$$

Грузовые узловые моменты верхнего ригеля определяются как реакции защемления балки от несимметричной силы P ($a = 4$ м, $b = 2$ м, $L = 6$ м):

$$F_{2P} = -\frac{P \cdot a \cdot b^2}{L^2} = -0.4444 \cdot P, F_{3P} = +\frac{P \cdot a^2 \cdot b}{L^2} = +0.8889 \cdot P \#(22)$$

Решая СЛАУ, находим истинные узловые перемещения системы:

$$\Delta = 0.0625 \frac{P}{EI}, \theta_1 = -0.2218 \frac{P}{EI}, \theta_2 = 0.4004 \frac{P}{EI}, \theta_3 = 0.0829 \frac{P}{EI}, \theta_4 = -0.0948 \frac{P}{EI} \#(23)$$

Вследствие совместного решения уравнений принципа Гаусса, ни один из геометрических параметров упругой системы (за исключением опорных граничных условий заделок) не обращается в нуль.

Верхний ригель под несимметричным давлением силы P претерпевает выраженный прогиб в пролете, увлекая за собой и принудительно закручивая монолитные узлы каркаса. Правый верхний узел, находящийся в непосредственной близости к точке загружения, испытывает экстремальный поворот на угол $\theta_2 = 0.4004 \cdot \frac{P}{EI}$, в то время как левый узел разворачивается в противоположную сторону на величину $\theta_1 = -0.2218 \cdot \frac{P}{EI}$.

Промежуточный ригель также выходит из горизонтального состояния, изгибаясь под воздействием моментов, передаваемых от верхнего яруса стоек.

4.3. Геометрическая реализация принципа прямейшего пути Герца

Переход от геометрического функционала интегральной кривизны Герца к дифференциальным уравнениям истинной траектории деформирования реализуется методами вариационного исчисления. Условие экстремума (минимума) интегральной кривизны требует равенства нулю первой вариации функционала $\delta G = 0$. Математическая формализация этого условия и процедура двукратного интегрирования по частям приводит к каноническому дифференциальному уравнению четвертого порядка для упругой линии каждого элемента рамы: $EI \frac{d^4 v_j(x)}{dx^4} = 0$.

Общим решением данного однородного уравнения для каждого из четырех участков вертикальных стоек, промежуточного ригеля, а также двух пролетных сегментов верхнего ригеля является кубический полином:

$$v_j(x) = C_{1j}x^3 + C_{2j}x^2 + C_{3j}x + C_{4j} \#(24)$$

Математическая кривизна осей, согласно Герцу, на любом участке распределяется по строго линейному закону:

$$K_j(x) = \frac{d^2 v_j(x)}{dx^2} = 6C_{1j}x + 2C_{2j} \#(25)$$

Рассмотрим подробную пошаговую процедуру нахождения констант интегрирования на примере нижнего яруса левой стойки рамы (участок от жесткой заделки у основания $y = 0$ до узла врезки промежуточного ригеля $y = h = 3$ м).

Шаг 1. Анализ кинематических условий в жесткой заделке основания ($y = 0$). Основание левой стойки жёстко закреплено в фундаменте сооружения. Это накладывает два ограничения: линейное смещение (прогиб) и угол поворота сечения в этой точке равны нулю. Угол поворота сечения равен первой производной от функции прогиба: $v'(y) = 3C_1y^2 + 2C_2y + C_3$. Подставим координату $y = 0$ в уравнения:

$$v(0) = C_4 = 0, v'(0) = C_3 = 0 \#(26)$$

Благодаря жесткому защемлению у основания, первые две константы интегрирования обращаются в нуль. Функция упругой линии стойки редуцируется к усеченному виду: $v(y) = C_1y^3 + C_2y^2$.

Шаг 2. Анализ условий сопряжения в уровне промежуточного ригеля ($y = h$). На высоте $y = h = 3$ м стойка жестко сопрягается с промежуточным ригелем в узле 3. Вследствие монолитного (жесткого) сопряжения элементов в узлах рамы, первоначальные прямые углы (90°) между осями стоек и ригелей остаются неизменными в процессе деформирования. Это накладывает строгие геометрические условия сопряжения: прогиб стойки обязан быть равен общему вывесу яруса Δ, а угол поворота сечения стойки обязан строго совпадать с поворотом монолитного узла θ_3:

$$\begin{cases} C_1h^3 + C_2h^2 = \Delta \\ 3C_1h^2 + 2C_2h = \theta_3 \end{cases} \#(27)$$

Шаг 3. Решение системы уравнений и явное выражение констант. Мы получили систему из двух линейных алгебраических

уравнений относительно констант C_1 и C_2. Выражая переменные методом подстановки, находим точные аналитические формулы для констант интегрирования кубического полинома Герца:

$$C_1 = \frac{\theta_3}{h^2} - \frac{2\Delta}{h^3}, C_2 = \frac{3\Delta}{h^2} - \frac{\theta_3}{h} \#(28)$$

Шаг 4. Численный расчет констант и локализация точки перегиба. Подставим в полученные формулы численные параметры нашей рамы ($h = 3$ м), а также точные значения перемещений левого среднего узла ($\Delta = 0.0625 \cdot \frac{P}{EI}$ и $\theta_3 = 0.0829 \cdot \frac{P}{EI}$):

$$C_1 = \frac{0.0829}{3^2} - \frac{2 \cdot 0.0625}{3^3} \approx 0.004581 \cdot \frac{P}{EI} \#(29)$$

$$C_2 = \frac{3 \cdot 0.0829}{3^2} - \frac{0.0.0625}{3} \approx 0.0068 \cdot \frac{P}{EI} \#(30)$$

Финальное уравнение функции распределения кривизны левой стойки определяется второй производной прогиба:

$$K(y) = v''(y) = 6C_1 y + 2C_2 = (6 * 0.004581y + 0.0136) \cdot \frac{P}{EI} \#(31)$$

Точка изменения знака кривизны (физическая точка перегиба стержня) соответствует условию нулевой кривизны Герца ($K(y) = 0$). Приравнивая полученное линейное уравнение к нулю, находим точную координату этой точки от основания стойки:

$$0.027486 y_{\text{перег}} + 0.0136 = 0 \Rightarrow y_{\text{перег}} = -0.0136 / 0.027486 = -0.495 \text{ м} \#(32)$$

Отрицательное значение координаты ($y_{\text{перег}} = -0.495$) показывает, что геометрическая точка перегиба лежит за пределами реальной длины стержня (ниже основания стойки). Следовательно, на всей высоте от 0 до 3 метров левая стойка сохраняет один знак кривизны и совершает однонаправленный изгиб без знакопеременного S-образного профиля. Промежуточный ригель в концепции Герца в данном случае работает как упруго-опорая связь, которая ограничивает перемещения, но не создает условий для контр-изгиба левой стойки, распределяя деформации по каркасу более плавно.

5. Заключение

Проведенное в рамках данной главы исследование подходов к расчету строительных конструкций позволяет сформулировать несколько выводов:

Вопрос эквивалентности. Анализ классического векторного подхода Ньютона-Эйлера, вариационного принципа наименьшего принуждения Гаусса и геометрического принципа прямейшего пути Герца не подтвердил их полную математическую эквивалентность в рамках линейно-упругой стадии работы стальных стержневых систем. Численные результаты расчета сложной, несимметрично нагруженной П-образной рамы с промежуточным ригелем не совпали во всех трех случаях.

Вычислительная эффективность и автоматизация расчетов. Структура и алгоритмическая сложность математических моделей принципиально различаются. Традиционный подход Ньютона (метод сил) требует искусственного разрушения связей и приводит к плотно заполненным матрицам податливости, что неэффективно для программирования. Вариационный принцип Гаусса (в форме метода перемещений) формирует строго структурированные ленточные матрицы жесткости. Именно это вычислительное преимущество предопределило доминирование энергетических вариационных подходов в качестве ядра современного метода конечных элементов (МКЭ), реализованного в коммерческих расчетных комплексах (ПК ЛИРА, SCAD, ANSYS) [4, 5].

Научно-методический потенциал геометризации механики. В настоящее время предпринимаются попытки внедрения идей Герца в вычислительную практику [6] в разных областях. Развитие принципа Герца применительно к расчёту статических конструкций представляется многообещающим.

Рекомендации и перспективы развития. Сочетание принципа Гаусса и принципа Герца, если таковое будут реализовано, может быть полезно для создания алгоритмов автоматической оптимизации строительных каркасов. Перспективным направлением развития изложенных подходов является их перенос на задачи геометрически и физически нелинейного деформирования (учет пластичности стали, раскрытия трещин [7] и моделирования предельных состояний), где вариационные принципы экстремума обладают неоспоримым превосходством над классическими дифференциальными уравнениями равновесия.

Список литературы

1. Ланцош К. Вариационные принципы механики. – Москва : Мир, 1965. – 408 с.

2. Герц Г. Принципы механики, изложенные в новой связи. – Москва : Изд-во АН СССР, 1959. – 386 с.

3. Сливкер, В. И. Строительная механика. Вариационные основы: учебное пособие / В. И. Сливкер. – Москва : Изд-во АСВ, 2005. – 736 с. – ISBN 5-93093-364-2. – URL: https://iasv.ru/stroitelnaya-mekhanika-variatsionnye-osnovy.html

4. Перельмутер А. В., Сливкер В. И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. – 4-е изд. – Москва : СКАД СОФТ, 2011. – 709 с.

5. Zienkiewicz, O. C. The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics / O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, D. D. Fox. – 7th ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann; Elsevier, 2013. – 672 p. – ISBN 978-1-85617-634-7.

6. Taha H. E. On the Mathematical Analysis and Physical Implications of the Principle of Minimum Pressure Gradient // arXiv.org. – 2026. – arXiv:2602.20637. – 1-36 p.

7. Сибгатуллин К.Э., Сибгатуллин М.Э., Сибгатуллин Э.С. О феноменологических критериях трещиностойкости для анизотропных тел // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2021. № 1 (87). С. 83–94.

© Сибгатуллин К.Э.

Глава 11.
АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗНАШИВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Исаенко Виктор Дмитриевич
Исаенко Павел Викторович
Исаенко Алексей Викторович
Захаров Андрей Иванович
Какушкин Юрий Александрович
к.т.н., доценты
Томский государственный
архитектурно-строительный университет

Аннотация: Представлена оценка интенсивности изнашивания дизелей отечественного производства при работе автосамосвалов в идентичных производственных условиях. Проведено сравнительное изучение математических моделей, разработанных на основе статистического анализа. Продемонстрирована взаимосвязь между содержанием химических элементов-индикаторов износа компонентов дизеля и уровнем кремния, выступающего маркером абразивного износа. Рассмотрен дизельный двигатель как единая трибологическая система «агрегат–масло». Подтверждена эффективность использования масла как основного источника диагностической информации о состоянии дизельного двигателя и его компонентов.

Ключевые слова: надежность, мобильная машина, изнашивание, эксплуатация, трибологическая система, двигатель внутреннего сгорания, ресурс.

CURRENT ASPECTS OF RESEARCH INTO THE WEAR PROCESSES OF AUTOMOTIVE ENGINES

Isaenko Viktor Dmitrievich
Isaenko Pavel Viktorovich
Isaenko Alexey Viktorovich
Zakharov Andrey Ivanovich
Kakushkin Yuri Alexandrovich

Abstract: The assessment of the intensity of wear of diesel engines of domestic production during the operation of dump trucks in identical production conditions is presented. A comparison of the results of the analysis of mathematical models built on the basis of statistical material, characterizing the regularities of changes in the content of chemical elements-indicators of wear of diesel assembly units from the content of silicon, as an indicator of abrasive wear, is shown. At the same time, the diesel, as an object of study, was considered together with working engine oil, since it, having a closed lubrication system, belongs to the tribological system «unit – oil». This made it possible to use diagnostic parameters as indicators for assessing wear processes to control the properties and conditions of the operating oil, which is a kind of accumulator of information about the current state of the tribological system.

Key words: reliability, mobile machine, wear, operation, tribological system, internal combustion engine, resource.

1. Общие сведения о загрязнении двигателя внутреннего сгорания и видах его изнашивания

Загрязнение ДВС происходит на всех этапах его жизненного цикла: при «вдыхании» запылённого воздуха, при дозаправках топливом и маслом (рис. 1).

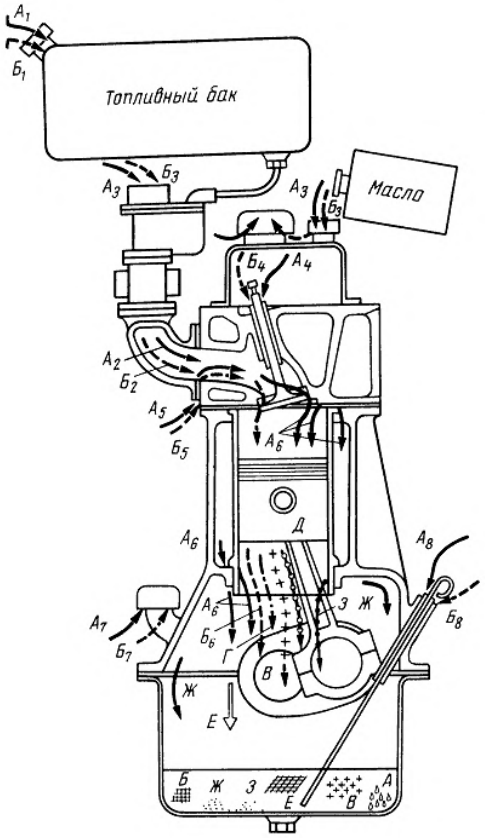


Рис. 1. Пути попадания загрязняющих примесей в двигатель: А1-А8 – вода; Б1-Б8 – пыль; В – углеродистые частицы (сажа); Г – соединения серы; Д – соединения свинца; Е – органические продукты окисления топлива и масла; Ж – технологическая грязь (формовочная земля, стружка и т.п.); З – продукты износа

Под действием пыли такой же дисперсности, проникающей из атмосферы в картер двигателя через систему вентиляции картера, различные неплотности и при загрязнении свежего масла, определенный износ имеет средняя часть цилиндров и маслосъемные кольца, а в основном изнашиваются подшипники коленчатого вала [1].

Многолетний опыт эксплуатации автомобилей показывает, что ресурс дизелей зависит от многих случайных факторов, интенсирующих процессы изнашивания: условий производства выполняемых работ,

качества технического обслуживания и – что, несомненно, главное – от чистоты и марки моторного масла.

Характерные для гильз цилиндров виды изнашивания представлены на рис. 2.

Рис. 2. Виды изнашивания деталей двигателя

Интенсивность изнашивания при непрогретом двигателе, т.е. при температуре охлаждающей жидкости менее 30°С износ в 6,5 раз больше, чем при температуре 85°С (рис. 3).

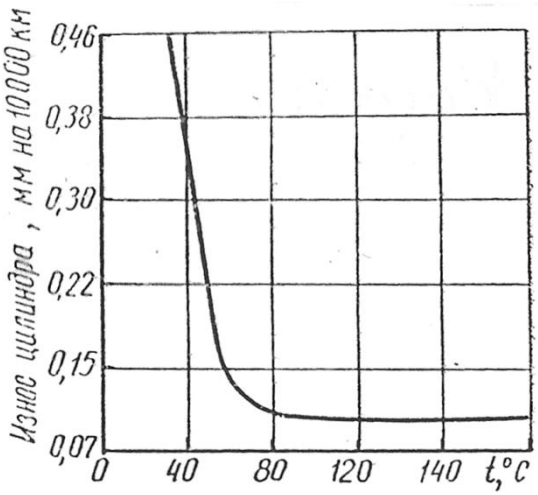


Рис. 3. Износ цилиндра в зависимости от температуры охлаждающей жидкости

В атмосферном воздухе Западной Сибири соотношение кремния и алюминия довольно характерно. Летом в припочвенном слое воздуха соотношение равняется $Al = 0{,}17\ Si$, зимой – $Al = 0{,}33\ Si$. При «рядовой» эксплуатации (при небрежном отношении к долговечности автомобиля), срок службы двигателя на 25–30 % меньше, чем при эксплуатации в нормальных условиях при соблюдении определённых правил и тщательном техническом обслуживании с учётом расчётной периодичности (табл. 1).

Таблица 1

Общий эксплуатационный износ цилиндров дизелей в процентах

Составляющие общего износа	Средняя полоса России		Крайний Север
	КамАЗ-740	ЯМЗ-238	
Общая эксплуатация [1)]	100	100	100
От нормального теплового режима без поступления в двигатель пыли [2)]	19,8–29,7	19,3–29,0	15,3–22,9
От пониженного теплового режима без поступления в двигатель пыли [2)]	4,2–6,3	4,1–6,1	33,6–50,4
От межсменных пусков	8,4–12,7	8,9–13,3	15,9–29,9
От поступления в двигатель пыли	51,3–67,7	51,6–67,5	2,8–35,2

Примечание: 1) на автомобиле-самосвале при отвозке руды; 2) включая неустановившиеся режимы работы двигателя по оборотам и нагрузке.

Кроме того, на долговечность двигателей большое влияние оказывает качество ГСМ.

Исследования гранулометрического состава загрязнений показывают, что он носит полидисперсный характер.

Так, в работе [2] приведены результаты исследования загрязненности дизельного топлива в баках дизельных автомобилей и запыленности воздуха. На основании опытов обозначено, что при запыленности воздуха 12,6 г/м^3 загрязненность дизельного топлива в баке автомобиля показывает 0,0647 % (масс); при запыленности воздуха 7,35 г/м^3 – загрязненность топлива 0,0374 % (масс); при запыленности

воздуха 2,88 г/м^3 – загрязненность топлива 0,0294 % (масс). В результате опытов также установлен дисперсный состав пыли при концентрации 3–10 мг/м^3 (табл. 2).

Таблица 2

Дисперсный состав пыли, проникающей в двигатель

Размер частиц, мкм	Число частиц, шт.
1–4	$8{,}1\cdot10^5$–$1{,}2\cdot10^6$
5–8	$4{,}2\cdot10^4$–$6{,}1\cdot10^5$
8–12	$2{,}4\cdot10^4$–$2{,}4\cdot10^5$
13–16	$2{,}8\cdot10^3$–$2{,}2\cdot10^4$
17–20	$5{,}3\cdot10^3$–$1{,}9\cdot10^4$
21–32	$3{,}1\cdot10^3$–$9{,}8\cdot10^3$

В работе [3] приведены результаты исследования износа топливной системы дизеля в зависимости от размеров частиц загрязнения (рис. 4).

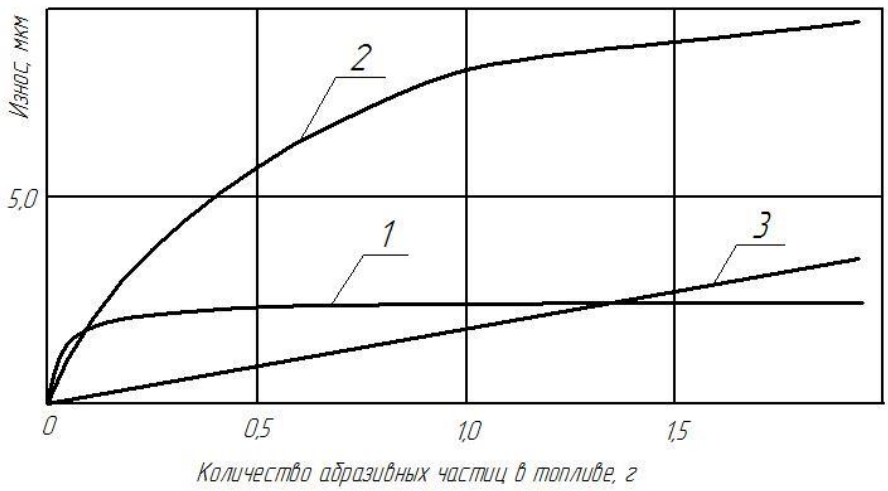


Рис. 4. Влияние размера σ абразивных частиц в топливе на износ плунжерной пары:
1 – при σ = 3 мкм; 2 – при σ = 12,5 мкм; 3 – при σ = 32 мкм

Однако для проявления негативных последствий с точки зрения процессов изнашивания деталей достаточно и оставшейся доли пыли в камере сгорания, о чём свидетельствует рис. 5.

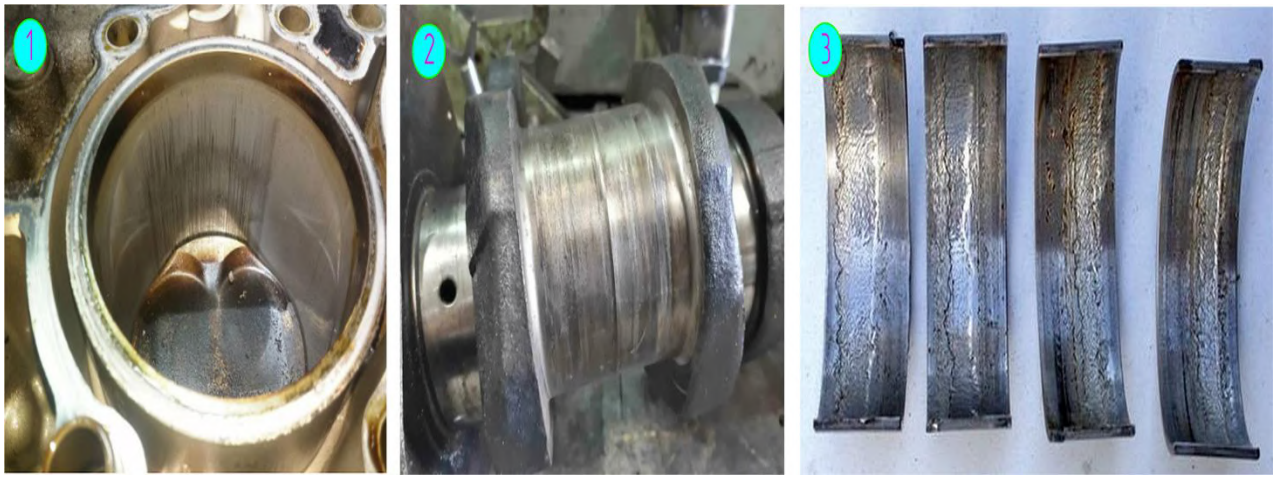


Рис. 5. Проявление негативных последствий в ЦПГ: 1) внутренняя поверхность цилиндра ДВС со следами абразивного изнашивания; 2) следы абразивного изнашивания коренной шейки коленчатого вала дизельного двигателя КамАЗ-740 при неудовлетворительной работе системы очистки масла; 3) состояние антифрикционного слоя подшипников скольжения коленчатого вала в связи с фреттинг-коррозией

2. Моторное масло как элемент защиты двигателей от изнашивания

Применение качественного смазочного материала в 10–20 и более раз снижает коэффициент трения и в 10–20 раз уменьшает износ, значительно сокращает расход смазочных материалов, топлив, затрат на техническое обслуживание и ремонт [4].

В состав всех видов моторных масел входят композиции присадок, поддерживающие его основные свойства.

Твердые частицы в составе моторного масла представляют наибольшую угрозу для двигателя, поскольку именно они вызывают

интенсивный износ деталей. Эти нерастворимые включения непрерывно формируются в процессе эксплуатации силового агрегата. Их количество и характер напрямую определяются качеством моюще-диспергирующих присадок, входящих в состав смазочного материала (рис. 6).

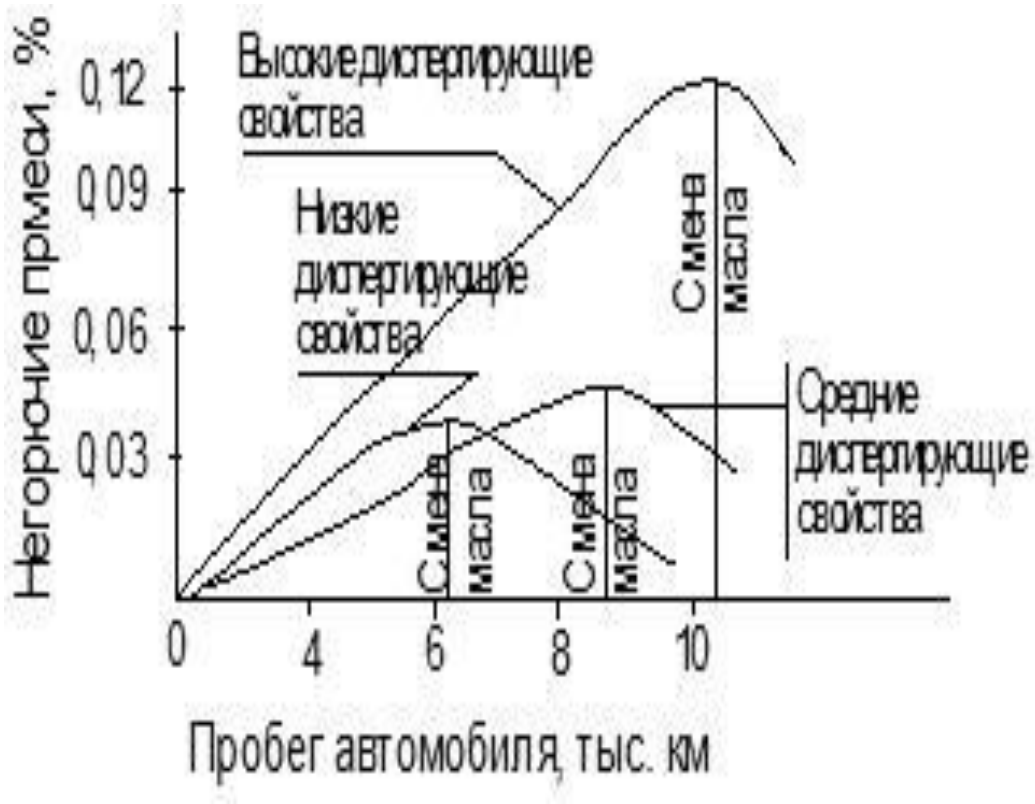


Рис. 6. Динамика накопления нерастворимых загрязнений в смазочных материалах с разным уровнем моющих характеристик в процессе эксплуатации автомобиля

Как видно из рисунка, при увеличении моющих присадок время работы моторного масла до замены очень сильно увеличивается (с 6 тыс. км до 10 тыс. км).

Вязкость – одна из характеристик смазочных материалов и является важнейшим показателем качества моторных масел. Показатель вязкости выступает определяющим фактором для формирования режима жидкостного трения в механизмах. Именно данное свойство смазочного

материала обеспечивает возможность создания оптимальной масляной плёнки, необходимой для эффективного разделения трущихся поверхностей и минимизации износа деталей.

В СИ за единицу кинематической вязкости принят квадратный метр
в секунду – $м^2/с$. На практике применяются следующие обозначения кинематической вязкости: 1 стокс = 1 ст = 1 $см^2/с$ = 10^{-4} $м^2/с$; 1 сантистокс = 1 сСт = 10^{-6} $м^2/с$.

По вязкости оценивается пригодность масла для данного двигателя в зависимости от конструкции, технического состояния, сезонности, условий эксплуатации, типа используемого топлива и т.п. Вязкость входит
в маркировку масла в виде цифрового индекса, например М-$8В_1$, М-$10Г_2$. Цифра обозначает значение вязкости в сантистоксах при 100 °С. Вязкость выражают в единицах кинематической вязкости по ГОСТ 25371-82. Определяют её на различных вискозиметрах.

Вязкость минеральных моторных масел значительно меняется с изменением температуры в отличие от синтетического.

Одно из назначений масла – предохранение металлических поверхностей от коррозии. Наличие в масле кислот не допустимо.

Для замены работающего масла в агрегатах трансмиссии такая периодичность не вызывает замечаний, и она обычно соблюдается.

Благодаря периодическому отбору проб масла из картера двигателя или агрегата трансмиссии своевременное обнаружение повышения концентрации негорючих примесей позволяет предотвратить значительное повреждение деталей и выход агрегатов из строя.

3. Математические зависимости изнашивания дизелей по параметрам работающего масла

Ключевым фактором нарушения функционирования смазочной системы является использование низкокачественного моторного масла в сочетании с неисправными масляными фильтрами. Это негативно

сказывается на состоянии нижней части цилиндров и опорных узлов коленчатого вала [5]. Сезонность эксплуатации транспортных средств существенно влияет на долговечность компонентов дизельного двигателя. В ходе исследований с применением спектрального анализа были определены количественные показатели распределения: химических элементов-индикаторов износа и загрязняющих веществ.

Анализ собранных данных даёт возможность проводить детальную оценку технического состояния двигателя с учётом сезонных особенностей и специфики эксплуатации транспортного средства (табл. 3–6).

Таблица 3

Числовые характеристики случайного распределения железа в моторном масле дизелей

Числовые характеристики	Удельная величина, г/т	
	КамАЗ-740	ЯМЗ-238
Модальное значение, M_1, M_2	2,614; 23	0,44; 2,15
Математическое ожидание, МО	4,72	2,33
Дисперсия, Д	31,42	3,84
Среднестатическое отклонение, S	5,61	1,96
Диагностическое значение по M_1	13,82	3,47
Диагностическое значение по M_2	15,92	4,3
Коэффициент вариации, V	1,187	0,98

Таблица 4

Числовые характеристики случайного распределения алюминия в моторном масле дизелей

Числовые характеристики	Удельная величина, г/т	
	КамАЗ-740	ЯМЗ-238
Модальное значение, М	2,59	0,314
Математическое ожидание, МО	6,135	0,441

Продолжение таблицы 4

Дисперсия, Д	22,316	0,163
Среднестатическое отклонение, S	4,72	0,404
Диагностическое значение по M_1	12,33	1,122
Диагностическое значение по M_2	15,58	1,249
Коэффициент вариации, V	0,77	0,916

Таблица 5

Числовые характеристики случайного распределения свинца в моторном масле дизелей

Числовые характеристики	Удельная величина, г/т	
	КамАЗ-740	ЯМЗ-238
Модальное значение, М	1,049	0,213
Математическое ожидание, МО	2,008	0,264
Дисперсия, Д	5,776	0,063
Среднестатическое отклонение, S	2,403	0,189
Диагностическое значение по M_1	5,856	0,591
Диагностическое значение по M_2	6,814	0,642
Коэффициент вариации, V	1,197	0,716

Таблица 6

Числовые характеристики случайного распределения кремния в моторном масле дизелей

Числовые характеристики	Удельная величина, г/т	
	КамАЗ-740	ЯМЗ-238
Модальное значение, M_1, M_2	26,87; 226,1	0,408; 2,0
Математическое ожидание, МО	98,55	0,787
Дисперсия, Д	9528,2	0,543

Продолжение таблицы 6

Среднестатическое отклонение, S	97,6	0,737
Диагностическое значение по M_1	222,1	1,882
Диагностическое значение по M_2	293,7	2,261
Коэффициент вариации, V	0,99	0,94

Результаты табличного анализа демонстрируют существенные различия в составе минеральных моторных масел (SAE 15W-40) в зависимости от сезона эксплуатации.

Сравнительное исследование выявило следующие закономерности:

– в летний период концентрация большинства элементов в масле превышает показатели осенне-зимнего сезона в 1,5–3,0 раза;

– наиболее выраженная сезонная разница наблюдается в содержании: железа, алюминия и свинца.

Примечательным фактом является обратная зависимость для цветных металлов, которые входят в состав сплавов втулок и подшипников качения. В холодное время года их концентрация в масле оказывается выше, чем в тёплый период.

Эти данные указывают на то, что сезонные колебания температуры существенно влияют на интенсивность износа различных компонентов двигателя и характер распределения продуктов износа в смазочном материале.

4. Влияние загрязнения масла на работоспособность дизелей

Качество моторного масла существенно ухудшается при возникновении технических неполадок в системе подачи топлива. К таким проблемам относятся: падение давления при впрыске горючего, загрязнение распылителей форсунок и другие неисправности [6].

Аналогичное влияние на степень загрязнения масла оказывает изнашивание элементов цилиндропоршневой группы. При этом нарушается герметичность прилегания поршней к стенкам цилиндров, что приводит к активному проникновению газов в картер двигателя.

Важно отметить, что процесс накопления загрязнений в масляной системе носит постепенный характер. Со временем скорость увеличения количества примесей может существенно снизиться или даже стабилизироваться на определённом уровне (рис. 7).

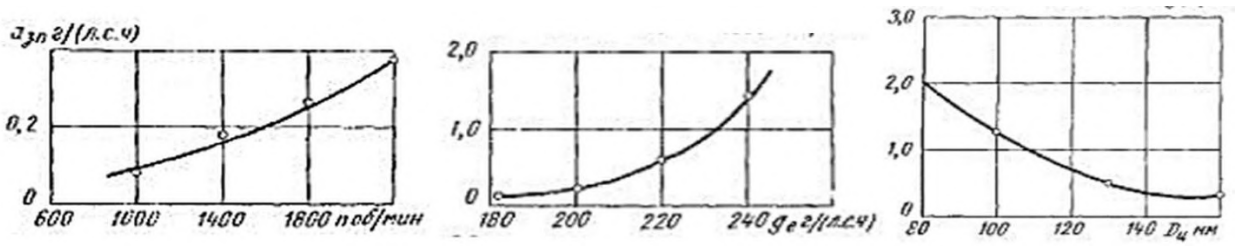


Рис. 7. Изменение скорости поступления в масло загрязняющих примесей в зависимости от числа оборотов коленчатого вала, удельного расхода топлива и диаметра цилиндров

От размера частиц зависит также и эффективность работы фильтров. Исследования показали, что среди всех абразивных частиц, попадающих в двигатель через топливную систему или систему воздухоснабжения, наибольшую опасность представляют частицы размером от 15 до 30 микрометров. При равном общем количестве именно такие микрочастицы пыли вызывают наиболее интенсивный износ деталей силового агрегата.

Данный факт объясняется тем, что частицы указанного размера обладают оптимальным сочетанием массы и проникающей способности, что позволяет им эффективно воздействовать на рабочие поверхности механизмов двигателя, вызывая значительные повреждения (рис. 8).

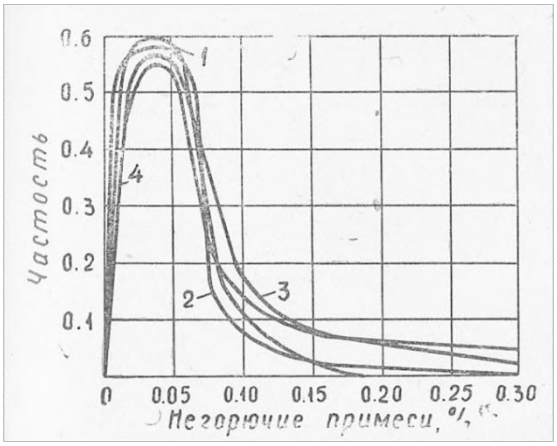


Рис. 8. Кривые распределения содержания негорючих примесей в масле М-8В двигателей ЯМЗ-238 в зависимости от пробега и от смены масла: 1) до 1,0 тыс. км; 2) 1,0–2,0 тыс. км; 3) 2,0–3,0 тыс. км; 4) 3,0–4,0 тыс. км

Такая тенденция наблюдается независимо от времени года эксплуатации. В то же время наибольшее число отказов автомобилей наблюдается в самые холодные месяцы года (рис. 9).

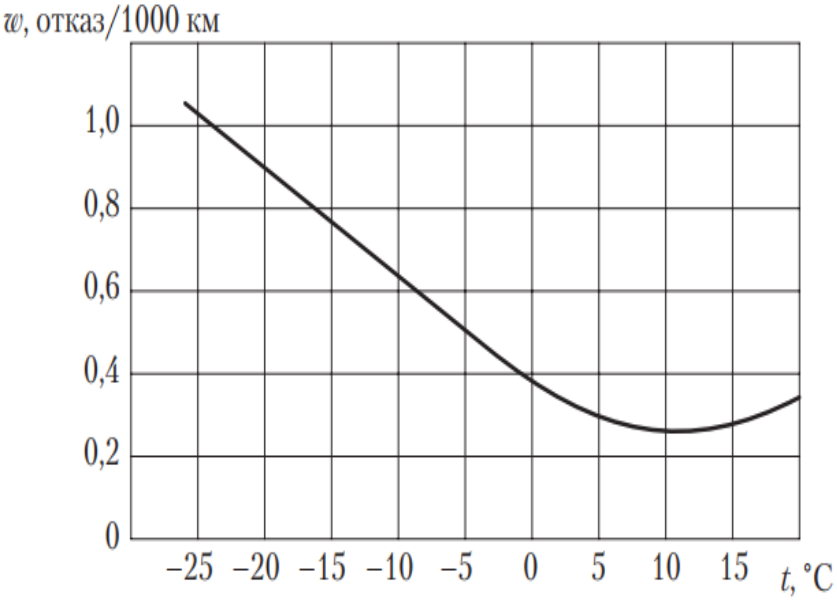


Рис. 9. Влияние температуры окружающего воздуха на частоту отказов дизелей автомобилей

Проникновение их в микроцарапины, оставленные твердыми абразивными частицами, способствует коррозионно-механическому изнашиванию.

Этот вопрос достаточно широко рассмотрен в работе [6]. Однако она оказалась в 2–5 раз меньше интенсивности изнашивания двигателей в обычной эксплуатации.

Коэффициент корреляции при этом составляет 0,6–0,99 (рис. 10).

Поэтому условием, определяющим величину и интенсивность абразивного износа деталей кривошипно-шатунного механизма, является чистота работающего масла, поступающего к парам трения.

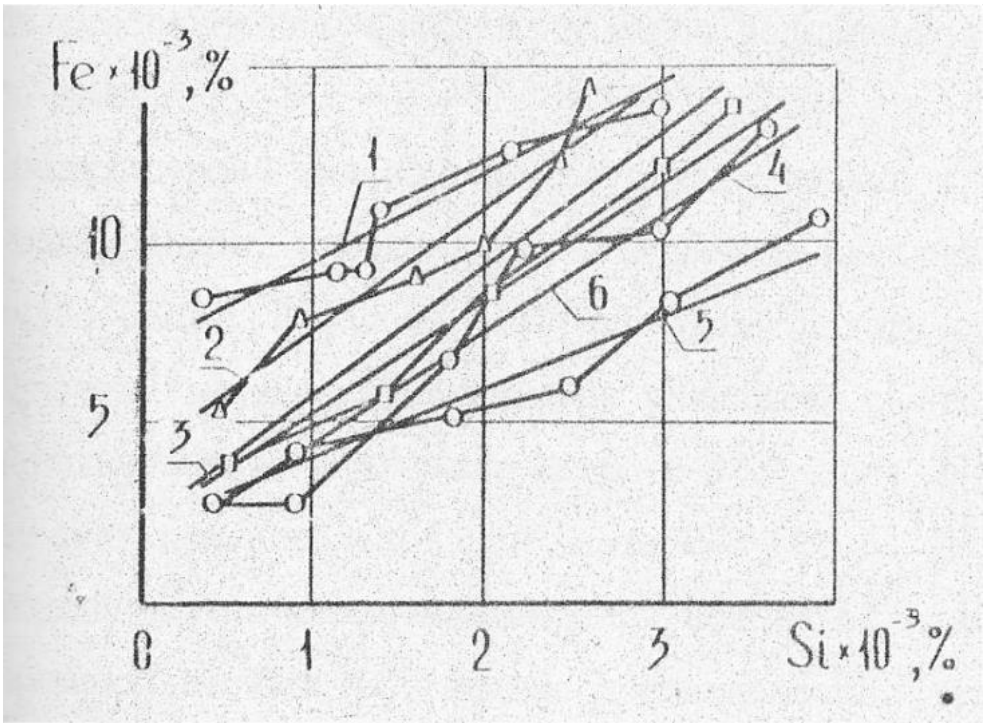


Рис. 10. Характер расположения экспериментальных точек абразивной модели *Fe = f(Si)* и вид зависимостей, аппроксимируемых прямой: 1–5 – зависимости и экспериментальные точки для отдельных двигателей; 6 – зависимость для группы двигателей

5. Выводы

В результате исследований можно сделать следующие выводы.

1. Анализ процесса эксплуатации транспортных средств показал, что двигатели подвергаются интенсивному воздействию различных загрязняющих частиц. Под влиянием высоких температур и механических нагрузок происходит проникновение как органических, так и неорганических примесей, что способствует формированию условий для развития разнообразных форм износа компонентов двигателя. При этом абразивный износ выделяется как наиболее критичный фактор разрушения основных элементов.

2. Основным источником абразивного повреждения является атмосферная и дорожная пыль, содержащая твёрдые кремниевые частицы. Эти элементы, проникая в зону трения через моторное масло, превышают толщину масляной плёнки и оказывают воздействие, аналогичное абразивному материалу.

3. Статистический анализ выявил существенную взаимосвязь между невоспламеняющимися механическими примесями (преимущественно кремнием) и образующимися продуктами износа. Данная зависимость может быть описана с помощью математических моделей.

4. Моторное масло функционирует как ключевой индикатор в комплексной трибологической системе «двигатель – масло». Оно предоставляет информацию не только о собственном качестве и эффективности систем фильтрации, но также отражает состояние сопряжённых деталей через присутствие химических маркеров износа.

5. Эффективность защиты двигателя от износа посредством моторного масла определяется комплексом различных факторов. Первостепенное значение имеют начальные характеристики масла, состав присадок и их способность адекватно реагировать на изменения в трибологической системе.

6. Контроль работоспособности системы может быть обеспечен путём регулярного мониторинга параметров работающего масла. Оно выступает в роли носителя важной информации, позволяющей оценивать состояние всей трибологической системы.

Список литературы

1. Исаенко А.В. Повышение надёжности топливных систем дорожных и строительных машин: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.05.04. – Томск, 2006. – 177 с.

2. Исаенко А.В. Масляный пылеуловитель для топливных резервуаров: пат. № 2257487 Рос. Федерации / Э.И. Удлер, С.В. Зыков, А.В. Исаенко // опубл. 27.07.2005, Бюл. № 21 – 7 с.

3. Исаенко В.Д. Анализ надежности систем защиты автомобильных дизелей от абразивного изнашивания и разработка мер, направленных на ее повышение: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.22.10. – Томск, 1983. – 220 с.

4. Григорьев М.А. Анализ внутреннего гидравлического привода масляной центрифуги дизельного двигателя / М.А. Григорьев, В.Д. Исаенко // Двигателестроение, 1982. – № 4. – С. 33–35.

5. Исаенко В.Д. Повышение ресурса двигателей карьерных автомобилей-самосвалов силами автотранспортного предприятия / В.Д. Исаенко, С.Н. Рычков // Автомобильная промышленность. – 1987. – № 3. – С. 23–24.

6. Исаенко В.Д. Организация управления надёжностью автомобилей на автотранспортном предприятии / В.Д. Исаенко, А.В. Исаенко, П.В. Исаенко, Э.И. Удлер // Автотранспортное предприятие. – 2013. – № 7. – С. 34–37.

© Исаенко В.Д., Исаенко П.В., Исаенко А.В.,
Захаров А.И., Какушкин Ю.А., 2026

Глава 12.
ПЕРЕДОВЫЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ПРИСАДОК ШИРОКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ИНТЕРВАЛА

Соков Сергей Александрович
к.х.н., м.н.с. молодежной научной лаборатории
Раскильдина Гульнара Зинуровна
д.х.н., профессор, заведующая молодежной научной лабораторией
профессор кафедры «Общая, аналитическая и прикладная химия»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»

Аннотация: В главе представлен всесторонний анализ современных подходов к синтезу и применению топливных присадок, обеспечивающих эффективную эксплуатацию двигателей в широком диапазоне температур. Рассмотрены фундаментальные причины снижения эксплуатационных свойств гидроочищенных топлив с ультранизким содержанием серы, а также механизмы действия различных классов присадок – депрессорных, диспергирующих, цетаноповышающих, моющих, противоизносных и антиоксидантных. Систематизированы передовые методы синтеза полимерных присадок с контролируемой структурой, включая радикальную сополимеризацию и многостадийный синтез солей четвертичного аммония. Особое внимание уделено нанотехнологическим подходам – получению наночастиц in situ непосредственно в реакционной среде, микроэмульсионному синтезу и использованию неоксидированных наночастиц алюминия для интенсификации горения. Показаны перспективы использования возобновляемого сырья, в частности жирных кислот таллового масла, для синтеза эффективных депрессорных присадок. Приведены результаты стендовых и моторных испытаний, демонстрирующие

снижение расхода топлива на 3–7%, уменьшение отложений в топливных системах и повышение ресурса оборудования. Обоснована экономическая целесообразность внедрения передовых присадок, несмотря на их более высокую стоимость, за счёт снижения эксплуатационных затрат, металлоёмкости и энергопотребления.

Ключевые слова: топливные присадки, депрессорные присадки, моющие присадки, противоизносные присадки, соли четвертичного аммония, наночастицы, гидроконверсия, цетановое число, смазывающая способность, термоокислительная стабильность, жирные кислоты таллового масла.

ADVANCED APPROACHES AND METHODS FOR PRODUCING FUEL ADDITIVES WITH A WIDE TEMPERATURE RANGE

Sokov Sergey Alexandrovich
Raskildina Gulnara Zinurovna

Abstract: The chapter provides a comprehensive analysis of modern approaches to the synthesis and application of fuel additives that ensure efficient operation of engines in a wide range of temperatures. It examines the fundamental causes of the deterioration of the performance properties of ultra-low sulfur hydrotreated fuels, as well as the mechanisms of action of various classes of additives, such as depressants, dispersants, cetane improvers, detergents, anti-wear additives, and antioxidants. Advanced methods for the synthesis of polymer additives with a controlled structure, including radical copolymerization and multi-stage synthesis of quaternary ammonium salts, have been systematized. Special attention has been paid to nanotechnology approaches, such as the in situ production of nanoparticles directly in the reaction medium, microemulsion synthesis, and the use of non-oxidized aluminum nanoparticles for combustion intensification. The prospects for using renewable raw materials, particularly tallow fatty acids, for the synthesis of effective depressants have been demonstrated.

Key words: fuel additives, depressant additives, detergent additives, anti-wear additives, quaternary ammonium salts, nanoparticles, hydroconversion, cetane number, lubricity, thermooxidative stability, fatty acids of tallow oil.

Современная нефтяная индустрия сталкивается с рядом системных вызовов, требующих принципиально новых технологических решений. Утяжеление сырьевой базы, рост доли трудноизвлекаемых запасов и высокосернистых нефтей обусловливают необходимость углубления переработки и повышения качества моторных топлив. Одновременно ужесточаются экологические требования к выхлопным газам, особенно в странах Европейского союза и в России, где активно начали внедряться стандарты Евро-5 и Евро-6, регламентирующие предельное содержание серы как в дизельном топливе, так и в автомобильном топливе на уровне 10 мг/кг [1]. Во многом данные требования обусловлены использованием активных каталитических систем доочистки топлива, а переход к топливам более низкого качества может привести к отравлению каталитических систем [2]. Однако глубокая гидроочистка, позволяющая достичь таких показателей, приводит к нежелательным последствиям, а именно к резкому снижению смазывающей способности топлива и ухудшению его термоокислительной стабильности [3].

Ранее было показано [4], что удаление гетероатомных соединений, в первую очередь серосодержащих и полиароматических углеводородов, лишает топливо природных компонентов, обеспечивающих граничную смазку и ингибирование окисления. В климатических условиях России, характеризующихся продолжительными низкими температурами, требуется обеспечение текучести топлива при морозах, что невозможно без применения депрессорных и диспергирующих присадок [5]. Таким образом, передовые подходы к синтезу топливных присадок, способных одновременно решать задачи улучшения низкотемпературных, смазывающих, моющих и противоизносных свойств, становятся

критически важными для устойчивого развития транспортного и энергетического секторов. В настоящей главе систематизированы современные методы получения таких присадок, рассмотрены механизмы их действия и приведены экспериментальные данные, подтверждающие эффективность новых решений.

Все топливные присадки по функциональному назначению могут быть разделены на несколько основных классов, каждый из которых направлен на решение конкретных эксплуатационных задач (рисунок 1) [6, 7].

К низкотемпературным присадкам относятся депрессорные и диспергирующие добавки. Депрессорные присадки снижают температуру застывания и предельную температуру фильтруемости, предотвращая образование крупных кристаллов парафинов. Согласно адсорбционной теории, молекулы депрессора адсорбируются на поверхности растущих кристаллов парафинов, модифицируя их геометрию и препятствуя агломерации. Диспергирующие присадки, в свою очередь, стабилизируют уже выпавшие мелкие кристаллы, удерживая их во взвешенном состоянии, не давая оседать и обеспечивая прохождение через фильтры. Современные депрессорно-диспергирующие присадки представляют собой композиции, сочетающие оба механизма, что позволяет эффективно эксплуатировать топливо при температурах ниже –30 °C [8].

Рис. 1. Одна из классификаций присадок по выполняемой функции

К присадкам, улучшающим процесс сгорания, относятся цетаноповышающие добавки, или промоторы воспламенения. Их действие основано на гомолитическом распаде молекул, например алкилнитратов с образованием свободных радикалов, которые инициируют окислительные цепи. На практике это сокращает задержку воспламенения, снижает жёсткость работы двигателя и уменьшает дымность отработавших газов. Как отмечается [9–12], введение 0,03–0,06 % промотора позволяет компенсировать недобор цетанового числа в 1–3 единицы, что особенно актуально для высокооборотных дизелей.

Противоизносные и моющие присадки направлены на защиту топливной аппаратуры и двигателя. Противоизносные добавки, представляющие собой поверхностно-активные вещества, чаще всего жирные кислоты, их эфиры или амиды, образуют на металлических поверхностях монослой за счет химического взаимодействия [13, 14]. Также они способны связывать уже образованные частицы, в определенных условиях образуя смесь для восстановления уже имеющихся повреждений (рисунок 2).

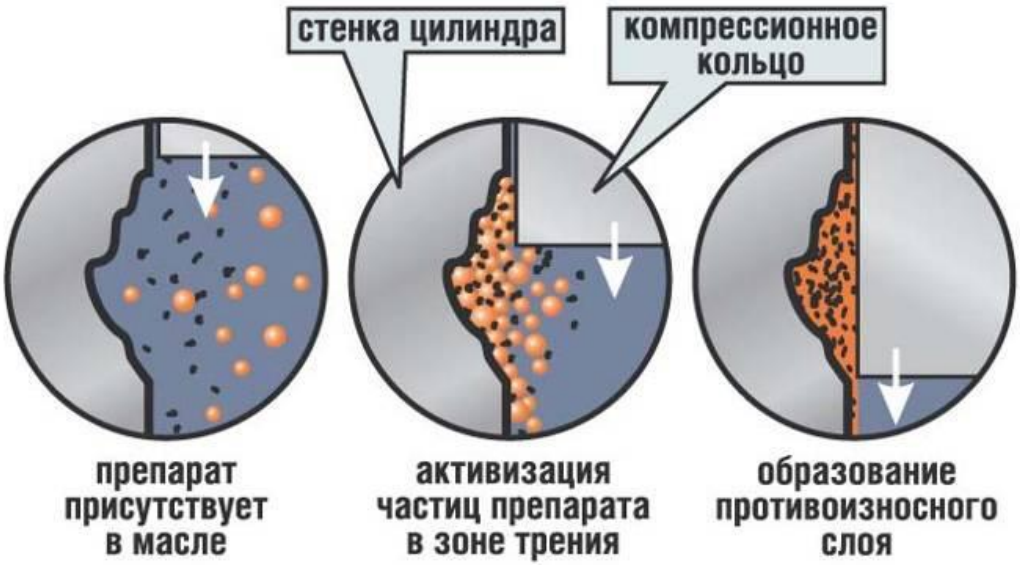


Рис. 2. Схематичное изображение механизма действия противоизносных добавок в масле на примере цилиндров

Моющие присадки, или детергенты, предотвращают отложения в зоне форсунок и на впускных клапанах. Их механизм включает солюбилизацию предшественников отложений, диспергирование твёрдых частиц и нейтрализацию кислотных продуктов окисления. Особенно важны моющие присадки для дизельных двигателей с непосредственным впрыском, где высокотемпературный нагрев и малые проходные сечения форсунок способствуют образованию как внешних, так и внутренних отложений.

Антиоксидантные присадки замедляют окислительные процессы, приводящие к образованию смол и осадков в результате эксплуатации топлива. Окисление углеводородов протекает по радикально-цепному механизму, а ингибиторы могут действовать, реагируя с пероксидными или алкильными радикалами. Для современных гидроочищенных топлив с низким содержанием серы особенно важна защита от каталитического окисления на поверхности меди, поэтому в состав присадок часто вводят дезактиваторы металлов – комплексообразующие реагенты, связывающие ионы переменной валентности [4].

В России производство присадок активно развивается на фоне курса на импортоопережение и технологический суверенитет: крупные нефтехимические и специализированные химические предприятия наращивают выпуск продуктов, востребованных в топливной и смазочной отраслях. Среди ключевых игроков можно выделить завод имени Я.М. Свердлова и Бийский олеумный завод, где, в частности, выпускают цетаноповышающие присадки вроде 2-этилгексилнитрата. Заметную роль играют также компании вроде «Одуванчик» и «ВМПАВТО», осваивающие пакеты присадок для моторных масел и отдельные функциональные составы.

В линейке отечественной продукции представлены противоизносные и цетаноповышающие присадки, по которым удалось практически полностью закрыть внутренний спрос, а также депрессорно-диспергирующие решения, здесь локализация идёт с разной

степенью глубины, поскольку часть сырьевых компонентов по-прежнему закупают за рубежом (по разным данным объем варьируется от 20 до 60 % [15, 16]). По этой причине актуальной видится необходимость анализа существующих подходов к созданию присадок для повышения степени локализации технологии на территории нашей страны.

Одним из наиболее эффективных подходов к созданию высокоэффективных присадок является целенаправленный синтез сополимеров с заданными молекулярно-массовыми характеристиками и функциональным составом. В патенте BASF [17] описан метод получения сополимеров на основе олефинов с числом углеродных атомов от 20 до 24 и малеинового ангидрида, с последующим гидролизом. Ключевыми параметрами, определяющими эффективность таких полимеров в качестве моющих и депрессорных добавок, являются количество кислотных групп на полимерную цепь (в среднем не менее четырёх), соотношение атомов углерода на кислотную группу (от 7 до 35) и кислотное число в интервале 80–320 мг KOH/г. Контроль этих характеристик достигается варьированием температуры реакции, концентрации инициатора (ди-*трет*-бутилпероксида) и растворителя. Полученные сополимеры обладают растворимостью в толуоле не менее 5 г/100 мл и успешно проходят испытания на двигателе DW10, демонстрируя восстановление мощности после загрязнения форсунок соединениями цинка или натрия. Особо важно, что такие полимеры эффективно предотвращают образование внутренних отложений в дизельных форсунках, обусловленных как полимерными плёнками, так и мылами металлов.

Ещё более сложный и функционально насыщенный класс представляют собой моющие присадки на основе солей четвертичного аммония, описанные в патенте Afton Chemical [18]. Их синтез включает две последовательные стадии. На первой стадии гидрокарбилзамещенный ацилирующий агент – жирная кислота, алкенилянтарный ангидрид или полиизобутенилянтарный ангидрид –

вводят в реакцию со специально подобранным амином, содержащим концевую первичную аминогруппу и третичный аминный фрагмент, в котором концевая аминогруппа и третичный аминный фрагмент разделены гидрокарбильным линкером с гетероатомом (кислородом или азотом). Примерами таких аминов служат 3-(2-(диметиламино)этокси)пропиламин и *N*,*N*-диметилдипропилентриамин. В результате образуется амидное или имидное соединение, которое затем на второй стадии кватернизируется алкилкарбоксилатом, например метилсалицилатом или диметилоксалатом. Полученные четвертичные аммониевые соли характеризуются высокой моющей активностью при низких дозировках – порядка 10–30 ppm. Такие присадки обеспечивают снижение средней потери потока воздуха через форсунки до 5–9% по сравнению с 45 % для сравнительного образца. В двигателе DW10 при дозировке 45 ppm восстановление мощности достигало 87%, а при комбинации с другими добавками – 65%. Эти присадки также эффективны в бензиновых двигателях с непосредственным впрыском, где они очищают закоксованные инжекторы, восстанавливая топливную коррекцию на 39-55% за 10 тысяч миль пробега. Синтез таких соединений требует тщательного контроля стехиометрии и использования высокочистых реагентов, но открывает возможности для получения присадок.

Помимо создания присадок с нуля рассматриваются и более доступные подходы, которые на данном этапе находятся на стадии лабораторных испытаний. Например, предложено прививать стирол к макромолекулам полиэтилена, получая присадку, которая при концентрации 0,05% снижает температуру застывания дизельного топлива на 20°C [19]. Такой метод позволяет использовать отходы крупнотоннажного производства полиэтилена, что значительно удешевляет процесс. Однако существуют определенные сложности масштабирования. Требуется тщательный контроль параметров процесса (температура, время реакции, соотношение компонентов), а также

разработка эффективных методов очистки продукта. Кроме того, необходимо учитывать влияние масштабирования на выход продукта и его характеристики, так как в лабораторных условиях и промышленных масштабах могут наблюдаться различия в протекании реакции, отводе тепла, контроля чистоты и других параметрах.

В качестве энергетических добавок к жидким углеводородным топливам интенсивно исследуются неоксидированные наночастицы алюминия размером не более 25 нм, покрытые антиоксидантным протектором, например карбидом бора или боридом алюминия [20]. Физико-химическая сущность эффекта заключается в том, что для таких малых частиц энергия, выделяющаяся при окислении поверхностного слоя алюминия, превышает энергию, необходимую для испарения и атомизации всей частицы, по сути, приводя к эффекту контролируемого горения. Это приводит к быстрому вскипанию металла и его почти мгновенному переходу в газовую фазу, что резко интенсифицирует горение и сокращает задержку самовоспламенения, а это особенно ценно в зимний период, при холостом ходе двигателя. Для стабилизации наночастиц в топливе применяют олеиновую кислоту (20 % от массы добавки), которая образует адсорбционный слой толщиной около 2 нм, предотвращая агрегацию. При концентрации наноалюминия 10 % по массе задержка самовоспламенения метановоздушной смеси сокращается в 80 раз, а температура во фронте пламени повышается не менее чем на 100 К. Такие добавки перспективны для авиационных керосинов, газотурбинных и прямоточных двигателей, однако требуют решения проблем седиментации и эрозии сопел.

Несмотря на перспективность предлагаемого подхода на основе наночастиц алюминия, 2-этилгексилнитрат остаётся единственным промышленно используемым продуктом, и интерес к органическим пероксидам хотя и сохраняется с 1980-х годов, в перспективе не приведёт к смене лидера. Потребность в промоторах воспламенения снижается из-за роста мощностей гидрокрекинга, однако для

высокооборотных дизелей, работающих в холодном климате, они сохраняют актуальность [21].

Влияние наночастиц на смазывающие свойства топлив иллюстрирует исследование, посвящённое композиции на основе лауретсульфата натрия (SLES) и ацетата цинка. SLES как поверхностно-активное вещество стабилизирует нанодисперсию и образует защитную плёнку на металле, а ацетат цинка, диссоциируя на ионы с дальнейшим образованием наночастиц оксида цинка в результате химических превращений, усиливает противоизносный эффект. Совместное действие снижает коэффициент трения на 20–35 %, уменьшает тепловыделение и расход топлива. ИК-спектроскопия подтверждает наличие сульфатных и эфирных групп, обеспечивающих хемосорбцию на поверхности. Такие нанодобавки экологически безопасны и могут применяться как в дизельном, так и в бензиновом топливе, однако их промышленное внедрение сдерживается сложностью получения стабильных суспензий с узким распределением частиц по размерам [22].

Важным направлением, сочетающим экологическую ответственность и экономическую эффективность, является применение побочных продуктов целлюлозно-бумажного производства – жирных кислот таллового масла (ЖКТМ). Эти кислоты состоят преимущественно из непредельных С18-кислот (олеиновая, линолевая, линоленовая) и содержат до 80 % ненасыщенных соединений. В работе [23] показано, что этерификацией ЖКТМ 1-додеканолом или этиленгликолем в присутствии n-толуолсульфокислоты можно получать сложные эфиры, которые проявляют выраженные депрессорные свойства. Испытания на мазуте МТУ-380 и судовом экологическом топливе ТСЭ-80 продемонстрировали, что добавка 2 % додецилового эфира снижает температуру текучести ТСЭ-80 с +21°С до 0°С, а этиленгликолевый диэфир даёт снижение до 3°С. По эффективности эти эфиры сравнимы с промышленной присадкой «Chimtec M300» на основе сополимеров этилена с винилацетатом, однако они не содержат растворителей, что не

снижает температуру вспышки топлива, и обладают вязкостью при 20 °C около 43 мм^2/с, удобной для смешения. Применение ЖКТМ расширяет сырьевую базу для депрессорных присадок, снижает зависимость от импорта и позволяет утилизировать крупнотоннажные отходы лесохимии.

Если говорить о применении наночастиц, ранее была показана возможность использования пластичной смазки Литол-24 и трансмиссионного масла ТАД-17, модифицированных наночастицами сплава меди с оловом (Cu-Sn) и микрокерамической присадкой WAGNER [24]. Эксперименты проводились на четырехшариковой машине трения, что позволило получить достоверные данные о поведении модифицированных составов.

Результаты показали интересную закономерность: оптимальные концентрации модификаторов существенно различаются для разных типов смазочных сред. Для пластичной смазки наилучший эффект дала комбинация 0,40 % нанопорошка Cu-Sn и 0,25 % присадки WAGNER, что позволило повысить противоизносные свойства на 2,4 %. В случае с трансмиссионным маслом максимальный эффект (улучшение на 13,4 %) был достигнут при использовании 0,40 % нанопорошка и 2,50 % присадки.

Особенно важным представляется вывод исследования о том, что универсальные рекомендации по концентрации модификаторов неприменимы – эффект зависит от типа базовой смазки. Это существенно расширяет понимание механизмов взаимодействия модификаторов с различными смазочными средами. Методология исследования может быть успешно применена для тестирования других типов присадок и базовых масел, что делает работу хорошей основой для дальнейших исследований в этой области.

Аналогичное исследование [25] содержит более широкое исследование влияния наночастиц металлов (Cu, Zn, Ni, Cd) на триботехнические характеристики пластичной смазки ЦИАТИМ-201.

Наночастицы были получены методом электролиза с ультразвуковой обработкой, их размеры находились в нанометровом диапазоне. Эксперименты показали, что добавление металлических наночастиц значительно улучшает противоизносные и антифрикционные свойства базовой смазки.

Наиболее эффективным оказалось использование комбинации всех четырех типов наночастиц в равных пропорциях (по 2,5 % каждого металла), что позволило почти вдвое увеличить показатели по сравнению с исходной смазкой. При оптимальной концентрации добавок (10 % по массе) диаметр пятна износа уменьшился до 0,46 мм (против 0,77 мм у базовой смазки), а нагрузка сваривания возросла до 2646 Н (против 1646 Н). Наибольший эффект снижения износа наблюдался при высоких нагрузках (1000–2500 Н) и повышенных скоростях скольжения. Интересно, что частицы кадмия, имеющие пластинчатую форму, показали наилучшие результаты по снижению износа, в то время как частицы никеля, обладающие сферической формой, оказались наименее эффективными.

Проведённый анализ показывает, что создание высокоэффективных топливных присадок широкого температурного интервала требует комплексного междисциплинарного подхода, объединяющего достижения органической и полимерной химии, нанотехнологий, катализа и инженерной экологии. Наиболее перспективными признаны полимерные присадки с контролируемой структурой – сополимеры олефинов с малеиновым ангидридом и соли четвертичного аммония, – которые обеспечивают высокую моющую и диспергирующую активность при минимальных дозировках, а также наноразмерные катализаторы, синтезируемые *in situ*, позволяющие перерабатывать тяжёлое сырьё в щадящих условиях. Одновременно набирает силу использование возобновляемого сырья, например жирных кислот таллового масла, для получения депрессорных и противоизносных

добавок, что решает проблему утилизации промышленных отходов и снижает зависимость от импортных компонентов.

Примечания

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России в сфере научной деятельности, номер для публикаций FEUR — 2025-0001 «Нефтехимические реагенты, добавки и материалы».

Список литературы

1. R’Mili, B., Boréave, A., Meme, A., Vernoux, P., Leblanc, M., Noël, L., D’Anna, B. Physico-chemical characterization of fine and ultrafine particles emitted during diesel particulate filter active regeneration of Euro5 diesel vehicles //Environmental science & technology. – 2018. – Т. 52. – № 5. – С. 3312–3319. URL: https://doi.org/10.1021/acs.est.7b06644 (дата обращения 27.08.2026).

2. Потетня К. М., Садов А. А., Денежко Л. В., Панков Ю. В., Скоморохов В. А. Механизм влияния серы в топливе на выбросы выхлопных газов в двигателях работающих на дизельном топливе // Научно-технический вестник: технические системы в АПК. – 2018. – № 2 (2). – С. 134–143. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-vliyaniya-sery-v-toplive-na-vybrosy-vyhlopnyh-gazov-v-dvigatelyah-rabotayuschih-na-dizelnom-toplive (дата обращения 27.08.2026).

3. Артемьева Ж. Н., Дьячкова С. Г., Гершпигель Т. Н., Прудникова Е. В. Сравнение процессов гидрирования и окисления как методов улучшения эксплуатационных свойств топлива маловязкого судового // Теоретические основы химической технологии. – 2022. – Т. 56. – № 3. – С. 358–368. – URL: https://sciencejournals.ru/view-article/?j=toht&y=2022&v=56&n=3&a=TOHT2202004Artemeva (дата обращения 27.08.2026).

4. Гришин Д. Ф., Зинина Н. Д. Экологически чистые дизельные топлива с низким и ультранизким содержанием серы и присадки к ним (обзор) // Журнал прикладной химии. – 2015. – Т. 88. – № 7. – С. 1013–1029. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42816877 (дата обращения 27.08.2026).

5. Савеленко В. Д., Ершов, М. А., Махова, У. А., Махмудова, А. Э., Подлеснова, Е. В., Низовцев, А. В., Решетов, М. С. Анализ рынка топливных присадок в России и перспективы импортозамещения // НефтеГазоХимия. – 2023. – №. 2. – С. 12–19. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-rynka-toplivnyh-prisadok-v-rossii-i-perspektivy-importozamescheniya (дата обращения 27.08.2026).

6. Гаджиев Г. М. Топливо-смазочные материалы : учебное пособие : в 2 частях / Г. М. Гаджиев, Ю. Н. Сидыганов, Д. В. Костромин. — Йошкар-Ола : ПГТУ, [б. г.]. — Часть 1 : Бензины и дизельные топлива — 2017. — 268 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/107028?category=931 (дата обращения 27.08.2026).

7. Савельев С. В. Сервис и эксплуатация в нефтегазовом деле : учебно-методическое пособие / С. В. Савельев. — Омск : СибАДИ, 2021. — 279 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/221435 (дата обращения 27.08.2026).

8. Рудомилова Е. О., Дьячкова С. Г. Депрессорные и депрессорно-диспергирующие присадки к топливам // Байкальская наука: идеи, инновации, инвестиции. – 2019. – С. 170–175. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42927664 (дата обращения 27.08.2026).

9. Безюков О. К. Современные присадки к дизельному топливу / О. К. Безюков, В. А. Жуков, М. М. Маад // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2016. – № 1(61). – С. 28–33. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-prisadki-k-dizelnomu-toplivu (дата обращения 27.08.2026).

10. Пат. РФ № 2355732. Присадка к дизельному топливу, дизельное топливо / Зиненко С. А., Егоров С. А., Гришина И. Н., Ёлкин С. И., Карпова О. И., Крюков А. Н.; заявл. 07.11.2007; опубл. 20.05.2009.

11. Пат. РФ № 2422495. Присадка к малосернистому дизельному топливу / Батырев А. В., Федотов П. И., Меркин А. А., Комаров А. А., Михайлов Ю. М., Данилов А. М., Митусова Т. Н., Окнина Н. Г., Калинина М. В.; заявл. 29.06.2009; опубл. 27.06.2011.

12. Пат. РФ 2378323. Присадка к дизельному топливу, дизельное топливо / Гришина И. Н.; заявл. 20.06.2008; опубл. 10.01.2010.

13. Полетаева О. Ю. Противоизносные присадки к топливу //Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2014. – № 5. – С. 33–36. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21630815 (дата обращения 27.08.2026).

14. Перекрестов А. П., Брайко А. А. Противоизносные присадки в дизельное топливо и их развитие // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. – 2008. – № 2 (43). – С. 218-221. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/protivoiznosnye-prisadki-v-dizelnoe-toplivo-i-ih-razvitie (дата обращения 27.08.2026).

15. Масла и присадки по-русски [Электронный ресурс] // Oilcapital.ru. – URL: https://oilcapital.ru/news/2025-10-01/masla-i-prisadki-po-russki-5483929 (дата обращения 27.08.2026).

16. Рынок топливных присадок в РФ: подводим первые итоги импортозамещения [Электронный ресурс] // Одуванчик Хим. – URL: https://oduvanchik-him.ru/blog/rynok-toplivnyh-prisadok-v-rf-podvodim-pervye-itogi-importozamesheniya (дата обращения 27.08.2026).

17. Пат. RU2685271C2. Polymers as additives for fuels and lubricants / Йохен Мецгер, Максим Перетолчин, Аарон Флоресфигуэроа, Маркус Ханш, Людвиг Фелькелькастро, Иветте Гарсиа, Клаус Мюхльбах; заявл. 12.04.2014; опубл. 17.04.2019.

18. Пат RU2721567C1. Quaternary ammonium fuel additives / Скотт Д. Шваб; заявл. 10.06.2019; опубл. 20.05.2020.

19. Раскулова Т. В., Тютрин Е. Г., Демина А. А. Новые депрессорные присадки к топливам на основе высокомолекулярных соединений // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2011. – №. 1 (1). – С. 22–24. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-depressornye-prisadki-k-toplivam-na-osnove-vysokomolekulyarnyh-soedineniy (дата обращения 27.08.2026).

20. Пат. RU2529035C1. Nano-component energy supplement and liquid hydrocarbon fuel / Старик А.М., Кулешов П.С., Савельев А.М., Титова Н.С.; заявл. 25.03.2013; опубл. 27.09.2014.

21. Данилов А. М. Новый взгляд на присадки к топливам (обзор) // Нефтехимия. – 2020. – Т. 60. – №. 2. – С. 163–171. – URL: https://elibrary.ru/ item.asp?id=42366114 (дата обращения 27.08.2026).

22. Влияние наночастиц, созданных на основе активных компонентов в качестве топливных добавок, на свойства дизельного топлива и их спектральная оценка / А. А. Турсунов, Н. Н. Умиров, Ф. Н. Нуркулов, А. Т. Джалилов // Universum: технические науки. – 2025. – № 5-6(134). – С. 56–60. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nanochastits-sozdannyh-na-osnove-aktivnyh-komponentov-v-kachestve-toplivnyh-dobavok-na-svoystva-dizelnogo-topliva-i-ih (дата обращения 27.08.2026).

23. Курзин А. В., Евдокимов А. Н. Топливные депрессорные присадки на основе эфиров жирных кислот таллового масла // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2021. – № 237. – С. 196–203. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/toplivnye-depressornye-prisadki-na-osnove-efirov-zhirnyh-kislot-tallovogo-masla (дата обращения 27.08.2026).

24. Азаров А. С. Сравнительный анализ противоизносных свойств смазочных сред подшипников качения, модифицированных металлическими наночастицами и микрокерамикой //Аграрный научный журнал. – 2024. – № 11. – С. 107–112. – URL: https://elibrary.ru/item. asp?id=75136333 (дата обращения 27.08.2026).

25. Нгуен Х., Кужаров А.А., Нгуен В.М. Влияние присадок металлических наночастиц (Cu, Zn, Ni, Cd) на триботехнические свойства смазки ЦИАТИМ-201 // Вестник Российской академии естественных наук. 2025. Т. 25. № 3. С. 43–52. – URL: https://doi.org/10.52531/1682-1696-2025-25-3-43-52 (дата обращения 27.08.2026).

© Соков С.А., Раскильдина Г.З.

DOI 10.46916/08092026-3-978-5-00215-479-1

Глава 13.
ЛОКАЛИЗАЦИЯ СКРЫТЫХ ПОТЕРЬ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОМОЩИ РЕСУРСНО-ПОТОКОВОЙ МОДЕЛИ (РПМ+)

Дашут Евгений Савельевич
кандидат экономических наук,
старший научный сотрудник
ФГБУН «Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН»

Аннотация: В главе предлагается ресурсно-потоковая модель РПМ+ как инструмент совместного технологического и экономического анализа высокотехнологичного производства. Модель переносит аналитическое пространство от преимущественно агрегированного рассмотрения совокупных мощностей, затрат и выпуска предприятия к уровню конкретных технологических цепочек. Производство представляется как совокупность реализуемых технологических цепочек, объединяющих ресурсные потоки, процессы, технические системы, задействованные мощности, стоимостные переходы и выпуск продукции.

Совокупные расходы распределяются по процессам через авторский агрегат сметных затрат технологических процессов СЗ_ТП. Почасовое отображение процессов позволяет сопоставить время участия технических систем в реализации конкретной цепочки с доступным временем их работы и выявить резерв незадействованной мощности. Это создаёт основу для оценки последствий недозагрузки и скрытых потерь.

РПМ+ локализует потери от простоя технологических мощностей и нецелевые материальные и энергетические выходы R4, не имеющие дальнейшей технологической связи в рассматриваемом маршруте. На примере переработки кремнеземсодержащего сырья показана возможность выявления R4 в таблице «Процесс-продукт», расширения технологического маршрута посредством регенерации растворов NaOH и

возврата воды в оборотный цикл. Практическая значимость подхода состоит в повышении прозрачности затрат, выявлении резервов мощности, снижении непроизводительных расходов и развитии производственной кооперации.

Ключевые слова: ресурсно-потоковая модель, РПМ+, технологическая цепочка, добавленная стоимость, ЛПДС, безусловные расходы, недозагрузка мощностей, непроизводительные расходы, поток R4, скрытые потери, производственная кооперация.

LOCALIZATION OF HIDDEN LOSSES OF HIGH-TECH PRODUCTION USING THE RESOURCE-FLOW MODEL (RPM+)

Dashut Evgeny Savelyevich

Abstract: The chapter proposes the resource-flow model RPM+ as a tool for joint technological and economic analysis of high-tech production. The model shifts the analytical focus from a predominantly aggregated assessment of an enterprise's total capacities, costs, and output to the level of specific technological chains. Production is represented as a set of implemented technological chains integrating resource flows, processes, technical systems, utilized capacities, value transitions, and product output.

Total costs are allocated across individual processes using the author's aggregate indicator, estimated costs of technological processes (СЗ_ТП). An hourly representation of processes makes it possible to compare the time during which technical systems participate in a particular technological chain with their available operating time and thereby identify reserves of unused capacity. This provides a basis for assessing the consequences of underutilization and identifying hidden losses.

RPM+ localizes losses associated with equipment downtime and non-target material and energy outputs R4 that have no subsequent technological link within the technological route under consideration. Using the processing

of silica-containing raw materials as an example, the article demonstrates how R4 can be identified in the «Process-Product» table and how the technological route can be expanded through the regeneration of sodium hydroxide solutions and the return of water to a recirculating cycle. The practical significance of the approach lies in improving cost transparency, identifying capacity reserves, reducing unproductive costs, and supporting industrial cooperation.

Key words: resource-flow model, RPM+, technological chain, value added, unconditional costs, capacity underutilization, unproductive costs, R4 flow, hidden losses, industrial cooperation.

Введение

Актуальность

Экономика высокотехнологичных отраслей подчиняется общим закономерностям организации производства, однако отличается повышенной чувствительностью к потерям, связанным с простоями оборудования, недозагрузкой мощностей, неэффективным использованием материальных ресурсов и недостаточной вовлечённостью нецелевых технологических выходов в хозяйственный оборот. Высокая капиталоёмкость, сложность технологических маршрутов, зависимость от квалифицированного персонала и длительность производственных циклов увеличивают цену каждого часа неиспользования технологического потенциала [11, 13, 16].

В менее сложных производствах отдельные потери иногда компенсируются масштабом выпуска, относительной простотой замены операций либо меньшей стоимостью оборудования. В высокотехнологичных производствах даже частичная недозагрузка технологического узла способна существенно ухудшить экономические результаты, поскольку при сокращении выпуска не все расходы, связанные с поддержанием работоспособности оборудования и инфраструктуры, уменьшаются пропорционально.

Традиционная оценка эффективности предприятия обычно опирается на показатели выпуска, затрат, себестоимости, прибыли и рентабельности. Эти показатели необходимы для итоговой оценки результатов деятельности, но в ряде случаев они недостаточно точно показывают, на каком именно технологическом участке формируются потери, какие ресурсы оказываются недоиспользованными и какие мощности могут быть вовлечены в дополнительный хозяйственный оборот.

В этих условиях возникает потребность в инструменте, который соединяет описание технологических процессов, ресурсных потоков, производственной мощности и стоимостных характеристик. Ресурсно-потоковая модель РПМ+ предназначена для решения этой задачи: она позволяет представить технологическую цепочку как систему взаимосвязанных процессов, входных ресурсов, полезных выпусков, нецелевых выходов, затрат и резервов роста [4, с. 76–98].

Постановка проблемы

Одним из недостаточно раскрытых факторов производственной эффективности является недозагрузка оборудования. В период простоя либо частичной загрузки полезный выпуск сокращается или отсутствует, однако часть затрат на содержание и поддержание технологического процесса продолжает возникать. К таким затратам могут относиться амортизация, обслуживание оборудования, содержание производственной площади, расходы на инфраструктуру, часть затрат на персонал и другие издержки, не прекращающиеся автоматически при отсутствии полезного выпуска.

Для анализа данного явления в статье используется категория безусловных расходов (БР). Под безусловными расходами понимается совокупность затрат на поддержание готовности конкретного технологического процесса к функционированию, приведённых к единому часовому интервалу. Данный показатель является авторским

управленческим агрегатом и не заменяет классификацию расходов, используемую в бухгалтерском, налоговом или статистическом учёте.

Проблема состоит в том, что на уровне предприятия хорошо видны прямые затраты, непосредственно связанные с выпуском продукции: сырьё, материалы, энергия, комплектующие, транспортировка, технологические операции. Однако существенно менее заметны косвенные расходы, которые продолжают возникать при недозагрузке конкретного оборудования или технологического процесса. В результате предприятие может фиксировать наличие простаивающей мощности, но не оценивать её экономическую цену в расчёте на единицу времени.

Другой важный аспект связан с нецелевыми выходами технологических процессов. В ходе преобразования исходных ресурсов наряду с заданным выпуском возникают материальные, энергетические, тепловые, газовые, жидкие и иные потоки, которые могут не получить дальнейшего назначения в границах рассматриваемого технологического маршрута. Их выявление, локализация и стоимостная оценка образуют самостоятельную задачу ресурсно-потокового анализа.

Научная гипотеза и цель

Научная гипотеза исследования состоит в том, что эффективность высокотехнологичного производства может быть повышена, если технологическая цепочка рассматривается не только как последовательность операций по выпуску основного продукта, но и как система ресурсных, временных и стоимостных взаимосвязей, приведённых к единой базе расчёта.

Использование РПМ+ позволяет выявлять разрыв между потенциальным и фактически достигнутым стоимостным результатом технологической цепочки, устанавливать влияние недозагрузки оборудования на экономику процесса и формировать обоснования для вовлечения свободных мощностей в дополнительный хозяйственный оборот.

Цель работы — обосновать применение РПМ+ для локализации скрытых потерь в высокотехнологичном производстве и показать возможность оценки экономических последствий недозагрузки оборудования и нецелевых ресурсных выходов на уровне отдельных технологических процессов.

В рамках исследования решаются следующие задачи:

- уточняется место стоимостных показателей в ресурсно-потоковой модели;

- вводится единая часовая база расчёта технологических, ресурсных и стоимостных параметров;

- раскрывается содержание безусловных расходов как показателя готовности технологического процесса;

- показывается зависимость минимальной стоимости технологической услуги от полезной загрузки оборудования;

- формализуется правило идентификации нецелевых выходов R4 в таблице «Процесс-продукт»;

- показывается возможность расширения технологического маршрута посредством вовлечения потока R4 в последующий процесс.

Научная новизна и практический смысл

Научная новизна исследования состоит в развитии ресурсно-потокового подхода к анализу высокотехнологичного производства. Предлагается рассматривать технологическую цепочку как объект одновременного анализа ресурсных превращений, производственной загрузки и стоимостного результата, приведённого к единому временному интервалу.

В отличие от подходов, ограничивающихся фиксацией итоговой себестоимости или финансового результата, РПМ+ позволяет локализовать последствия недозагрузки на уровне конкретного технологического процесса. Для этого вводится категория безусловных расходов, отражающая минимальные затраты на поддержание готовности процесса к работе в расчёте на один час.

Практическая значимость подхода состоит в возможности выявления технологических мощностей, имеющих резерв загрузки; расчёта минимально необходимого уровня покрытия расходов для отдельного процесса; сопоставления фактической и потенциальной загрузки оборудования; обоснования вовлечения свободных мощностей в кооперационные операции; выявления нецелевых ресурсных выходов и разработки вариантов расширения технологического маршрута.

Методологические возможности существующих подходов

Исследование основывается на сочетании технологического, ресурсно-потокового, стоимостного и управленческого анализа. Традиционные методы оценки деятельности предприятия позволяют фиксировать выпуск, затраты, себестоимость, прибыль, рентабельность и другие итоговые показатели. Они образуют необходимую основу для учёта и анализа хозяйственной деятельности [3, 9, 15].

Однако такие методы не всегда позволяют установить, где именно в структуре технологической цепочки возникают потери, как распределяется нагрузка расходов между отдельными процессами, какие мощности остаются недоиспользованными и какие ресурсные выходы не получили дальнейшего технологического назначения. В особенности это относится к ситуациям, когда потери не имеют формы прямого брака или списания сырья, а возникают вследствие неполной загрузки оборудования, разрыва кооперационных связей и отсутствия альтернативного применения ресурсов [3, с. 483–488; 14, с. 2–9].

РПМ+ относится к инструментам технологико-управленческого анализа. Она не заменяет систему национальных счетов, бухгалтерский учёт, налоговый учёт или нормативную методику формирования официальной статистики. Модель не ставит задачей воспроизведение полной последовательности счетов СНС, включая правила формирования выпуска, промежуточного потребления, налогов на продукты, потребления основного капитала и иных показателей макроэкономической статистики.

Назначение РПМ+ заключается в другом: модель формирует единое представление о технологических процессах, ресурсных потоках, продуктах, ограничениях мощности и стоимостных параметрах в пределах конкретной технологической цепочки. Такой уровень анализа необходим для подготовки управленческих и организационных решений: выбора технологического маршрута, выявления свободной мощности, оценки возможности кооперации, сокращения непроизводительных расходов и поиска направлений использования нецелевых ресурсных выходов.

Единая часовая база расчётов РПМ+

В РПМ+ технологическая цепочка рассматривается как система ресурсных превращений, протекающих во времени. Для обеспечения сопоставимости процессов, различающихся по производительности, продолжительности операций и составу ресурсов, в настоящем исследовании в качестве базового временного интервала принят один час функционирования технологической цепочки.

Почасовое отображение процессов, входящих в технологическую цепочку, одновременно формирует обратное отображение использования технических систем. Сопоставление доступного времени работы конкретного оборудования со временем его фактического участия в процессах рассматриваемой цепочки позволяет установить величину незадействованного времени и соответствующего резерва мощности. Данный резерв может быть использован для оценки потерь от недозагрузки, поиска кооперационных заказов и формирования дополнительных технологических маршрутов.

Все натуральные, энергетические, трудовые и стоимостные показатели в модели приводятся к часовой базе. Это означает, что параметры потребления сырья и материалов, расхода энергии, выпуска продукта, затрат технологического процесса, величины безусловных расходов и стоимостного результата соотносятся с одним часом работы соответствующего технологического узла или цепочки.

Часовая нормировка позволяет сопоставлять процессы различной длительности и производительности, делает видимой стоимость простоя и недозагрузки оборудования, обеспечивает сравнение альтернативных технологических маршрутов и создаёт основу для расчёта ЛПДС как логарифмического показателя производительности добавленной стоимости технологической цепочки.

Используемый далее термин «добавленная стоимость» применяется в статье как авторский расчётный агрегат РПМ+, характеризующий стоимостный результат ресурсных превращений в пределах рассматриваемой технологической цепочки, приведённый к одному часу её функционирования. Этот показатель используется для анализа и сопоставления технологических вариантов. Он не трактуется как денежный запас, ранее накопленный предприятием, и не отождествляется с валовой добавленной стоимостью в строгом нормативно-статистическом смысле.

В дальнейшем единица времени не повторяется в каждой ячейке таблиц, поскольку час является общей базой всех расчётов, выполненных в логике РПМ+.

Добавленная стоимость как объект анализа

В общеэкономическом смысле добавленная стоимость характеризует стоимостный результат производства, создаваемый сверх стоимости потреблённых ресурсов и услуг. В статистической методологии валовая добавленная стоимость определяется как разность между выпуском товаров и услуг и промежуточным потреблением [18, с. 47–48].

В рамках РПМ+ данный показатель используется не для построения счетов СНС и не для формирования бухгалтерской отчётности. Его функция состоит в выявлении стоимостных результатов конкретной технологической цепочки, сопоставлении альтернативных технологических маршрутов и определении влияния ресурсных,

временных и организационных факторов на эффективность производства.

Добавленная стоимость РПМ+ в настоящем исследовании представляет собой расчётный показатель стоимостного результата технологической цепочки, определяемый как разность между стоимостью полезного выпуска и стоимостью ресурсов, учтённых в модели как промежуточное потребление, в расчёте на один час работы цепочки. Состав затрат, включаемых в расчёт, определяется задачей сравнения конкретных технологических маршрутов и раскрывается в соответствующей стоимостной таблице.

Поэтому данный показатель применим, прежде всего, как инструмент сравнительного анализа: он позволяет оценить, как изменяется результат при смене ресурсного состава, технологического маршрута, загрузки мощности, глубины переработки или способа вовлечения нецелевых выходов в новый технологический процесс.

Для высокотехнологичного производства такой подход особенно важен. В сложной технологической системе экономический результат определяется не только объёмом выпуска конечного продукта, но и организацией маршрутов, согласованием переделов, степенью загрузки оборудования, возможностью повторного использования ресурсов и наличием кооперационных связей.

ЛПДС — логарифмический показатель производительности добавленной стоимости — рассчитывается на основе часовой величины ДС РПМ+:

$$ЛПДС = \log10(ДС_{РПМ+,\ 1\ час}),$$

где

$ДС_{РПМ+,1час}$ — стоимостной результат технологической цепочки, приведённый к одному часу её функционирования, руб./ч.

Показатель ЛПДС предназначен не для замены финансовых коэффициентов предприятия, а для сопоставления технологических

цепочек и вариантов их организации в единой ресурсно-потоковой модели.

Теоретические основы и анализ проблемы недозагрузки мощностей

Одной из существенных причин снижения эффективности высокотехнологичного производства является недозагрузка оборудования. Её экономическое значение определяется тем, что при сокращении полезного времени работы технологического процесса часть затрат на поддержание его работоспособности сохраняется, тогда как объём выпуска и связанный с ним стоимостный результат уменьшаются.

Для анализа данного явления вводится категория безусловных расходов (БР). Под БР понимается совокупность затрат, необходимых для поддержания готовности конкретного технологического процесса к функционированию и приведённых к одному часу календарного времени. По существу, данный показатель близок к условно-постоянным расходам, но отличается тем, что относится не к предприятию в целом, а к конкретному технологическому узлу, операции или единице оборудования.

В состав БР в зависимости от условий производства могут включаться амортизация оборудования, техническое обслуживание и ремонтное сопровождение, содержание производственной площади, расходы на производственную инфраструктуру, оплата труда оператора, машиниста, наладчика или дежурного персонала, а также иные расходы, сохраняющиеся при частичной недозагрузке. В частности, начисление амортизации по основным средствам, по общему правилу не приостанавливается при простое или временном прекращении использования объекта [21, п. 30].

Безусловные расходы являются авторским агрегатом РПМ+ и отражают затраты на поддержание готовности конкретного технологического процесса к функционированию. Они не тождественны всем постоянным расходам предприятия и не используются для расчёта валовой или чистой добавленной стоимости в нормативном смысле.

Для наглядности рассмотрим условный пример единицы технологического оборудования балансовой стоимостью 20 млн руб., размещённой на площади 20 кв. м в отапливаемом и обслуживаемом производственном помещении. В качестве БР примем совокупные затраты на амортизацию, текущее обслуживание оборудования и помещения, налог на имущество, оплату труда машиниста с начислениями и иные обязательные расходы, приведённые к одной машино-смене при 40-часовой рабочей неделе.

Для рассматриваемого случая примем:

БР = 24,8 тыс. руб.

Если оборудование используется для выполнения технологической операции либо оказания производственной услуги, минимальная стоимость услуги без учёта плановой прибыли может быть определена как отношение БР к числу часов полезной загрузки оборудования:

$$C_{min} = \frac{БР}{t} \quad (1)$$

где C_{min} — минимальная стоимость технологической услуги;

БР — безусловные расходы за машино-смену;

t — полезная загрузка оборудования, машино-час.

Таблица 1

Динамика величины минимальной стоимости услуги от полезной загрузки оборудования (разработано автором)

Полезная загрузка t, маш.-час	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
Минимальная стоимость C_{min}, тыс. руб.	3,1	3,5	4,1	5	6,2	8,3	12,4	24,8

Из приведённых данных (см. табл. 1) следует, что по мере снижения полезной загрузки минимальная стоимость услуги возрастает нелинейно.

Особенно заметным этот рост становится при сокращении полезной загрузки ниже четырёх часов за машино-смену, когда безусловные расходы распределяются на слишком малый объём фактически полезного времени. Тем самым даже при сохранении неизменного состава оборудования и уровня расходов предприятие теряет способность оперативно реагировать на изменение цен и сталкивается с ухудшением экономических показателей.

Следовательно, в условиях недозагрузки значимым становится не только объём полезного выпуска, но и сам факт полезной загрузки оборудования. При снижении загрузки безусловные расходы не исчезают автоматически, а распределяются на меньший объём фактически выполненных операций или изготовленной продукции. Это повышает минимально необходимую стоимость машино-часа, ухудшает конкурентоспособность процесса и снижает его фактически достигаемый стоимостный результат.

В настоящем исследовании экономическое последствие простоя определяется как непокрытая часть безусловных расходов и как разрыв между потенциальным и фактически достигнутым стоимостным результатом технологической цепочки. Для целей производственного анализа такой разрыв может быть обозначен как потери от простоя.

Даже технологическая услуга с ограниченной доходностью может быть экономически предпочтительнее полного простоя, если поступления от неё покрывают хотя бы часть безусловных расходов и не вытесняют более эффективный основной заказ. Данный вывод не означает, что любое дополнительное производство экономически оправдано: решение должно учитывать переменные затраты, ограничение мощности, качество, риск, договорную цену, альтернативные варианты загрузки и стратегические приоритеты предприятия.

С управленческой точки зрения недозагрузка не должна рассматриваться исключительно как пассивное следствие дефицита

спроса. При ограниченном спросе на основную продукцию предприятие может использовать свободные мощности для выполнения отдельных технологических операций по кооперации, оказания производственных услуг, обработки материалов сторонних организаций либо включения оборудования в дополнительные производственные маршруты. Именно этим обусловлена необходимость формирования Биржи технологических возможностей и услуг как организационного механизма выявления свободных мощностей и их полезной загрузки [5, с. 477–481].

В логике РПМ+ сопоставление расчётной производительности технологического процесса с его фактической загрузкой позволяет выявлять незадействованную мощность. Разница между потенциальной и фактической загрузкой образует резерв, который может быть предметом технологического, экономического и организационного анализа.

Таким образом, недозагрузка мощности рассматривается в РПМ+ как источник непокрытых безусловных расходов, снижения фактически достигаемого стоимостного результата и образования резерва для кооперационного использования. Следующий раздел посвящён второму виду скрытых потерь — нецелевым ресурсным выходам технологической цепочки, идентифицируемым в модели как поток R4.

Нецелевой выход технологического процесса и поток R4

Наряду с потерями, связанными с недозагрузкой оборудования, в высокотехнологичном производстве существенное значение имеют нецелевые выходы технологических процессов. Они возникают в ходе преобразования сырья, материалов, энергии и иных ресурсов, однако не всегда получают дальнейшее назначение в пределах рассматриваемого технологического маршрута.

В традиционном описании результат процесса нередко фиксируется как общий выпуск. Для ресурсно-потоковой модели РПМ+ этого недостаточно. Каждый технологический процесс должен быть описан через структуру входящих и выходящих ресурсов, включая выходы, не

получившие дальнейшего технологического продолжения.

В РПМ+ используются следующие обозначения: R1 — основной перерабатываемый ресурс; R2 — вспомогательные материалы, энергия, катализаторы, добавки, комплектация и иные обеспечивающие ресурсы; R3 — целевой выпуск, предусмотренный технологическим способом; R4 — нецелевой выход технологического процесса.

Для материальных потоков выделение R4 осуществляется на основе материального баланса преобразуемых ресурсов: в R4 относится та часть выхода технологического процесса, которая не включена в целевой выпуск R3 и не получает дальнейшей связи в рассматриваемой технологической цепочке. Наряду с материальными потоками в модели учитываются энергетические выходы, в частности остаточное тепло. Если тепловой, материальный либо иной ресурсный выход не включён в последующее движение по технологической цепочке, он фиксируется как R4.

Определяющим правилом РПМ+ является наличие технологической связи между выходом одного процесса и входом следующего:

$R3_i \rightarrow R1_{(i+1)}$.

Если выходящий ресурс включён в последующий процесс рассматриваемого маршрута, он отражается как R3 предшествующего процесса и как R1 либо R2 последующего процесса. Если такая связь отсутствует, выход относится к R4. Следовательно, R4 отражает нецелевой выход, не имеющий дальнейшего технологического продолжения в границах рассматриваемой именной технологической цепочки.

В настоящей статье термин «отход технологического маршрута» используется применительно к R4 в технологико-аналитическом смысле. Он обозначает ресурсный выход, не имеющий дальнейшей связи в таблице «Процесс-продукт», и не подменяет нормативно-правовую квалификацию соответствующего вещества или материала.

Метод выявления потерь в стоимостной таблице РПМ+

С точки зрения эффективности технологии существенное значение имеет ресурсный поток R4, формирующийся в ходе движения ресурса по технологической цепочке. Если потери по потоку R4 не выделяются специально, они растворяются в совокупных затратах и не становятся предметом самостоятельного управленческого анализа.

На примере конкретной технологической цепочки будет показано, как нецелевые выходы фиксируются в стоимостной таблице и становятся основанием для разработки управленческого решения.

В качестве примера рассмотрим технологическую цепочку переработки кремнийсодержащего сырья с получением промежуточных силикатных продуктов и последующим выходом к кремнегелю. В таблице «Процесс-продукт» каждый столбец отражает отдельный технологический процесс. В итоговых строках попроцессно представлены затраты, полезный выпуск R3 и справочная стоимостная оценка нецелевых выходов R4. Такая форма представления позволяет увидеть, на каких именно стадиях часть стоимости не переходит в полезное продолжение технологического маршрута и увеличивает себестоимость полезного выпуска (см. табл. 2).

Таблица 2

Стоимостная таблица «Процесс-продукт» технологической цепочки переработки кремнеземсодержащего сырья с локализацией нецелевых выходов R4 (разработано автором)

Код процесса	**A4.2.1**	**A4.3.1**	**A4.3.2**	**A4.3.3**	**A4.3.4**	**A4.1.4**	**A4.4.1**	**A4.4.2**	**A4.4.3**	**цена ресу-рса**
СЗ_ТП	-930	-470	-6000	-560	-620	-740	-620	-591	-680	
A4.2.1										
R1 (Песок)	-130									0,65

Продолжение таблицы 2

R2 (NaOH)	-22865									**85,00**
R3 (Шихта)	22859									
R4 (Вода)	**1067**									0,70
A4.3.1										
R1 (литейные формы б/у)										
R2 (смазка)		-1400								140,00
R3 (подготов-ленные литьевые формы)		1870								
A4.3.2										
R1 (Шихта)			-23925							
R3 (Расплав Na2SiO3)			27930							
R4 (Потери)			**1995**							
A4.3.3										
R1 (Расплав Na2SiO3)				-29925						
R3 (Отливки Na2SiO3 в формах)				30195						
R4 (Отходы)				**290**						
A4.3.4										
R1 (Отливки Na2SiO3 в формах)					-30486					

Продолжение таблицы 2

R3 (Na2SiO3 в слитках)					30807					
R4 (Потери)					**299**					
A4.1.4										
R1 (Na2SiO3 в слитках)						-31106				
R3 (Na2SiO3 в крошке)						31769				
R4 (Потери)						**77**				
A4.4.1										
R1 (Na2SiO3 в крошке)							-31846			
R2 (Вода)							-121			0,70
R3 Na2SiO3 в растворе							32587			
A4.4.2										
R1 Na2SiO3 в растворе								-32587		
R3 кремнегель								15308		
R4 NaOH 77% + H2O								**17869**		
A4.4.3										
R1 кремне-гель									-33178	
R2 Вода									-56	0,70

Продолжение таблицы 2

R3 (кремне-гель - Фильтрат)									20182	
R4 (Отход: вода + NaOH)									13732	
Всего затрат по процессу	-23925	-1870	-29925	-30486	-31106	-31846	-32587	-33178	-33914	
Всего выпуск по процессу	22859	1870	29925	30486	31106	31846	32587	33178	33914	
Потенциальные убытки (R4)	**1067**		**1995**	**290**	**299**	**77**	**0**	**17869**	**13732**	
Итого	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Примечание — Строка «Всего выпуск по процессу» отражает стоимость полезного выпуска R3, включённого в дальнейшее движение ресурсов по технологической цепочке. Строка «Потенциальные убытки (R4)» имеет справочный характер и предназначена для локализации стоимостной оценки нецелевых выходов. Ресурсы, формирующие R4, уже учтены в общих затратах соответствующих процессов и через них относятся на себестоимость полезного выпуска. Последний столбец таблицы содержит удельные цены ресурсов и не используется для суммирования R4.

Как показывает таблица, поток R4 представляет собой результат конкретных технологических стадий, а не абстрактную расчётную величину. Его выделение в самостоятельной строке принципиально важно, поскольку позволяет не смешивать нецелевые выходы с общей массой затрат, а рассматривать их как отдельный объект технологического и экономического анализа.

Общая формула стоимостной таблицы «Процесс–продукт» имеет вид:

$$СЗ_ТП + R1 + R2 = R3 + R4 \quad (2)$$

где:

СЗ_ТП — сметные затраты технологического процесса;

R1 — стоимость основного перерабатываемого ресурса;

R2 — стоимость вспомогательных ресурсов, энергии, материалов и комплектации;

R3 — стоимость целевого выпуска процесса, включённого в дальнейшее ресурсно-технологическое движение по рассматриваемой цепочке;

R4 — стоимостная оценка нецелевого выхода процесса, не имеющего дальнейшей технологической связи в границах рассматриваемого маршрута [4, с. 81].

Если для нецелевого выхода R4 впоследствии разрабатывается технологический маршрут переработки, регенерации, утилизации, возврата в цикл или кооперационного использования, такой маршрут вносится в таблицу как новый процесс. В этом случае ресурс получает последующую связь с входным потоком нового процесса и его оценка пересматривается. До появления такой связи поток R4 отражает отсутствие технологического продолжения в границах построенной цепочки.

В итоговых строках таблицы отдельно отражаются стоимость полезного выпуска R3 и справочная стоимостная оценка нецелевых выходов R4. Строка «Всего выпуск по процессу» содержит только полезный выпуск, включённый в технологический маршрут. Потоки R4 не включаются в данную строку, поскольку они не имеют последующей ресурсно-технологической связи в границах рассматриваемой цепочки. Стоимость ресурсов, образующих R4, уже относится на общие затраты технологических процессов и через них увеличивает себестоимость полезного выпуска.

Строка «Потенциальные убытки (R4)» предназначена для попроцессной локализации стоимостной нагрузки и выявления резервов её снижения. Она не является дополнительной строкой полезного выпуска. Последний столбец таблицы отражает удельную цену ресурсов и не предназначен для суммирования стоимостной оценки R4.

Стоимостная таблица РПМ+ выполняет не только учётную, но и диагностическую функцию. Она позволяет выявлять процессы, в которых возникают выходы без последующей ресурсно-технологической связи, оценивать их влияние на себестоимость полезного выпуска и формировать варианты расширения технологического маршрута, кооперационного использования ресурсов или иной организации процесса.

Выявление R4 и расширение технологического маршрута

Применение стоимостной таблицы РПМ+ позволяет локализовать нецелевые выходы R4 по конкретным процессам и установить их влияние на экономику технологической цепочки. В рассматриваемом примере наибольшие стоимостные значения R4 связаны с процессами А4.4.2 и А4.4.3, в которых формируются растворы NaOH различной концентрации и водные потоки, не имеющие дальнейшей связи в исходной конфигурации маршрута.

Сопоставление натуральных и стоимостных параметров показывает возможность включения данных потоков в дополнительный процесс регенерации. Базовым решением является отделение воды и возврат пригодного к использованию раствора NaOH в начало технологической цепочки; конденсированная вода может быть направлена в оборотное водоснабжение. Дополнительный эффект обеспечивает использование рассеянного тепла остывающего силиката, что позволяет организовать рециклинг без существенного роста энергозатрат.

Такое решение рассматривается как расширение технологического маршрута. Оно позволяет сократить нецелевые выходы R4, уменьшить

закупки едкого натра и воды, снизить промежуточное потребление и повысить стоимостный результат технологической цепочки. В терминах РПМ+ ранее выявленный выход получает последующую технологическую связь через включение дополнительного процесса регенерации.

В результате корректировки технологического маршрута добавленная стоимость РПМ+ возрастает, а показатель эффективности технологической цепочки ЛПДС улучшается, что подтверждает экономическую целесообразность предложенного решения (см. табл. 3).

Таблица 3

Показатели технологической цепочки до и после расширения маршрута, связанного с потоком R4 (разработано автором)

Показатели ТЦ (до правки)					
Наименование		**объем пр-ва**	**цена руб**	**объем продаж**	**затраты**
Выпуск					
Гель кремниевой кислоты (фильтрат)	кг	**207,68**	**240**	**49 843**	
Промежуточное потребление в т.ч.	руб				**32 561**
R1 (Песок)	кг	202,0	0,645		130,3
R2 (NaOH)	кг	269,0	85		22865,0
Смазка	кг	10,0	140		1400,0
Вода	м3	252,4	0,7		176,7
Электроэнергия из СТ_ТП	квт·ч	**1331,5**	6		**7989,0**
Добавленная стоимость ДС РПМ+					**17 282**
Показатель ЛПДС					**4,2376**
Показатели ТЦ (после правки)					
Наименование		**объем пр-ва**	**цена руб**	**объем продаж**	**затраты**
Выпуск					

Продолжение таблицы 3

Гель кремниевой кислоты (фильтрат)	кг	**207,68**	**240**	**49 843**	
Промежуточное потребление в т.ч.	руб				**9519**
R1 (Песок)	кг	202,0	0,645		130,3
R2 (NaOH)	кг	0,0	85		0,0
Смазка	кг	10,0	140		1400,0
Вода	м3	0,0	0,7		0,0
Электроэнергия из СТ_ТП	квт·ч	**1 331,5**	6		**7989,0**
Добавленная стоимость ДС РПМ+					**40 324**
Показатель ЛПДС					**4,6055**

Включение ранее неиспользуемого потока R4 в расширенный технологический маршрут привело к росту добавленной стоимости ДС РПМ+ с 17 282 до 40 324 руб. в час и повышению показателя ЛПДС с 4,2376 до 4,6055.

Заключение

Проведённое исследование показало, что в высокотехнологичном производстве существенные потери эффективности связаны не только с прямыми технологическими потерями, но и с недозагрузкой оборудования, непокрытыми безусловными расходами и нецелевыми выходами технологических процессов, не получившими дальнейшего назначения в составе рассматриваемой технологической цепочки.

РПМ+ позволяет рассматривать данные факторы на уровне конкретных технологических узлов, процессов и именных цепочек. Нормирование натуральных, энергетических и стоимостных параметров к одному часу функционирования технологической цепочки обеспечивает сопоставимость процессов, позволяет устанавливать разрыв между потенциальным и фактически достигнутым стоимостным результатом и выявлять резервы повышения производственной эффективности.

Профилактикой неэффективного использования оборудования и производственных мощностей выступают развитие производственной кооперации, формирование зоны распределённого производства, создание механизма Биржи технологических возможностей и услуг, а также вовлечение свободных мощностей в выполнение дополнительных технологических операций. Эти инструменты создают условия для снижения непокрытой части безусловных расходов, повышения загрузки мощностей и усиления конкурентоспособности производственной среды.

На примере технологической цепочки переработки кремнеземсодержащего сырья показана возможность локализации нецелевых выходов R4 по отдельным процессам, их стоимостной оценки и последующего включения в расширенный технологический маршрут. Выявление концентрации R4 в процессах, связанных с растворами едкого натра и водными потоками, позволило предложить вариант регенерации и возврата ресурсов в начало технологической цепочки. Это обеспечивает сокращение закупок, снижение промежуточного потребления, рост стоимостного результата и улучшение показателя ЛПДС.

РПМ+ подтверждает свою пригодность как инструмент технологико-управленческого анализа, локализации скрытых потерь, выявления резервов роста и формирования решений по расширению технологических маршрутов. При этом модель не заменяет нормативные процедуры бухгалтерского, статистического и правового учёта, а дополняет их анализом ресурсных связей и стоимостных последствий на уровне конкретных технологических процессов.

Список литературы

1. Антоненко И. Н. Мониторинг эффективности использования производственного оборудования / И. Н. Антоненко, И. Э. Крюков, П. С. Шестопалов // Молочная промышленность. 2010. № 9. С. 8–10. EDN: MVPFPB.

2. Волкодавова Е. В. Теоретические основы управления затратами при производстве высокотехнологичной инновационной продукции / Е. В. Волкодавова, И. А. Наугольнова // Инновационная деятельность. 2017. № 3(42). С. 17–26. EDN: YPZGMD.

3. Гогуева А. М. Перспективы развития организации управленческого учета на предприятиях / А. М. Гогуева, Л. С. Боташева // Управленческий учет. 2022. № 6-3. С. 483–488. DOI: 10.25806/uu6-32022483-488. EDN: EVPQWI.

4. Дашут Е. С. Теоретико-методологические основы ресурсно-потокового метода (РПМ+) описания технологических цепочек // Теоретическая экономика. 2026. № 3 (135). С. 76–98. DOI: 10.52957/2221-3260-2026-3-76-98. EDN: TDJTMF.

5. Дашут Е. С. Технологическое и творческое пространство для МСП: РПМ+ как драйвер интеграции знаний, кооперации и повышения эффективности // Финансовые рынки и банки. 2026. № 3. С. 477–481. DOI: 10.24412/2658-3917-2026-03-477-481. EDN: OMUQBG.

6. Довгучиц С. И. Методы анализа и оценки эффективности изделий и технологий двойного применения / С. И. Довгучиц, Е. Ю. Хрусталев // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. 2022. № 1. С. 5–13. DOI: 10.52135/2410-4124_2022_1_5. EDN: LDJXQS.

7. Друри К. Управленческий учет для бизнес-решений: учебник / пер. с англ. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 645 с. ISBN: 5-238-00580-6. EDN: QQCITN.

8. Ермашкевич Н. С. Сравнительный анализ методов оценки эффективности внедрения бережливого производства / Н. С. Ермашкевич, И. Е. Коновалов // Вектор экономики. 2021. № 6 (60). Порядковый номер: 67. EDN: TUANOD.

9. Johnson H. T. Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting / H. T. Johnson, R. S. Kaplan. Boston: Harvard Business School Press, 1987. 269 p.

10. Kaplan R. S. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action / R. S. Kaplan, D. P. Norton. Boston: Harvard Business School Press, 1996. 343 p.

11. Котова К. Ю. Стратегический управленческий учет: новые задачи и перспективы развития / К. Ю. Котова, Р. Р. Силантьев // Modern Economy Success. 2020. № 6. С. 99–107. EDN: VYCENK.

12. Кулифеев В. К. Комплексное использование сырья и отходов. Переработка техногенных отходов: курс лекций / В. К. Кулифеев; В. К. Тарасов, А. Н. Кропачев; под ред. В. В. Миклушевского. М.: Изд. дом МИСиС, 2009. 90 с. ISBN: 978-5-87623-249-6. EDN: QNABVX.

13. Наугольнова И. А. Теоретические и методологические основы управления затратами на производство высокотехнологичной и инновационной продукции / И. А. Наугольнова // Теоретическая и прикладная экономика. 2018. № 1. С. 25–34. EDN: YSEZZA.

14. Проняева Л. И. Международный и отечественный опыт развития стратегического учета / Л. И. Проняева, К. Н. Галкина // Международный бухгалтерский учет. 2012. № 19. С. 2–9. EDN: OXMLYZ.

15. Scapens R. W. Researching management accounting practice: The role of case study methods / R. W. Scapens // British Accounting Review. 1990. p. 259-281. DOI: 10.1016/0890-8389(90)90008-6.

16. Shank J. K. Strategic Cost Management: The New Tool for Competitive Advantage / J. K. Shank, V. Govindarajan. New York: Free Press, 1993. 295 p.

17. Спиридонова Л. А. Управленческий учет в компании: состояние и перспективы развития / Л. А. Спиридонова // Известия Института систем управления СГЭУ. 2020. № 1 (21). С. 128–131. EDN: CGZJXX.

18. Система национальных счетов 2008. Нью-Йорк, 2012. Русское руководство. URL: https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/sna2008 russian.pdf.

19. Лабынцев Н. Т. Управленческий учет и внутренний контроль в коммерческих организациях: состояние и перспективы развития /

Н. Т. Лабынцев, Е. А. Шароватова, И. А. Омельченко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. № 7. С. 145–146. EDN: NECULT.

20. Фиапшева Н. М. Перспективы развития организации информационного обеспечения для управленческого учета / Н. М. Фиапшева // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2015. № 3 (9). С. 138–143. EDN: MBGHGA.

21. Приказ Министерства финансов Российской Федерации от 17.09.2020 № 204н «Об утверждении Федерального стандарта бухгалтерского учёта ФСБУ 6/2020 “Основные средства”» (с изм. и доп.). П. 30.

© Дашут Е.С.

УДК 658.5: 624

Глава 14.
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗДАНИЙ: МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПРОЧНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕГЛАМЕНТЫ КОНТРОЛЯ

Сергеев Юрий Дмитриевич
к.т.н., доцент
Сергеева Алла Юрьевна
к.т.н., доцент
Мясищев Руслан Юрьевич
к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация: В строительстве прочность конструктивного элемента здания выступает в качестве главного параметра, гарантирующего долговечность и безопасность сооружения. Именно эта характеристика дает возможность оценить способность конструкции сопротивляться разнообразным нагрузкам. Если конструктивные элементы выполнены согласно действующей нормативной документации, обеспечивается достаточная прочность, следовательно, вероятность аварий минимальна, что важно для защиты человеческой жизни и здоровья. Кроме того, прочные и надежные элементы продлевают срок эксплуатации здания и снижают расходы на ремонт и содержание. Настоящая монография посвящена системному изложению методов диагностики прочности строительных конструкций, технологических регламентов контроля и способов повышения надежности на всех этапах жизненного цикла зданий.

Ключевые слова: строительно-техническая экспертиза, объект, деформация, надежность, методы диагностики.

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR THE RELIABILITY OF BUILDINGS: METHODS FOR DIAGNOSING STRENGTH AND TECHNOLOGICAL CONTROL REGULATIONS

Sergeev Yuri Dmitrievich
Sergeeva Alla Yurievna
Myasishchev Ruslan Yurievich

Abstract: In construction, the strength of a building's structural element is the key parameter that guarantees the durability and safety of the structure. It is this characteristic that makes it possible to assess the structure's ability to withstand various loads. If the structural elements are designed in accordance with the current regulatory documentation, sufficient strength is ensured, and therefore the likelihood of accidents is minimal – which is important for protecting human life and health. In addition, strong and reliable elements extend the service life of the building and reduce the costs of repair and maintenance. This monograph is devoted to a systematic presentation of methods for diagnosing the strength of building structures, technological control procedures, and ways to improve reliability at all stages of a building's life cycle.

Key words: construction and technical expertise, object, deformation, reliability, diagnostic methods.

1. Роль инструментальной диагностики прочности в организационно-технологическом обеспечении надежности

1.1. Прочность строительной конструкции как одна из ее главных эксплуатационных характеристик

Прочность – это свойство материала или конструкции

сопротивляться разрушению и изменению формы под действием внешних сил. В строительстве эта характеристика выступает в качестве одного из основных параметров, обеспечивающих и гарантирующих долговечность и безопасность здания или сооружения. Прочность дает возможность установить, насколько конструкция способна сопротивляться нагрузкам [1, с. 88]. Конструктивные элементы, выполненные согласно нормативной документации, имеют достаточную прочность, чтобы минимизировать вероятность аварий, что, в свою очередь, важно для защиты человеческой жизни и здоровья. Кроме того, если у строительных элементов достаточная прочность и надежность, срок эксплуатации здания продлевается, а расходы на его ремонт и содержание снижаются.

В случаях, предусмотренных законодательством, строительно-техническая экспертиза позволяет провести оценку качества и состояния зданий, а также проверку соответствия проектной и рабочей документации и хода строительных работ действующим стандартам и правилам [2, с. 62].

В строительной отрасли важнейшим параметром конструкций всегда считалась прочность, ведь именно от этого параметра зависит, будет ли здание в дальнейшем качественным и безопасным. Поэтому этот параметр необходимо постоянно контролировать на всех стадиях разработки проекта и возведения объекта [3, с. 479].

1.2. Цели оценки прочности конструкций

Оценка прочности конструкций необходима для ряда конкретных целей:

1. Гарантия надежности. То есть благодаря своевременной оценке прочности можно быть уверенным в том, что во время всего срока эксплуатации конструкция будет работать без поломок.

2. Обеспечение безопасности. То есть прочность должна быть достаточной для того, чтобы конструктивные элементы были способны выдержать нагрузки и не обрушиться.

3. Соблюдение требований действующей нормативной документации. То есть проверка конструкции на прочность должна быть проведена по определенным методикам.

4. Предотвращение чрезвычайных ситуаций. То есть если вовремя выявить возможные уязвимые места конструкции, то можно заблаговременно принять меры по усилению этих мест, тем самым избежать возможных аварийных ситуаций [4, с. 525].

Таким образом, осветив цели, для которых необходимо проводить оценку прочности, мы видим, что это действительно немаловажный этап в строительном процессе, ведь именно благодаря ему можно гарантировать, что построенное здание надежно и дальнейшее пребывание в нем людей безопасно для их жизни и здоровья.

На прочность – важнейшую эксплуатационную характеристику – влияют состав и свойства материала, из которого сделана конструкция. Условия, в которых конструкция используется, тоже влияют на прочность и долговечность [5, с. 71].

1.3. Нормативная база методов определения прочности

Для того чтобы определить прочность того или иного конструктивного элемента, разработаны специальные методики, подробно описанные в действующей нормативной литературе. Специалисты, проводящие в оборудованных лабораториях опыты для определения прочности конструкций, должны руководствоваться этими методиками. Эти методики созданы для самых разнообразных материалов, самыми распространенными из них считаются кирпич и бетон. Сделанные заранее образцы из материала, который предполагается исследовать, подвергаются испытаниям на растяжение и скручивание, изгиб и сжатие.

Со временем в ходе эксплуатации конструкции могут потерять свои первоначальные показатели, это относится и к показателям прочности, которые могут значительно снизиться. Поэтому необходимо с некоторой периодичностью проверять материал, из которого сделана

конструкция, на прочность, чтобы предотвратить возможную аварию [6, с. 69].

2. Методы определения прочности: классификация и технология применения

2.1. Классификация методов контроля прочности

Существует две главные группы проверки конструкции на прочность, а именно (рис.1):

Рис. 1. Классификация групп, включающих в себя методы для определения прочности

1. Группа, включающая в себя методы разрушающего контроля, подразумевающие полное или частичное разрушение исследуемого образца.

2. Группа, включающая в себя методы неразрушающего контроля, соответственно, подразумевающие отсутствие разрушения. Эти методы основаны на использовании разнообразных технических приборов. Если есть возможность, то эксперты стараются использовать именно эти методы [7, с. 012063].

2.2. Методы разрушающего контроля

Методы разрушающего контроля (РК) – это способы проведения оценки характеристик, в том числе и прочности определенных материалов и конструкций, основанные на их полном или частичном разрушении. В отличие от неразрушающего контроля, который сохраняет целостность объекта, разрушающий контроль подразумевает получение образцов (рис. 2).

Рис. 2. Методы разрушающего контроля, используемые в строительстве

Ключевые методы разрушающего контроля, которыми следует пользоваться при проведении оценки качества конструктивного элемента:

1. Методы, включающие в себя механические испытания:

- Испытание на растяжение: Благодаря ему определяются удлинение материала при растяжении и предел прочности.

- Испытание на сжатие: Оценивается прочностные характеристики материала на сжатие.
- Испытание на изгиб: Измеряется прочностные характеристики материала на изгиб.
- Испытание на удар: Определяется ударная вязкость материала (например, метод Шарпи).

2. Методы, включающие в себя испытания, использующие термическое воздействие:

- Испытания на термостойкость: Анализ материала на термостойкость проводится путем контролируемого теплового воздействия на образец с последующей фиксацией изменений его физических, химических или механических свойств. Главная цель таких испытаний – определить предельные температуры, при которых материал сохраняет свою целостность, форму и работоспособность.
- Испытание на термопроводность: Анализ теплопроводности материала проводят с помощью лабораторных приборов, измеряя скорость передачи тепла через образец. Основные подходы делятся на стационарные методы (постоянный тепловой поток) и нестационарные методы (импульсный нагрев, лазерная вспышка) результаты которых пересчитывают в коэффициент теплопроводности λ.

3. Методы, включающие в себя испытания, в которых используется химическое воздействие:

- Испытания, направленные на выявление возможной коррозии: проводится путем комбинирования условий экспозиции (где материал заставляют корродировать), и аналитических методов оценки (как измеряют полученные повреждения). Весь процесс строго регламентирован государственными стандартами (например, ГОСТ Р 9.905-2007).
- Испытания, направленные на выявление состава материала исследуемого образца: Испытания по определению состава материала

проводятся путем комплексного физико-химического анализа, который включает отбор пробы, подготовку поверхности, воздействие на нее излучением или реагентами и фиксацию полученных данных. Главная цель таких исследований - узнать точный элементный, молекулярный или фазовый состав образца.

4. Методы испытаний для проведения разрушающего контроля образцов при определенных статических и динамических нагрузках:

- Испытания на долговечность: проводят путем имитации реальных нагрузок и внешних условий, чтобы узнать срок его службы до разрушения или потери свойств. Образцы тестируют в лабораториях или на стендах, ускоряя процессы старения с помощью агрессивных факторов;
- Испытания на выявление усталости: в ходе данных испытаний применяются циклические нагрузки, и определяется, сколько таких циклов может выдержать материал.

5. Испытания на трещиностойкость:

- При проведении испытаний применяются такие максимальные нагрузки, которым исследуемый материал может противостоять. Эти нагрузки применяются до того момента, пока не начнут образовываться трещины, на этом моменте необходимо прекращать опыт.

2.3. Методы неразрушающего контроля

Методы неразрушающего контроля (НК) – это те методы, которым при возможности отдают предпочтение эксперты, и это не случайно, ведь нет необходимости демонтажа конструкции и создания образцов из материала, который необходимо исследовать. То есть эксперты на строительной площадке используют разнообразные приборы и устройства, таким образом, можно в минимальные сроки с высокой точностью определить, в каком состоянии находится конструкция, и требуются ли какие-либо меры по его улучшению (рис. 3).

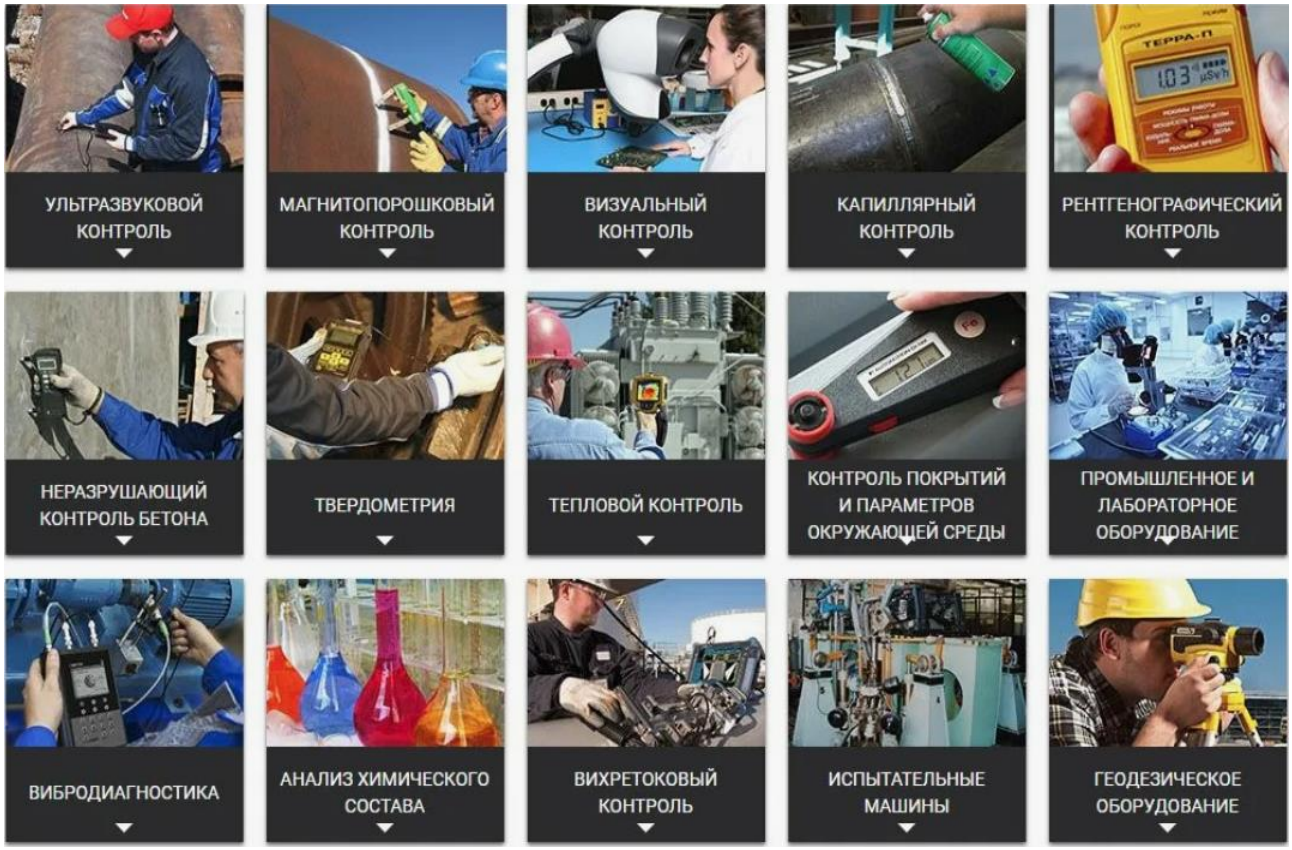


Рис. 3. Методы неразрушающего контроля, используемые в строительстве

1. Испытания, включающие в себя визуальный контроль:

- Это такие испытания, в ходе которых проводится тщательный осмотр с помощью видеонаблюдения. То есть внимательно осматриваются объекты и фиксируются видимые и требующие устранения дефекты. Можно заметить такие дефекты как коррозия или трещины. Если того требует ситуация, можно воспользоваться некоторыми приборами для увеличения.

2. Испытания, включающие в себя ультразвуковой контроль:

- Эти испытания хороши тем, что позволяют выявить внутренние дефекты исследуемых конструкций благодаря ультразвуковому излучению. В ходе испытаний применяются ультразвуковые датчики, которые отправляют и принимают сигналы.

3. Испытания, включающие в себя рентгенографический контроль:

- Если необходимо узнать внутреннюю структуру объекта, то применяют устройства, работающие с рентгеновским излучением. Таким образом, можно быстро и точно определить многие дефекты и, следовательно, в дальнейшем устранить.

4. Испытания, включающие в себя магнитный контроль:

- Эти испытания проводятся по такому принципу: объект, который необходимо исследовать, намагничивается, после этого анализируется его магнитное поле. Если будут найдены какие-либо дефекты, то магнитное поле испытуемого объекта изменится.

5. Испытания, включающие в себя акустико-эмиссионный контроль:

- При проведении данных испытаний исследуемый объект оказывается под нагрузкой на определенное время. В момент появления повреждений возникают звуковые волны, которые измеряются, и на основании которых делается заключение о характере дефектов [8, с. 54].

2.4. Выбор методов контроля прочности строительных конструкций

На основании изложенного методы определения прочности конструкций подразделяются на разрушающие и неразрушающие. Обе группы имеют как свои преимущества, так и свои недостатки и ограничения в применении. Основные характеристики данных методик представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение методов контроля прочности

Критерии сравнения	**Разрушающие методы**	**Неразрушающие методы**
Необходимость отбора образцов	Да	Нет
Точность	Высокая	Средняя / высокая

Продолжение таблицы 1

Скорость получения результата	Низкая	Высокая
Стоимость	Высокая	Относительно низкая
Применимость на действующих объектах	Ограничена	Широкая
Повреждение конструкции	Есть	Нет

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что выбор метода базируется на четкой специфической цели, которую ставит перед собой исследователь. Неразрушающие методы проводятся быстро, позволяют определить техническое состояние конструкции без ее повреждения, но их точность значительно проигрывает разрушающим методам, проводимым в лаборатории, а интерпретация результатов требует достаточно высокой квалификации специалиста, проводящего неразрушающий контроль. Разрушающие методы, в свою очередь, дают значительно более точные данные, но требуют отбора образцов, что значительно ограничивает применение таких методов.

В результате проведенного анализа авторами предложен алгоритм выбора методов для контроля прочности строительных конструкций (рис. 4).

Данный алгоритм позволяет оптимизировать диагностику, сократить время и затраты на проведение технического обследования и сохранить достоверность полученных результатов.

Каждый из представленных методов для определения эксплуатационных характеристик может быть применен в определенной ситуации, в зависимости от целей и задач, а также условий эксплуатации. Строительно-техническая экспертиза включает в себя все эти методы и поэтому способна оценить состояние и качество строительных объектов максимально точно.

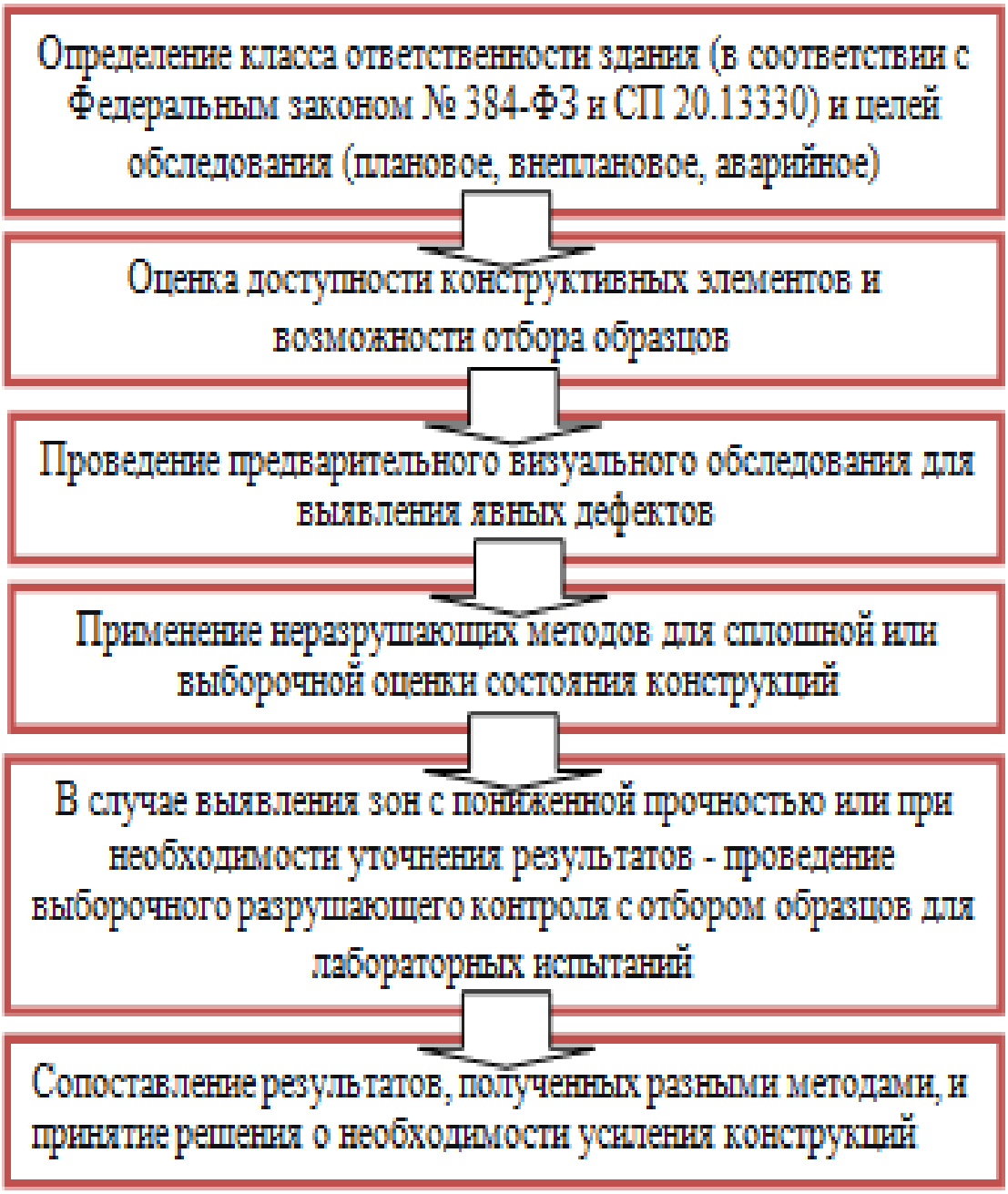


Рис. 4. Алгоритм выбора методов контроля прочности

Обеспечение необходимой достаточной прочности позволяет предотвратить обрушения и аварии, что важно для защиты жизни и здоровья людей. Таким образом, выявление прочностных характеристик конструктивных элементов играет наиболее важную роль в обеспечении надежности и безопасности зданий и сооружений.

3. Способы повышения надежности зданий и сооружений, строительных конструкций. Технологические регламенты

3.1. Нормативная база и технологические регламенты

Технологические регламенты контроля прочности и надежности строительных конструкций представляют собой совокупность организационно-технических требований к процедурам диагностики, оценке результатов и принятию решений по усилению конструкций. В свою очередь, обязательные для исполнения нормативные требования к проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации конструкций устанавливаются сводами правил и национальными стандартами, применение которых обеспечивает соблюдение требований Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Ниже приведены действующие редакции нормативных документов с учетом всех зарегистрированных изменений и поправок на момент публикации. Основными документами, регламентирующими обеспечение надежности в Российской Федерации, являются:

- СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»;
- СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции»;
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»;
- ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения»;
- СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия».

3.2. Обязательные процедуры по этапам жизненного цикла

Технологические регламенты устанавливают обязательные процедуры на всех этапах жизненного цикла конструкции (рис. 5).

Соблюдение технологических регламентов является обязательным условием достижения проектного уровня надежности [9, с. 65].

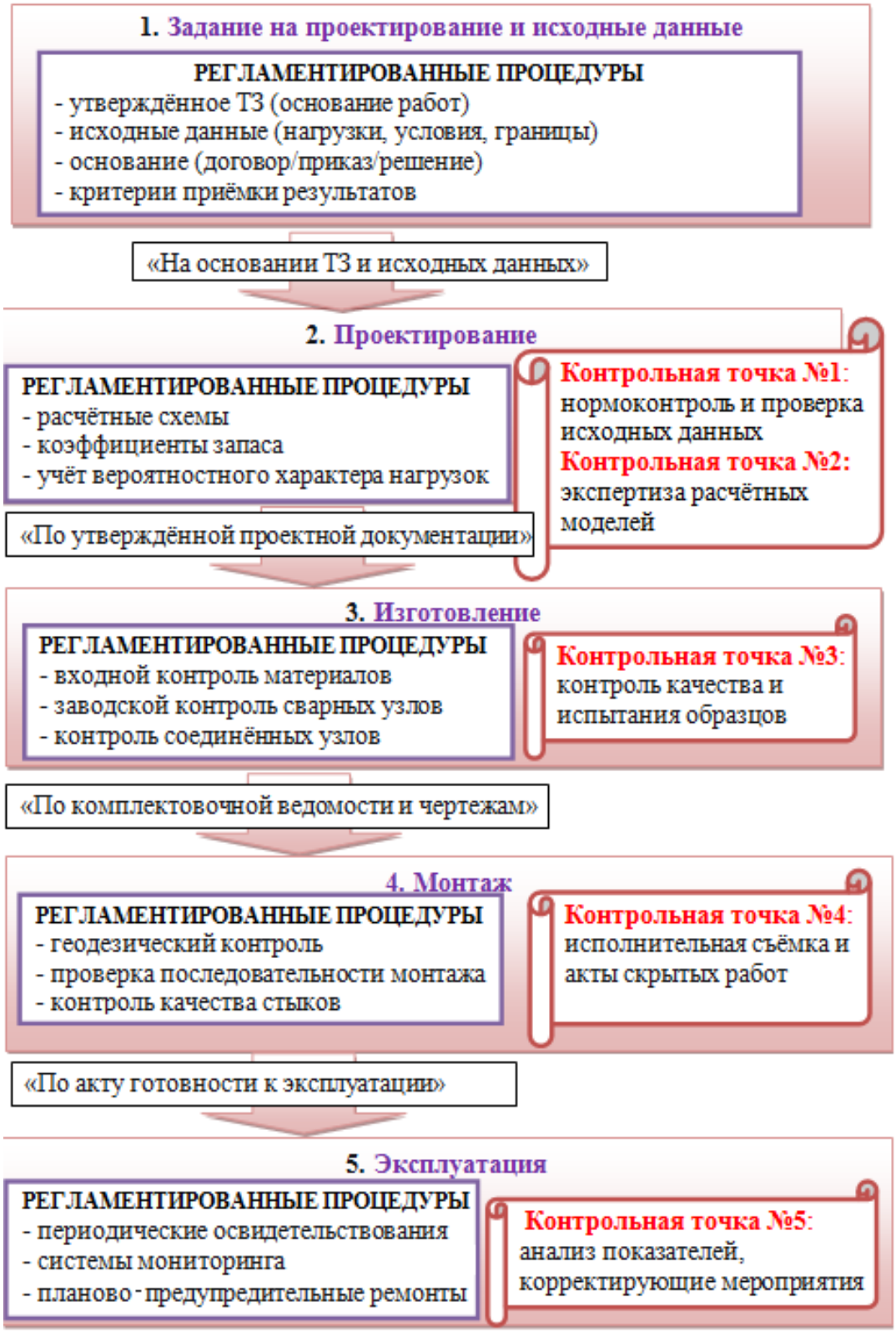


Рис. 5. Регламентированные процедуры и система контроля на этапах жизненного цикла объекта

4. Количественная оценка надежности. Вероятностный подход

4.1. Основное условие надежности

Надежность любой конструкции является конструктивным параметром, закладываемым на этапе проектирования. При этом все рабочие характеристики, внешние нагрузки и прочностные свойства материалов носят вероятностный характер. Поэтому оценка надежности базируется на методах теории вероятностей и математической статистики [10, с. 12].

Основное условие прочности записывается как:

$S \leq R$

где:

S - обобщенный эффект воздействия (усилие, напряжение, момент и т.п.);

R - обобщенное предельное сопротивление (несущая способность, предел прочности, предельный момент и т.п.).

Обе величины являются случайными, поэтому условие прочности должно выполняться с некоторой вероятностью, а не гарантированно.

4.2. Коэффициент запаса и характеристика безопасности

Отношение математических ожиданий несущей способности и напряжений (средний коэффициент запаса по вероятностной модели) определяется как:

$n = m_R / m_S$

где:

m_R - математическое ожидание несущей способности;

m_S - математическое ожидание напряжений.

В отличие от детерминированного коэффициента запаса, устанавливаемого нормативными документами, данное отношение характеризует лишь среднестатистический запас в принятой вероятностной модели.

Для того чтобы перейти к вероятности безотказной работы от установленного коэффициента запаса, используется характеристика

безопасности β (гауссовский уровень надежности):

$$\beta = \frac{n-1}{\sqrt{n^2 K_R^2 + K_S^2}}$$

где:

K_R – коэффициент вариации несущей способности;

K_S – коэффициент вариации напряжений.

4.3. Вероятность безотказной работы

Для того чтобы определить итоговую вероятность безотказной работы H (т.е. надежность), требуется использовать функцию стандартного нормального распределения, т.е. интеграл вероятностей:

$$H = \Phi(\beta)$$

В данном случае Ф является функцией стандартного нормального распределения:

$$\Phi(\beta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{t^2}{2}} dt .$$

Присутствует строгая монотонная зависимость: чем сильнее увеличивается значение β, тем сильнее увеличивается вероятность безотказной работы конструкции за заданный срок службы.

4.4. Вероятностное соотношение несущей способности и нагрузок

Для того чтобы определить надежность, нужно посчитать соотношение двух случайных распределений: обобщённого эффекта воздействия *f(S)*, т.е. распределения действующих нагрузок, и обобщённого предельного сопротивления *f(R)*, т.е. распределения несущей способности. На рисунке 6 указана интерференция плотностей этих распределений. По оси абсцисс отложен обобщенный параметр состояний конструкций, по оси ординат – плотность распределения вероятностей.

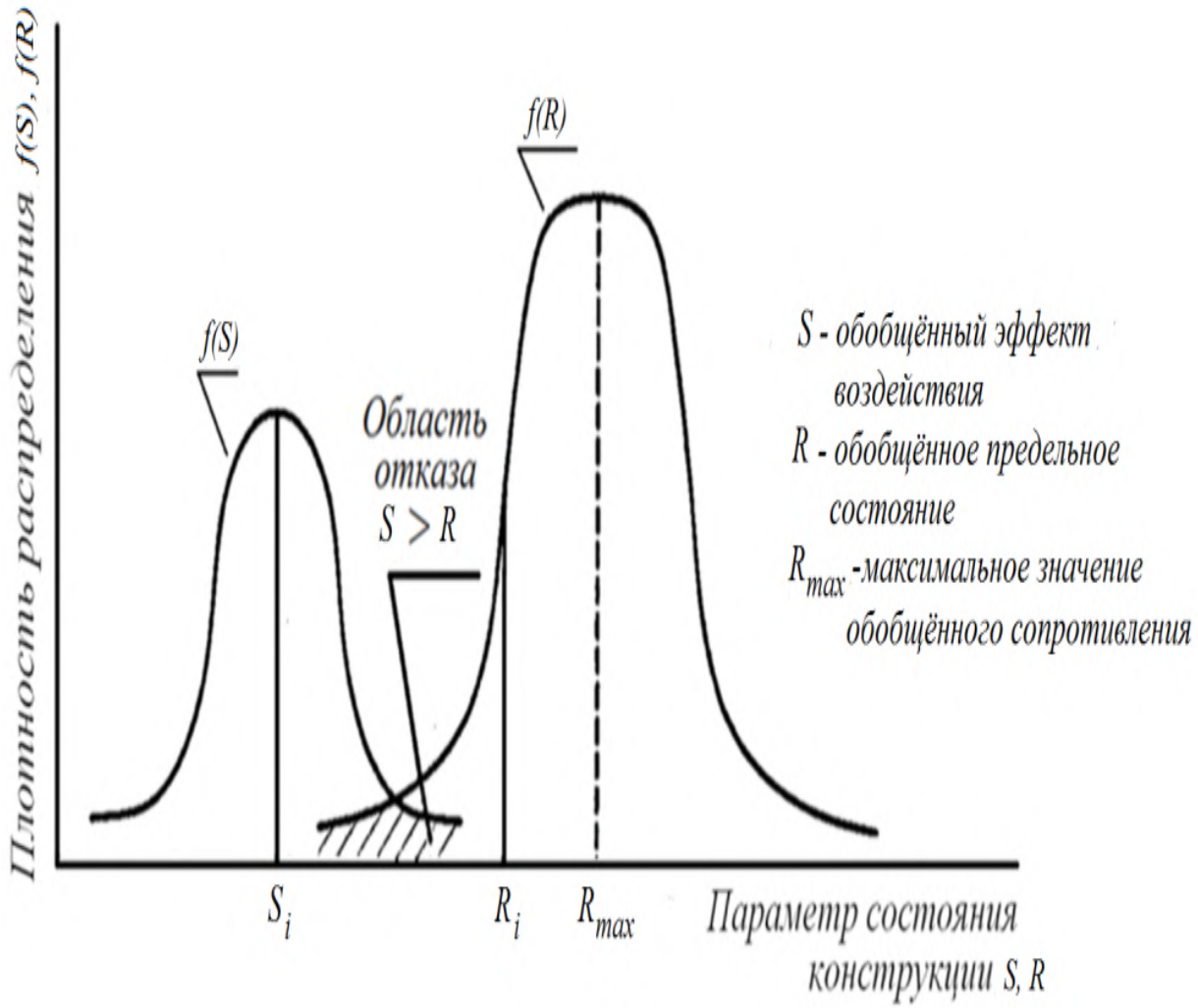


Рис. 6. Интерференция плотностей распределения обобщенного эффекта воздействия *f(S)* и обобщенного предельного сопротивления *f(R)*

Зона пересечения распределений соответствует вероятности отказа. Чем меньше перекрытие, тем выше надежность. Коэффициенты запаса сдвигают распределение R вправо (в сторону увеличения R_{max}) уменьшая зону риска. Однако бесконечное увеличение запаса нецелесообразно экономически, поэтому задача проектировщика – найти оптимальный баланс, при котором требуемая надежность достигается с минимальными затратами [11, с. 409].

5. Изменение надежности во времени способы ее повышения

5.1. Экспоненциальный закон снижения надежности

В процессе эксплуатации надежность конструкции не остается постоянной. Ее относительное значение y(t) изменяется во времени. В общем случае связь между надежностью и интенсивностью отказов λ(t) описывается соотношением:

$$y(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(\tau)d\tau\right]$$

где:

y(t) – текущий уровень надежности;

y_0 – начальный уровень надежности (на момент ввода в эксплуатацию);

λ(t) – интенсивность отказов, зависящая от времени;

t – время эксплуатации.

Величина накопленных повреждений ε(t) растет пропорционально снижению надежности:

$$\varepsilon(t) = 1 - y(t) = 1 - \exp\left[-\int_0^t \lambda(\tau)d\tau\right]$$

В частном случае, когда интенсивность отказов постоянна (λ(t) = const = λ), данное выражение переходит в классический экспоненциальный закон:

$$y(t)=e^{-\lambda t}$$

Однако для строительных конструкций в общем случае λ(t) не является постоянной, что требует учета ее изменения во времени.

5.2. Интенсивность отказов во времени

Интенсивность отказов λ(t) в течение жизненного цикла конструкции изменяется по U-образной кривой, которая имеет три характерных этапа (рис. 7).

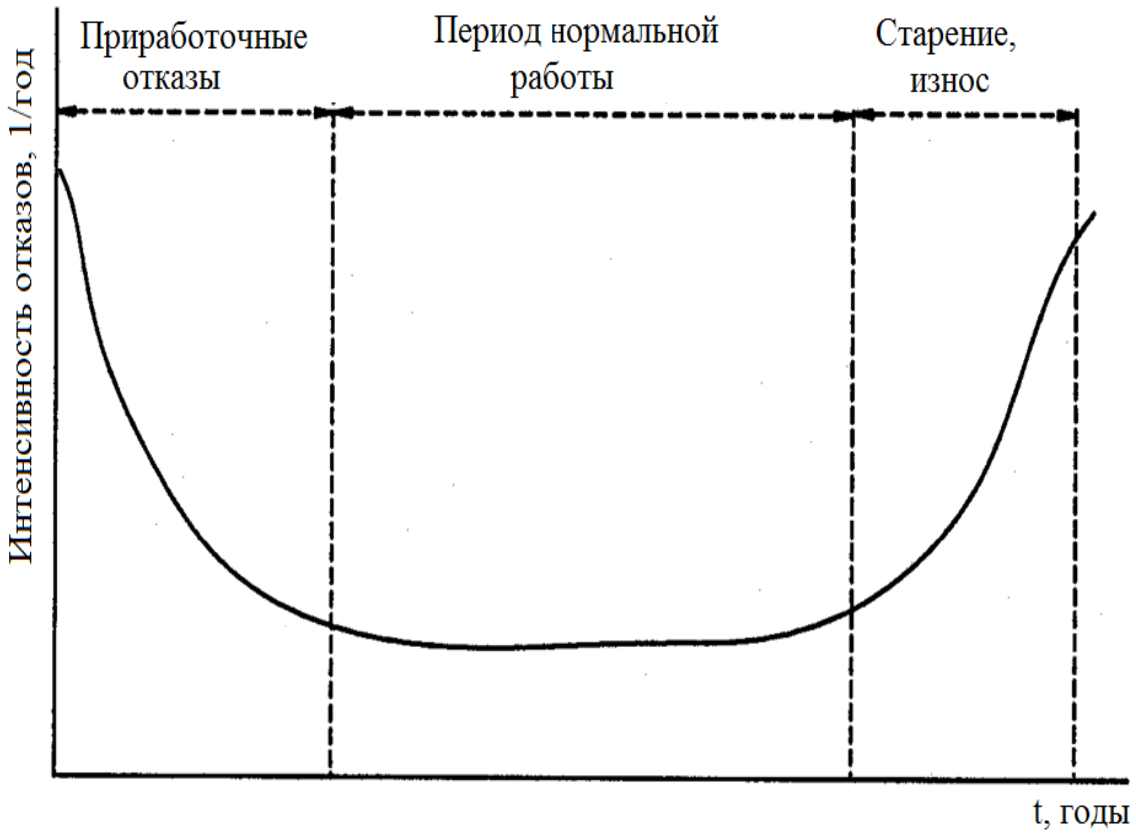


Рис. 7. Изменение интенсивности отказов во времени

- Период приработки – высокий уровень отказов из-за скрытых дефектов материалов и монтажа. Отказы устраняются в гарантийный период.

- Период нормальной эксплуатации – интенсивность отказов стабильно низкая. Основные причины отказов – случайные внешние воздействия.

- Период старения – интенсивность отказов резко возрастает из-за накопленных повреждений, коррозии и усталости материалов.

Таким образом, для корректного прогнозирования остаточного ресурса необходимо использовать общую зависимость $y(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(\tau)d\tau\right]$, а экспоненциальный закон с постоянной λ применяется лишь как частный случай для периода нормальной эксплуатации, где интенсивность отказов приблизительно постоянна.

Своевременное техническое обслуживание и мониторинг позволяют продлить второй этап и отсрочить наступление третьего [12, с. 125].

5.3. Основные способы повышения надежности

Способы повышения надежности классифицируются по этапам жизненного цикла конструкции (рис. 8).

Рис. 8. Методики и способы повышения надежности

5.4. Особые требования для уникальных зданий

Для уникальных большепролетных и высотных сооружений требования к надежности ужесточаются, и в дополнение к стандартным общим способам повышения надежности требуется добавлять следующие:

- требуется проводить расчеты с пошаговым нагружением, которые будут производиться в геометрически нелинейной постановке,
- разрабатывать отдельные Специальные Технические Условия (СТУ),
- выполнять динамические расчеты на ветровые и сейсмические воздействия,
- добавлять в проект разделы «Требования к эксплуатации», «Паспорт объекта»,
- проводить расчет сценариев для удаления отдельных элементов, и предусматривать защиту от прогрессирующего обрушения.

Подводя итог, можно заключить, что, для того чтобы свести риски отказов на всех этапах жизненного цикла к минимуму, максимально увеличить срок службы конструкций, обеспечить нормативный требуемый уровень безопасности конструкций при экономически обоснованных затратах, максимально возможно снизить эксплуатационные затраты за счет уменьшения количества внеплановых ремонтов, требуется применение указанных в данной работе вероятностных методов, численного моделирования, способов повышения надежности, а также соблюдение технических регламентов.

Список литературы

1. Сергеева А. Ю. Диагностические задачи строительно-технической экспертизы при определении причин аварийности здания / А.Ю. Сергеева, Ю. В. Мясищев, Е. Н. Шугаева, Ю. Д. Сергеев // Строительство и недвижимость. – Воронеж, 2021. № 2 (9). С. 87–92.

2. Сергеева А. Ю. Методология обследования технического состояния зданий и сооружений / А. Ю. Сергеева, И. С.Воронин, Р. Ю. Мясищев, Ю. Д. Сергеев // Строительство и недвижимость. – Воронеж, 2026. – № 1 (22). С.59–65.

3. Шеина С. Г. Способы повышения надежности зданий при принятии организационно-технологических решений в условиях неопределенности / С. Г. Шеина, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев, А. Ю. Сергеева, А. В. Мищенко // Инженерный вестник Дона. – Ростов-на-Дону, 2024. № 10 (118). С. 476–489.

4. Мищенко В. Я. Выявление и классификация дефектов строительных конструкций по установленным критериям эксплуатационного износа / В. Я. Мищенко, С. Г. Шеина, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев, А. Ю. Сергеева // Инженерный вестник Дона. – Ростов-на-Дону, 2024. – № 2 (110). С. 520–535.

5. Мясищев Ю. В. Факторы, воздействующие на технико-эксплуатационное состояние строительных конструкций / Ю. В. Мясищев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев // Строительство и недвижимость. – Воронеж, 2018. №1-1 (2). С. 67–74.

6. Сергеева А. Ю. Инструментальный контроль технического состояния стройобъекта в ходе сплошного технического обследования / А. Ю. Сергеева, Д. И. Русанов, А. А. Розанов, Ю. Д. Сергеев // Строительство и недвижимость. – Воронеж, 2025. – № 3 (18). С. 76–83.

7. Mishchenko V. Ya. Selection of methods of inspection of building structures to prevent damage / V. Ya. Mishchenko, Yu. D. Sergeev, A. Yu. Sergeeva, V. Yu. Myasischev, R. Yu. Myasischev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference Safety Problems of Civil Engineering Critical Infrastructures. Ural Federal University. 2020. С. 012063.

8. Сергеев Ю. Д. Оптимизация процесса обследования несущих конструкций предаварийных зданий / Ю. Д. Сергеев, А. Ю. Сергеева,

А. В. Мищенко, Ю. В. Мясищев, Р. Ю. Мясищев // ФЭС: Финансы. Экономика. 2019. Т. 16. № 3. С. 52–56.

9. Мясищев Ю. В. Разработка модели мониторинга промышленной и экологической безопасности по объективной оценке состояния нагрузок и несущей способности конструкций / Ю. В. Мясищев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев // Строительство и недвижимость. – Воронеж, 2018. №1-1 (2). С. 63–67.

10. Мясищев Ю. В. Прогнозирование строительного производства в системе стратегического планирования [Текст] / Ю. В. Мясищев, Р. Ю. Мясищев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей. Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России – синтез наук в конкурентной экономике. Реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции. 2018. С.11–13.

11. Шеина С. Г. Определение технического состояния строительных конструкций методом максимального правдоподобия / С. Г. Шеина, В. Я. Мищенко, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев, А. Ю. Сергеева // Инженерный вестник Дона. – Ростов-на-Дону, 2024. № 2 (110). С. 408–425.

12. Сергеева А. Ю. Исследование обеспечения долговечности несущих конструкций в процессе эксплуатации / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Ю. В. Мясищев, Р. Ю. Мясищев // Строительство и недвижимость. – Воронеж, 2020. № 2 (6). С. 124–129.

© Сергеев Ю.Д., Сергеева А.Ю., Мясищев Р.Ю., 2026

Глава 15.
РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДОНБАССА В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Бурик Наталья Александровна
старший преподаватель
Донецкий институт управления – филиал
ФГБОУ ВО «Российская академия
народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации»

Аннотация: В работе выполнен комплексный анализ влияния экологических проблем Донбасса на состояние и перспективы использования ресурсного потенциала региона. На основе количественных данных, включая показатели превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, площади уничтоженных лесов и масштабы загрязнения водных объектов, показан кумулятивный характер экологического ущерба. Введены и обоснованы понятия «отрицательного капитала» и «эффекта экологического замещения», раскрывающие механизм трансформации промышленно развитого региона в зону экологического неблагополучия с высокими операционными издержками. Разработана классификация воздействия экологических проблем на экономические показатели региона. Сформулированы рекомендации по интеграции экологических приоритетов в стратегии регионального развития на основе принципов устойчивого развития и циркулярной экономики.

Ключевые слова: ресурсный потенциал, техногенная нагрузка, экологический ущерб, Донбасс, деградация экосистем, региональное планирование, устойчивое развитие.

RESOURCE POTENTIAL OF DONBASS IN THE CONTEXT OF THE ENVIRONMENTAL CRISIS: PROBLEMS AND PROSPECTS FOR RECOVERY

Burik Natalia Aleksandrovna

Abstract: The paper provides a comprehensive analysis of the impact of environmental problems in Donbas on the state and prospects of using the region's resource potential. Based on quantitative data, including indicators of exceeding the maximum permissible concentrations of pollutants, the area of destroyed forests, and the extent of water pollution, the cumulative nature of environmental damage is demonstrated. The concepts of «negative capital» and «environmental substitution effect» are introduced and substantiated, revealing the mechanism of transforming an industrialized region into an area of environmental distress with high operational costs. A classification of the impact of environmental problems on the economic indicators of the region has been developed. Recommendations have been formulated for integrating environmental priorities into regional development strategies based on the principles of sustainable development and a circular economy.

Key words: resource potential, technogenic load, environmental damage, Donbas, ecosystem degradation, regional planning, sustainable development.

Исторически Донбасс сформировался как крупнейший индустриальный комплекс, социально-экономическое развитие которого опиралось, в первую очередь, на интенсивную эксплуатацию природно-ресурсного потенциала, а такое преобладание добывающих и энергоемких отраслей промышленности привело к колоссальной нагрузке на природные экосистемы. Военные действия, развернувшиеся на территории Донбасса, резко усугубили существующие экологические

проблемы. Поэтому в настоящее время регион характеризуется глубоким экологическим дисбалансом, вызванным наслоением последствий масштабных военных действий на техногенную нагрузку прошлых десятилетий.

Разрушение промышленных объектов, неконтролируемое затопление шахтных выработок, образование большого количества техногенных свалок, последствия применения взрывчатых веществ привели к ускоренной деградации природной среды, загрязнению территорий и возникновению новых долгосрочных экологических угроз, которые не только радикально меняют облик региона, но и объективно требуют пересмотра традиционных подходов к оценке ресурсного потенциала Донбасса, что и обусловило актуальность и выбор темы исследования.

Влияние антропогенной нагрузки на природную среду Донбасса рассматривались в работах многих отечественных и зарубежных ученых: Бондаря А.С., Груздева В.С., Кононова И.Ф., Кононова Н.Б., Кравченко А.В., Крайнова С.Р., Матвеева А.Н., Степуры А.В., Синельщикова Р.Г. и пр. Вопросы взаимодействия экономики и природной среды, а также механизмы функционирования эколого-экономических систем рассматривались в работах: Александрова И.А., Гурмана В.И., Рюмина Е.В., Лемешева М.Я., Литовки О.П., Павлова К.В., Якобсона А.Я. и др. [1, 3]. В то же время большинство существующих исследований сосредоточено либо на узкоспециализированных экологических аспектах, либо на сугубо экономических показателях добывающей промышленности. Отдельно следует отметить недостаточную исследованность экологических последствий военных действий. Имеющиеся исследования в данной сфере обычно акцентируют внимание на экономических и социальных убытках, а экологическая составляющая при отсутствии явной ядерной угрозы не учитываются [2]. Поэтому, несмотря на имеющиеся исследования, комплексная взаимосвязь между накопленным

экологическим ущербом и фактической доступностью ресурсного потенциала в условиях современных техногенных и геополитических реалий остается недостаточно исследованной.

Цель работы – проанализировать влияние ключевых экологических проблем Донбасса на состояние и перспективы использования ресурсного потенциала региона, а также обосновать необходимость учета экологических рисков в стратегиях восстановления экономики.

Для начала обратим внимание на основные экологические проблемы региона, которые оказывают глубокое и зачастую необратимое влияние на его природно-ресурсный потенциал. Системный анализ этих проблем был недавно представлен в первом комплексном научно-экспертном труде – «Белой книге» Донбасса и Новороссии, подготовленной ФГБУ «ВНИИ Экология» при участии академиков РАН [5, 6]. Данный документ обобщает результаты многолетних наблюдений и позволяет оценить масштаб деградации ключевых компонентов окружающей среды в количественных показателях. Рассмотрим их последовательно по основным природным средам.

Мониторинг, проводимый Министерством природных ресурсов и экологии ДНР в 2026 году, демонстрирует неоднородную картину. Так, результаты мониторинга качества атмосферного воздуха в апреле 2026 г. в промышленных центрах Донецкой агломерации (Донецк, Макеевка, Горловка, Енакиево, Мариуполь) зафиксировали устойчивое соблюдение санитарно-гигиенических нормативов по среднемесячным показателям содержания диоксида азота, фенола, аммиака, диоксида серы и оксида углерода. В динамике относительно предыдущего месяца наблюдалась выраженная положительная тенденция снижения аэрозольной нагрузки: в Макеевке зафиксировано трёхкратное уменьшение массовой концентрации пыли, в Донецке — двукратное [7]. Вместе с тем пространственный анализ выявил сохранение локальных зон устойчивой антропогенной нагрузки. В Мариуполе и Енакиево систематически

регистрируются превышения фоновых уровней по взвешенным веществам, а в Мариуполе и по формальдегидам [7].

Вооружённый конфликт и сопутствующие пожары обусловили катастрофический урон лесному фонду региона. Согласно сводным данным, собранным в «Белой книге», кумулятивные потери лесных площадей за период 2014–2025 гг. достигли критических значений: на территории Донецкой Народной Республики площадь утраченных лесных массивов составляет свыше 20 тыс. гектаров, а Луганской Народной Республике – более 50 тыс. га [5, 8]. Критической проблемой, существенно снижающей возможность реабилитации лесных экосистем, выступает высокая заминированность лесных территорий: наличие неразорвавшихся боеприпасов и минно-взрывных устройств мешает не только биологической рекультивации и лесовосстановительным мероприятиям, но и тушению пожаров. По оценочным данным, площадь заминированных территорий лесного фонда в ДНР составляет не менее 23 тыс. га, а в ЛНР – 105 тыс. га, что фактически парализует противопожарные и лесохозяйственные работы в указанных локациях [8, 9].

Полное восстановление уничтоженных лесов, по оценкам специалистов, займет около двадцати лет [9]. Особо охраняемые природные территории, включая «Асканию-Нова», «Степь Донецкую», «Святые Горы» и «Меотиду», также понесли значительный ущерб [10]; на территории ландшафтного парка «Донецкий кряж» зафиксировано около 10 тыс. воронок от снарядов [8].

Почвы Донбасса аккумулируют техногенные выбросы, а высокий региональный геохимический фон тяжелых металлов усугубляется военными разрушениями [10]. Данные «Белой книги» и независимых исследований фиксируют критические превышения содержания загрязняющих веществ. На территории парка «Донецкий кряж» превышения фоновых значений составили: по свинцу (подвижная форма) – в 14 раз, по цинку (подвижная форма) – в 9000 раз, по

нефтепродуктам – в 400 раз, по подвижному фосфору – в 240 раз [5, 10]. В зоне влияния горящих породных отвалов загрязнение распространяется на расстояние до 500 м, при этом содержание кадмия в почве на расстоянии 100 м превышало ПДК в 3,3 раза, а ртути, мышьяка и свинца – в 1,2–1,3 раза [11]. В наиболее «грязных» районах Донецка превышение ПДК по свинцу достигало 112,5 раза, по кадмию – 2815 раз, по меди – 133 раза [9].

Качество водных ресурсов региона снизилось в два раза [5]. Разрушение плотины Каховской ГЭС в 2023 году привело к затоплению 600 кв. км территорий, гибели до 85 % ихтиофауны в нижнем течении Днепра (общая масса погибшей рыбы – не менее 100 тыс. тонн), а экономический ущерб оценен более чем в 11 млрд рублей [5, 12]. Снижение уровня воды в Каховском водохранилище спровоцировало угрозу опустынивания, в частности, в заповеднике «Аскания Нова» зафиксировано образование пылевых вихрей [10]. Дополнительную угрозу представляют затопленные шахты: их воды, поднимаясь, смешиваются с грунтовыми и поверхностными водами, загрязняя их тяжелыми металлами (кадмий, свинец, цинк, мышьяк), сульфатами, хлоридами и нефтепродуктами [5, 8].

Экологические проблемы Донбасса имеют не только прямой экономический эффект в виде затрат на ликвидацию последствий загрязнения, но и оказывают разрушительное воздействие на трудовой потенциал региона, т.е. совокупную способность населения региона к производительному труду. В условиях Донбасса эта компонента ресурсного потенциала претерпевает системную деградацию под влиянием как прямых военных факторов, так и опосредованных через ухудшение качества среды обитания.

Качество окружающей среды напрямую определяет состояние здоровья населения, и, следовательно – его трудоспособность и производительность. Чрезвычайно высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в промышленных центрах ведет к росту

респираторных и сердечнососудистых заболеваний [7]. Водный кризис несет угрозу вспышек инфекционных заболеваний, передающихся через воду. Затопление шахт и подъем высокоминерализованных вод к поверхности, насыщенной тяжелыми металлами, создает долгосрочную угрозу химического загрязнения водных горизонтов. Эти факторы формируют устойчивое ухудшение качества человеческого капитала: рост заболеваемости, снижение трудоспособности, ускоренный износ человеческого организма под воздействием хронической интоксикации.

Сочетание экологического неблагополучия и военной угрозы запускает механизм вынужденной миграции, который имеет избирательный характер: в первую очередь регион покидают наиболее мобильные, квалифицированные и предприимчивые слои населения – молодые специалисты, работники высокой квалификации, семьи с детьми [13]. Остаются преимущественно пожилые люди, которые не в состоянии или не хотят мигрировать, а также лица с низкой конкурентоспособностью на рынке труда. Это приводит к деградации возрастной и профессиональной структуры трудовых ресурсов: регион теряет репродуктивный и инновационный потенциал, консервируя свою социально-экономическую отсталость.

Влияние вышеперечисленных экологических проблем на эффективность использования ресурсного потенциала региона можно представить в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1

Влияние экологических проблем на снижение ресурсного потенциала региона

Экологические проблемы	Показатели снижения ресурсного потенциала
Загрязнение и истощение водных ресурсов	снижение качества воды; дефицит водных ресурсов для промышленности, сельского хозяйства и муниципальных нужд; рост стоимости водоподготовки.

Продолжение таблицы 1

Нарушение гидрогеологического режима	снижение качества и доступности питьевых вод (в т.ч. в глубоких горизонтах); увеличение энергозатрат на подъем воды; рост рисков проседания земной поверхности.
Подтопление территорий (вследствие остановки откачки шахтных вод)	утрата инфраструктурного потенциала вследствие разрушения фундаментов зданий и дорог; угроза подтопления подземных коммуникаций; безвозвратная потеря месторождений.
Деградация и истощение почв	вывод земель из сельскохозяйственного оборота под размещение промышленных отходов; снижение биологической продуктивности почв; рост затрат на рекультивацию земель; снижение продовольственной безопасности.
Деградация биоразнообразия и экосистем	снижение рекреационного потенциала; снижение привлекательности региона для долгосрочных инвестиций.
Накопление промышленных отходов	отчуждение земельных площадей из хозяйственного оборота; повышенный риск техногенных аварий; дополнительные затраты на мониторинг и содержание потенциально опасных объектов.
Загрязнение атмосферного воздуха	снижение производительности труда (из-за роста уровня заболеваемости); рост расходов системы здравоохранения; ускоренный износ производственных активов; отток человеческого капитала.
Деградация трудового потенциала	количественное сокращение населения и рабочей силы; качественное ухудшение здоровья и трудоспособности; разрушение системы рабочих мест и профессиональной структуры; структурное искажение половозрастного и квалификационного состава оставшихся кадров.

Каждая из рассмотренных экологических проблем оказывает прямое и измеримое влияние на конкретные компоненты ресурсного потенциала – от стоимости водоподготовки до оттока человеческого капитала (табл. 1). Однако для более полного раскрытия взаимосвязи «экологические проблемы – ресурсный потенциал» необходимо рассматривать процессы экологической деградации и истощения ресурсного потенциала не как изолированные явления, а как кумулятивный процесс, непосредственно влияющий на экономические показатели региона.

Следует отметить, что ограниченность качественных природных ресурсов, вызванная антропогенной нагрузкой, провоцирует эффект экономического замещения. В условиях дефицита чистой воды, качественных земельных площадей или чистого воздуха экономическая система региона вынуждена «отвлекать» значительные объемы накопленного финансового капитала от инвестиций в технологические инновации и развитие человеческого потенциала. Средства направляются на вынужденное поддержание экологического равновесия и ликвидацию последствий загрязнения. Таким образом, экологический кризис запускает механизм торможения научно-технического прогресса: переориентация экономических ресурсов на купирование последствий техногенного воздействия исключает возможность проведения структурной трансформации и закрепляет технологическую отсталость региона [3]. Данный феномен в экономической литературе получил название «эффект экологического замещения капитала» и был подробно проанализирован в работах Е.В. Рюминой и В.И. Гурмана применительно к регионам с высокой антропогенной нагрузкой [3].

Деградация ресурсного потенциала происходит нелинейно в силу синергетического взаимодействия экологических проблем. Сочетание нескольких факторов – например, одновременного загрязнения атмосферного воздуха и деградации почвенного покрова – снижает совокупный потенциал региона в кратно большей степени, чем сумма

этих факторов, рассматриваемых по отдельности. Данная синергия проявляется в ускоренном износе производственных фондов (из-за агрессивной среды), снижении биопродуктивности территорий и росте заболеваемости населения, что в комплексе приводит к масштабной утрате конкурентоспособности. Как отмечают исследователи эколого-экономических систем, эффект синергии возникает именно потому, что экологические компоненты находятся в состоянии тесной взаимосвязи: загрязнение атмосферы ускоряет коррозию оборудования и одновременно ухудшает качество почв через кислотные дожди, что в совокупности порождает издержки, значительно превышающие сумму издержек от каждого фактора в отдельности [4]. Научный анализ показывает, что игнорирование взаимосвязи между этими проблемами при разработке региональных стратегий приводит к неэффективности экологических мероприятий, так как изолированное решение одной проблемы не устраняет совокупный ущерб, обусловленный их системным взаимодействием.

До определенного момента влияние экологических проблем на ресурсный потенциал оставалось скрытым, однако по достижении некой «критической точки» качественные показатели среды резко ухудшаются, что влечет за собой скачкообразный рост издержек. Например, прогрессирующий рост себестоимости продукции из-за усложнения добычи и необходимости дополнительной очистки ресурсов, снижение инвестиционной привлекательности территории из-за значительных экологических рисков, а также вынужденное перераспределение бюджетных средств в пользу ликвидации последствий техногенных катастроф и поддержания социальной инфраструктуры, вместо направления их на развитие и модернизацию [2]. Этот пороговый эффект был эмпирически подтвержден в исследованиях эколого-экономического состояния Донбасса, проведенных О.Л. Дариенко и А.Э. Дейной, которые показали, что превышение определенного уровня техногенной

нагрузки переводит экологическую систему в состояние с качественно иными параметрами функционирования [2].

Таким образом, можно сказать, что ключевой теоретической проблемой современной региональной экономики является эффект «отрицательного капитала». Исторически значимые активы региона, такие как минерально-сырьевая база (шахтные фонды, горнодобывающие комплексы), в условиях экологического кризиса претерпевают качественную трансформацию. Ресурсы, которые ранее генерировали добавленную стоимость, превращаются в пассивы, требующие постоянных затрат на поддержание безопасности, мониторинг и консервацию (например, откачка шахтных вод, утилизация отвалов, рекультивация нарушенных земель). В результате, вместо притока инвестиций, регион вынужден обслуживать «устаревшие активы», что ведет к существенному сокращению совокупного ресурсного потенциала и сужению пространства для экономического маневра [1, 3]. Практические аспекты этого явления на примере Донбасса были рассмотрены А.Ф. Ялунером, который отметил, что затраты на поддержание экологической безопасности угольных территорий могут превышать экономический эффект от дальнейшей эксплуатации месторождений [1].

Данная ситуация требует пересмотра роли планирования как ключевой функции менеджмента на региональном уровне. В условиях глубокой экологической и ресурсной трансформации традиционное планирование, сфокусированное исключительно на «освоении» и эксплуатации ресурсов, становится деструктивным. Управленческая парадигма должна быть смещена в сторону стратегии восстановления и капитализации ресурсной базы, что подразумевает восприятие экологических проблем в виде управляемых инвестиционных объектов, подверженных целенаправленной коррекции, а не неразрешимых внешних угроз.

Как отмечают специалисты в области эколого-экономического

моделирования, переход к постиндустриальной модели хозяйствования сопряжён с существенной переоценкой роли природоохранных мероприятий: их включение в долгосрочное территориальное планирование становится обязательным пунктом в обеспечении устойчивости региональных социально-экономических систем. Более того, именно глубина внедрения экологических параметров в стратегии пространственного развития рассматривается в качестве одного из решающих индикаторов роста инвестиционной привлекательности и обеспечения конкурентных преимуществ в долгосрочном периоде [5].

В качестве примера такой трансформации можно привести внедрение моделей циркулярной экономики в систему территориального планирования: вовлечение промышленных отходов в хозяйственный оборот как вторичного сырья, организацию технологических систем с замкнутым циклом водоснабжения, а также осуществление комплексных мероприятий по восстановлению нарушенных ландшафтов.

Из сказанного следует, что при разработке стратегий постконфликтного восстановления и составлении программ экологической реабилитации антропогенных территорий приоритетное значение приобретает целевое проектирование управленческих решений. При этом вектор прилагаемых усилий должен быть ориентирован на перенос накопленного экологического ущерба из статьи балансовых потерь в категорию воспроизводимых факторов производственного потенциала. С учётом масштабов накопленных экологических проблем, формирование приоритетных направлений действий должно подчиняться трём базовым принципам: неотложности, системности и экономической обоснованности принимаемых решений.

Формирование такой системы мероприятий на региональном уровне предполагает охват ключевых компонентов ресурсного потенциала, при этом градация предусматриваемых действий должна осуществляться с учётом двух критериев – степени срочности и системному эффекту. Приоритетным вектором в рамках данного

комплекса выступает организация системной инвентаризации и мониторинга, которые позволят собирать полные и достоверные данные о масштабах и локализации загрязнений, без которых невозможна выработка обоснованных стратегических решений и корректное проектирование восстановительных работ на нарушенных участках.

В сфере водных ресурсов можно выделить несколько приоритетных направлений. Во-первых, проведение сплошной инвентаризации и оформление паспортов на все выработанные горные выработки, находящиеся в состоянии затопления, с параллельным определением объёмных характеристик аккумулированных шахтных вод и их детальным гидрохимическим анализом. Во-вторых, инициирование и отработка экспериментальных схем водоочистки с применением высокотехнологичных мембранных модулей и сорбционных загрузок – реализация данных пилотных проектов позволит добиться сокращения поступления ионов тяжёлых металлов в гидрографическую сеть поверхностных вод в диапазоне 30–50 % на апробируемых участках. В-третьих, восстановление технической инфраструктуры и модернизация стационарных гидрометрических пунктов наблюдения на реках Северский Донец, Кальмиус и Миус, с целью организации непрерывного режима отслеживания гидрохимических показателей и оперативного реагирования на отклонения от фоновых значений. В среднесрочной перспективе возможна разработка региональной схемы водоснабжения с приоритетом на повторное использование очищенных сточных вод в промышленности, что позволит сократить забор свежей воды на 15–20 %.

В сфере земельных и почвенных ресурсов первоочередными являются проведение сплошного радиоэкологического и токсикологического обследования почв на территориях, прилегающих к зонам боевых действий, с целью выявления участков, непригодных для сельскохозяйственного использования, и планирования рекультивации. Далее необходимо запланировать запуск программы рекультивации

земель на базе бывших военных полигонов и свалок с использованием фиторемедиации (высадка растений-гипераккумуляторов), что позволит восстановить плодородие на 500 га. Дополнительным стимулирующим механизмом должно стать внедрение системы штрафов и компенсационных платежей за нецелевое использование земель, стимулирующее переход к органическому земледелию на очищенных территориях.

Восстановление лесных ресурсов в первую очередь требует полного разминирования лесных массивов с использованием современных технологий дистанционного зондирования и роботизированных средств – это позволит обеспечить безопасность для лесовосстановительных работ и тушения пожаров. Следующим этапом должна стать разработка и реализация целевой программы лесовосстановления с использованием быстрорастущих пород (тополь, ива) на нарушенных территориях, что позволит увеличить лесистость на 2 % и снизить эрозию почв.

В сфере обращения с отходами основное внимание предлагается сосредоточить на двух взаимосвязанных направлениях. Первое – это проведение полной описи всех породных отвалов с распределением их по категориям опасности и составлением карт, отражающих участки возможного возгорания. Второе – запуск экспериментальных проектов по переработке породы в строительные материалы с участием частных инвесторов; ожидаемый результат таких проектов – уменьшение общей массы отвалов на 10–15 %, что повлечёт за собой снижение уровня загрязнения почв и воздуха. Кроме того, в качестве необходимого дополнения рассматривается строительство современных заводов по сортировке бытовых отходов и оборудованных полигонов, соответствующих санитарным требованиям. Это позволит устранить несанкционированные свалки и предотвратить проникновение вредных веществ в подземные воды.

Базовым условием результативности всей совокупности намеченных природоохранных мероприятий является модернизация системы сбора, обработки и представления экологической информации. Необходимо создание интегрированной геоинформационной среды, охватывающей весь регион и содержащей постоянно актуализируемые массивы данных по ресурсному потенциалу и текущему уровню техногенного воздействия. Важной составляющей этой среды выступает сеть автоматических измерительных комплексов, функционирующих в непрерывном режиме и отслеживающих состояние воздушной среды, поверхностных и подземных вод, а также почвенного покрова. Главным аспектом является то, что вся накапливаемая информация должна быть доступна через публичные каналы, что позволит не только повысить оперативность управления, но и вовлечь общественность в процесс экологического контроля.

Помимо технических и организационных мер, необходима выработка полноценных институциональных и финансовых инструментов: принятие регионального закона, регламентирующего механизм экологического страхования промышленных предприятий, учреждение целевого регионального фонда для реализации наиболее значимых природоохранных проектов с привлечением средств как частных инвесторов, так и средств федерального бюджета, а также установление льготного налогообложения для предприятий, добившихся сокращения выбросов на 20 % и выше за счёт внедрения оборотных технологий. Вторая группа задач ориентирована на человека и трудовые ресурсы региона. Здесь необходимо сделать упор на программы переподготовки работников угольной и металлургической отраслей с учётом будущего спроса на «зелёные» рабочие места. Также предусмотреть создание центра экологического просвещения с активным привлечением молодёжи к природоохранным практикам. Одновременно с этим необходимо стимулировать жилищное строительство на территориях с допустимым уровнем загрязнения, предоставляя

приоритетное право на получение жилья семьям с детьми и молодым квалифицированным кадрам.

Представленные мероприятия в совокупности охватывают весь спектр ключевых ресурсных категорий региона, что позволяет использовать их в качестве содержательной базы для формирования дорожной карты восстановления ресурсного потенциала Донбасса. Вместе с тем они могут найти отражение в качестве отдельного блока в рамках общей концепции социально-экономического возрождения Донбасса. В качестве индикаторов, позволяющих судить об успешности реализации намеченных шагов, предлагается зафиксировать следующие количественные ориентиры: сокращение сбросов загрязняющих веществ в водные объекты на 30–50 % на участках реализации пилотных проектов, восстановление экологического состояния 500 га земельного фонда, повышение доли покрытых лесом площадей и уменьшение массы породных отвалов на 10–15 %. Закрепление данных критериев в региональных стратегических документах станет необходимым условием их практического учёта при принятии бюджетных и управленческих решений.

Список литературы

1. Ялунер А. Ф. Эколого-экономический потенциал Донецкой Народной Республики / А. Ф. Ялунер // Вестник Института экономических исследований. – 2021. – № 1(21). – С. 49–57.

2. Дариенко О. Л. Исследование эколого-экономического состояния Донбасса на современном этапе / О. Л. Дариенко, А. Э. Дейна // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2016. – № 2(2). – С. 51–55.

3. Рюмина Е. В. Экономический анализ ущерба от экологических нарушений / Е. В. Рюмина. – М. : Наука, 2009. – 331 с.

4. Гурман В. И. Моделирование социо-эколого-экономической системы региона / В. И. Гурман // Вестник Сибирской академии права, экономики и управления. – 2011. – № 2 (3). – С. 4–7.

5. ВНИИ Экология. Российские ученые представили «Белую книгу» экологической ситуации Донбасса и Новороссии [Электронный ресурс] // Новости ФГБУ «ВНИИ Экология». – 2026. – Режим доступа: https://www.vniiecology.ru/news/detail.php?ID=478 (дата обращения 06.07.2026).

6. Погорелая А. Презентация Белой книги Донбасса и Новороссии состоялась в донецком Русском центре [Электронный ресурс] / А. Погорелая // Фонд Русский мир. – 2026. – Режим доступа: https://russkiymir.ru/news/347383/ (дата обращения 06.07.2026).

7. Министерство природных ресурсов и экологии ДНР. В Минприроды ДНР подвели итоги оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха за апрель 2026 года [Электронный ресурс] – Донецк, 2026. – Режим доступа: https://minprirody-dpr.gosuslugi.ru/news/v-minprirody-dnr-podveli-itogi-oczenki-sostoyaniya-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-za-aprel-2026-goda/ (дата обращения 31.07.2026).

8. АНО «Информационно-аналитический центр «Содружество». Информационный ресурс Белая книга Донбасса и Новороссии [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://xn--d1aaabbkhcbij9adndcmfnblv4cxl.xn--p1ai/public/application/item?id=0e72bdfd-44c3-4ffa-a54e-c73d81a52959 (дата обращения 06.07.2026).

9. Корниенко В. О. Forest ecosystems of Donbass in the conditions of military operations 2014–2025 / В. О. Корниенко, Р. В. Кишкань, А. О. Шкиренко, А. С. Яицкий // Samara Journal of Science. – 2025. – Т. 14, № 3. – С. 57–68. – DOI: 10.55355/snv2025143108.

10. ТАСС / ЮНЕПКОМ. «Белую книгу» об экологии Донбасса и Новороссии презентуют на английском языке [Электронный ресурс]. – 2026. – Режим доступа: http://unepcom.ru/news/news2026/7510-260326disaster.html (дата обращения 06.07.2026).

11. Глухова Е. И. Влияние продуктов горения породного отвала на содержание металлов в почвах и растениях [Электронный ресурс] / Е. И. Глухова, В. С. Котов, Е. А. Мягкова // Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького. – 2012. – Режим доступа: https://masters.donntu.ru/2012/igg/savostianenko/library/150.htm (дата обращения 06.07.2026).

12. Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. В России появится «Белая книга», которая расскажет об экологии в новых регионах [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: https://eco.tatarstan.ru/index.htm/news/2282710.htm (дата обращения 06.07.2026).

13. Государство, регион и общественность в природоохранной деятельности / В. С. Андреевский, С. В. Арамилев, О. В. Аркадьева [и др.]. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – 269 с. – С. 17–32.

© Бурик Н.А.

УДК 911.52:528.93

Глава 16.
ЛАНДШАФТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ БАССЕЙНОВ ГОРНЫХ РЕК ПРИКАСПИЙСКОГО СЕКТОРА КАВКАЗА: ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Атаев Загир Вагитович
профессор, ведущий научный сотрудник,
кандидат географических наук
Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН
Дагестанский государственный педагогический
университет им. Р. Гамзатова
Кабардино-Балкарский научный центр РАН

Аннотация: Актуальность работы. Усиление климатической изменчивости и антропогенной нагрузки повышает потребность в единой пространственной оценке бассейнов горных рек, особенно на трансграничных территориях, где природные процессы, водопользование и хозяйственное воздействие не совпадают с административными границами. Для Прикаспийского региона Кавказа и сопредельного североиранского сектора такая задача осложняется высокой ландшафтной контрастностью, значительными высотными амплитудами, различиями водности, сочетанием горных, предгорных, равнинных и дельтовых комплексов, а также неоднородностью исходных картографических материалов. **Цель исследования.** Разработка геоинформационной основы среднемасштабного ландшафтного картографирования трансграничных бассейнов горных рек Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и Северного Ирана для последующего геоэкологического анализа, межбассейнового

сопоставления и мониторинга. **Методы исследования.** Объектами исследования выступили бассейны рек Сунжа, Сулак, Шура-озень, Уллучай, Самур, Гарачай, Атачай, Хераз и Горган. Методическая схема основана на сочетании бассейнового, ландшафтного, сравнительно-географического и геоинформационного подходов. Использованы цифровые модели рельефа, материалы дистанционного зондирования Земли, топографические и тематические карты, данные о современном землепользовании, а также результаты полевых исследований 2024–2025 гг. Картографирование выполнялось в рабочем масштабе 1:500 000 с последующей генерализацией материалов для публикационного представления. **Результаты.** Сформирована единая ГИС-основа, позволяющая сопоставлять российский, азербайджанский и иранский секторы исследования в рамках общей типологической легенды. Выделены основные классы, типологические группы и роды ландшафтов, высотные пояса, бассейновые геосистемы и участки повышенной геоэкологической чувствительности. Показано, что бассейново-ландшафтный подход обеспечивает сопоставимость данных для территорий с различными природными условиями и уровнем хозяйственного освоения. **Практическая значимость.** Полученные материалы могут использоваться при организации геоэкологического мониторинга, выборе приоритетных участков полевых наблюдений, оценке природных рисков, уточнении картографических легенд и разработке мер устойчивого управления водосборными территориями. Предложенная схема также может применяться при подготовке последующих тематических карт и оценок для отдельных речных бассейнов региона в рамках проектного мониторинга.

Ключевые слова: ландшафтное картографирование; геоинформационные системы; трансграничные бассейны; горные реки; бассейновый подход; геоэкологический мониторинг; Северо-Восточный Кавказ; Прикаспийский регион Кавказа.

LANDSCAPE ORGANIZATION OF TRANSBOUNDARY MOUNTAIN RIVER BASINS IN THE CASPIAN SECTOR OF THE CAUCASUS: GIS-BASED MAPPING AND COMPARATIVE ANALYSIS

Ataev Zagir Vagitovich

Abstract: Relevance. Increasing climate variability and anthropogenic pressure create a need for a unified spatial assessment of mountain river basins, especially in transboundary areas where natural processes, water use and economic activities do not coincide with administrative borders. In the Caspian region of the Caucasus and the adjacent Northern Iranian sector, this task is complicated by strong landscape contrast, large altitudinal gradients, differences in water availability, the combination of mountain, foothill, plain and deltaic complexes, and the heterogeneity of available cartographic materials. Aim. The study aims to develop a geoinformation basis for medium-scale landscape mapping of transboundary mountain river basins of the North-Eastern Caucasus, Azerbaijan and Northern Iran for subsequent geoecological analysis, inter-basin comparison and monitoring. Methods. The study focuses on the basins of the Sunzha, Sulak, Shura-Ozen, Ulluchay, Samur, Garachay, Atachay, Haraz and Gorgan rivers. The methodological framework combines basin, landscape, comparative-geographical and geoinformation approaches. Digital elevation models, remote sensing data, topographic and thematic maps, information on current land use and field observations collected in 2024–2025 were used as source materials. The mapping was carried out at a working scale of 1:500,000 with subsequent generalization for publication. Results. A unified GIS-based framework was developed to compare the Russian, Azerbaijani and Iranian sectors of the study area. The main landscape classes, typological groups and landscape genera, altitudinal belts, basin geosystems and areas of increased geoecological sensitivity were identified. The results show that the basin-

landscape approach provides comparability of data for territories with different natural conditions and levels of economic development. Practical significance. The obtained materials can be used for geoecological monitoring, selection of priority field observation sites, assessment of natural risks, refinement of cartographic legends and development of sustainable management measures for mountain and foothill catchment areas.

Key words: landscape mapping; geoinformation systems; transboundary basins; mountain rivers; basin approach; geoecological monitoring; North-Eastern Caucasus; Caspian region of the Caucasus.

Acknowledgements: This work was carried out as part of the major research project «Dynamics of the Geoecological State of Mountain River Basins in the North-Eastern Caucasus, Azerbaijan, and Iran under Climate Change and Increasing Anthropogenic Pressure» (Agreement No. 075-15-2024-644).

Введение

Горные речные бассейны относятся к числу наиболее сложных и динамичных природных систем, в пределах которых происходит взаимодействие климатических, геоморфологических, гидрологических, почвенно-растительных и антропогенных факторов [1, с. 61–86; 2]. В современных условиях именно бассейновый уровень организации природной среды рассматривается как одна из наиболее эффективных пространственных единиц для исследования процессов природопользования, оценки экологического состояния территорий и разработки механизмов устойчивого управления природными ресурсами [3; 4, с. 22–29].

Особое значение приобретают трансграничные бассейны, в которых природные процессы не совпадают с государственными границами, а использование водных, земельных и биологических ресурсов осуществляется несколькими странами одновременно

[4, с. 22–29]. Для территорий Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и Северного Ирана данная проблема имеет особую актуальность вследствие высокой ландшафтной контрастности, значительных высотных амплитуд, сложной геологической структуры, неравномерного распределения водных ресурсов и роста хозяйственной нагрузки на предгорные, долинные и приморские территории.

Современная климатическая изменчивость проявляется в изменении температурно-влажностного режима, учащении погодных экстремумов и перестройке снежно-ледникового питания рек [5; 6, с. 489–504]. Отдельным региональным фактором является продолжающееся снижение уровня Каспийского моря [7]. Одновременно усиливается антропогенная трансформация ландшафтов, связанная с урбанизацией, развитием транспортной инфраструктуры, аграрным использованием, водозабором, рекреационным освоением и изменением структуры земельного покрова [8; 9, с. 1831–1856].

Несмотря на значительное количество исследований отдельных бассейнов, до настоящего времени сохраняется дефицит единой среднемасштабной геоинформационной ландшафтной основы, охватывающей систему ключевых горных и предгорных бассейнов Прикаспийского региона Кавказа и сопредельного североиранского сектора. Большинство существующих картографических материалов создавалось в пределах отдельных административных территорий либо государств, что затрудняет проведение сравнительных исследований и формирование согласованной системы геоэкологического мониторинга [10].

Современные геоинформационные технологии и материалы дистанционного зондирования Земли открывают новые возможности для интеграции разнородных данных и создания пространственно согласованных картографических моделей природных геосистем [11, с. 6–14; 12, с. 1353–1381]. Особую роль при этом играет ландшафтный подход, позволяющий рассматривать территорию как

целостную систему взаимосвязанных природных комплексов различного ранга [1, с. 61–86; 2].

Целью настоящего исследования является разработка геоинформационной основы среднемасштабного ландшафтного картографирования трансграничных бассейнов горных рек Прикаспийского региона Кавказа, включая сопредельный североиранский сектор, и оценка возможностей ее использования для решения задач геоэкологического мониторинга и пространственного анализа природных процессов.

Район исследования

Исследуемая территория охватывает систему ключевых бассейнов горных и предгорных рек Прикаспийского региона Кавказа, включая сопредельный североиранский сектор, расположенных в пределах Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и Северного Ирана. В качестве основных объектов картографирования и сравнительного анализа рассматриваются бассейны рек Сунжа, Сулак, Шура-озень, Уллучай, Самур, Гарачай, Атачай, Хераз и Горган, образующие пространственную последовательность с северо-запада на юго-восток.

Такой состав бассейнов позволяет представить различные типы горно-речных геосистем водосбора Каспийского моря: крупные горно-предгорные бассейны российского сектора, малые и средние бассейны Восточного Кавказа, трансграничные водосборы, а также североиранские бассейны, связанные со склонами Эльбурса. В совокупности они отражают широкий спектр природных условий: от высокогорных и среднегорных ландшафтов до предгорных, равнинных, приморских, дельтовых и антропогенно преобразованных комплексов [13; 14; 12, с. 1353–1381].

В географическом отношении данная территория занимает переходное положение между высокогорными и среднегорными областями Большого Кавказа, предгорными равнинами, межгорными

котловинами, Прикаспийской низменностью и северными склонами Эльбурса [15]. Такое положение обусловливает высокую природную контрастность территории, выраженную в резкой смене высотных поясов, типов рельефа, климатических условий, почвенно-растительного покрова и форм хозяйственного освоения [16, с. 5–96].

Особое значение в российском секторе имеют бассейны Сунжи, Сулака, Шура-озени, Уллучая и Самура. Бассейн Сунжи представляет собой крупную горно-предгорную систему с высокой ролью селитебного, сельскохозяйственного и транспортного природопользования [11, с. 6–14]. Бассейн Сулака служит примером крупного горного водосбора с выраженной высотной поясностью, сложной орографической структурой и значительной ролью водохозяйственного освоения [17; 18]. Бассейны Шура-озени и Уллучая демонстрируют особенности малых и средних горно-предгорных рек, быстро переходящих от горных ландшафтов к приморским равнинным и полупустынным комплексам. Бассейн Самура имеет особое значение как трансграничная горно-долинная система с выраженными дельтово-пойменными и водохозяйственными проблемами [4, с. 22–29; 19].

Азербайджанский сектор представлен бассейнами Гарачая и Атачая, отражающими специфику малых и средних рек северо-восточного склона Большого Кавказа [20; 21]. Эти бассейны характеризуются контрастной сменой горных, предгорных и равнинных ландшафтов, а также высокой чувствительностью к аграрной нагрузке, изменению растительного покрова и склоновым процессам [22].

Иранский сектор представлен бассейнами Хераза и Горгана. Они позволяют расширить сравнительный анализ за счет северных склонов Эльбурса и южнокаспийских ландшафтных комплексов, где сочетаются влажные каспийские, горно-лесные, аграрные и предгорно-равнинные геосистемы [13]. Бассейн Горгана важен как пример горно-предгорно-равнинной системы, чувствительной к динамике землепользования и водности [14]. Их включение расширяет межрегиональный

сравнительный охват исследования и позволяет сформировать общий бассейновый каркас и связать в единую систему российский, азербайджанский и иранский секторы водосбора Каспийского моря, в которой кавказский и североиранский секторы Прикаспия рассматриваются как взаимосвязанные части единой природно-геоэкологической системы.

В орографическом отношении территория исследования включает несколько крупных морфоструктурных уровней: высокогорные хребты и водораздельные зоны, среднегорные склоны, низкогорно-предгорные гряды, межгорные понижения, равнинные участки и прикаспийские низменности [16, с. 5–96]. Значительные высотные амплитуды обусловливают развитие высотной поясности ландшафтов. В направлении от высокогорий к равнинам происходит последовательная смена нивально-гляциальных, субальпийских, горно-луговых, горно-лесных, горно-степных, предгорно-степных, полупустынных и интразональных долинных комплексов [18].

Климатические условия района исследования отличаются значительной пространственной неоднородностью. В горных частях бассейнов преобладают условия пониженных температур, повышенного увлажнения и выраженной вертикальной климатической дифференциации. В предгорных и равнинных районах возрастает роль аридизации, температурных экстремумов, сезонной неравномерности осадков и испарения [5; 7]. Для южных и юго-восточных участков исследуемого пространства, включая территории Азербайджана и Северного Ирана, особое значение имеет сочетание горного рельефа, контрастного увлажнения и высокой плотности хозяйственного освоения [11, с. 6–14].

Таким образом, район исследования представляет собой сложную трансграничную горно-предгорно-равнинную систему, в которой природная контрастность сочетается с высокой антропогенной нагрузкой и усиливающейся климатической изменчивостью. Именно это

определяет необходимость создания единой геоинформационной среднемасштабной ландшафтной основы, пригодной для сравнительного анализа бассейнов, оценки геоэкологического состояния территорий и разработки системы мониторинга природных и природно-антропогенных процессов.

Состав ключевых бассейнов исследования, их секторная принадлежность, ландшафтно-геоэкологический акцент и роль в исследовании обобщены в табл. 1.

Таблица 1

Ключевые бассейны исследования и их роль в среднемасштабном ландшафтном картографировании

№	Бассейн	Сектор исследования	Основной ландшафтно-геоэкологический акцент	Роль в исследовании
1	Сунжа	Северо-Восточный Кавказ, Россия	Горно-предгорные и долинные ландшафты, высокая селитебная и транспортная нагрузка	Пример антропогенно освоенного крупного бассейна
2	Сулак	Северо-Восточный Кавказ, Россия	Крупный горный бассейн, высотная поясность, водохозяйственное освоение	Базовый пример крупной горной системы
3	Шура-озень	Северо-Восточный Кавказ, Россия	Малый горно-предгорно-приморский бассейн, контраст лесостепей, степей, полупустынь и дюн	Компактный пример резкой ландшафтной дифференциации
4	Уллу-чай	Северо-Восточный Кавказ, Россия	Средний горный бассейн, переход от горных к приморским ландшафтам	Сопоставительный бассейн российского сектора

Продолжение таблицы 1

5	Самур	Россия / Азербайджан	Трансграничность, горно-долинная структура, дельта, водопользование	Главный трансграничный пример
6	Гарачай	Азербайджан	Малый горный бассейн северо-восточного склона Большого Кавказа	Сопоставление с дагестанскими бассейнами
7	Атачай	Азербайджан	Предгорно-горная структура, аграрное освоение, склоновые процессы	Юго-восточнокавказский пример
8	Хераз	Северный Иран	Северные склоны Эльбурса, горно-лесные и аграрные комплексы	Иранский горный аналог
9	Горган	Северный Иран	Горно-предгорно-равнинная система, аграрная нагрузка, изменение стока	Иранский бассейн с выраженным равнинным звеном

Материалы и методы

Методическая основа исследования базируется на сочетании бассейнового, ландшафтного, геоинформационного и сравнительно-географического подходов. Бассейновый подход использован в качестве главного принципа пространственной организации материала, поскольку речной бассейн представляет собой целостную природную систему, в пределах которой взаимосвязаны процессы формирования стока, эрозии, аккумуляции, миграции вещества, трансформации земельного покрова и хозяйственного освоения [3]. Ландшафтный подход позволил рассматривать исследуемые территории как систему природных и природно-антропогенных комплексов различного ранга [1, с. 61–86; 2], а геоинформационный подход обеспечил интеграцию разнородных пространственных данных в единой картографической среде [10].

В качестве картографической основы исследования использовались авторские среднемасштабные ландшафтные карты, подготовленные в ходе проектных работ 2024–2025 гг., а также цифровые модели рельефа, материалы дистанционного зондирования Земли, топографические и тематические карты, результаты полевых маршрутов и камерального дешифрирования. Основное внимание было уделено созданию сопоставимой геоинформационной основы для бассейнов горных и предгорных рек, относящихся к водосбору Каспийского моря.

Картографирование выполнялось в рабочем масштабе 1:500 000, что обеспечивает отображение основных высотных поясов, бассейновой структуры, крупных ландшафтных контуров и зон антропогенной трансформации. Общая пространственная последовательность ключевых бассейнов охарактеризована в табл. 1, а картографическая детализация выполнена на региональном и бассейновом уровнях.

При описании района исследования ключевые бассейны рассматриваются в пространственной последовательности с северо-запада на юго-восток: Сунжа, Сулак, Шура-озень, Уллучай, Самур, Гарачай, Атачай, Хераз и Горган. Такой порядок позволяет подчеркнуть региональную логику сопоставления российского, азербайджанского и иранского секторов исследования.

Материалы дистанционного зондирования включали мультиспектральные изображения Sentinel-2 MSI с пространственным разрешением 10–20 м, снимки Landsat-8/9 OLI/TIRS с пространственным разрешением 30 м, а также продукты MODIS для оценки сезонной динамики растительности и снежного покрова [10; 11, с. 6–14]. Морфометрическая основа формировалась по цифровым моделям рельефа SRTM DEM 30 м, Copernicus DEM 30 м / 90 м, а также по вспомогательным данным ALOS и ASTER GDEM при проверке границ водосборов [23].

Геоинформационная обработка выполнялась в среде ArcGIS Pro, QGIS, Google Earth Pro, SAGA GIS и GRASS GIS. Отдельные операции по обработке растровых данных, расчету морфометрических показателей, подготовке атрибутивных таблиц и проверке пространственных слоев осуществлялись с использованием инструментов GDAL, Rasterio, GeoPandas и NumPy в среде Python.

Ландшафтная классификация строилась на иерархической основе: класс – тип – подтип – род – контур [2]. В рамках настоящей главы результаты обобщены до уровней классов и укрупненных типов ландшафтов; роды и отдельные контуры представлены в атрибутивной базе и на бассейновых картах [15].

Работа выполнялась в несколько последовательных этапов: формирование единой ГИС-базы, выделение бассейнов, морфометрический анализ, дешифрирование космических снимков, типологическая классификация ландшафтов, векторизация и пространственное уточнение контуров, геоэкологическая интерпретация, генерализация и подготовка публикационных карт.

В качестве основной региональной картографической базы использована ландшафтная карта Кавказского сектора исследуемого региона, генерализованная до уровня типов ландшафтов (рис. 1). Более детализированная версия карты на уровне подтипов и родов ландшафтов использовалась в ГИС-анализе и атрибутивной базе картографического слоя, однако в настоящей главе не приводится из-за ограниченной читаемости при публикационном масштабе.

Состав исходных пространственных данных, включая цифровые модели рельефа, материалы дистанционного зондирования, полевые материалы и программное обеспечение, обобщен в табл. 2.

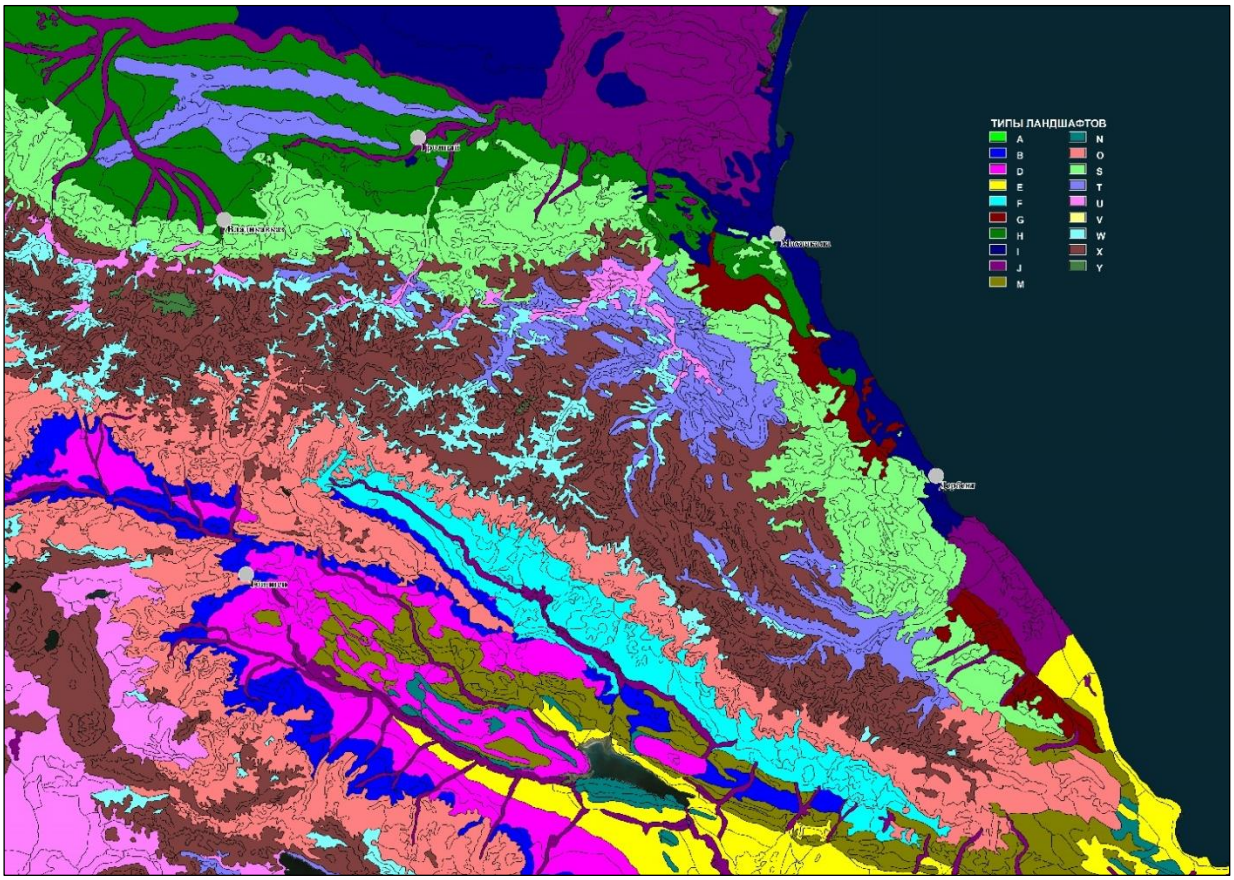


Рис. 1. Ландшафтная карта Кавказского сектора исследуемого региона (типы ландшафтов)

Составлена по материалам авторского картографирования, цифровым моделям рельефа, данным дистанционного зондирования Земли и результатам полевых исследований 2024–2025 гг.

Условные обозначения к рис. 1

Типы ландшафтов

I. Равнинные и предгорно-холмистые ландшафты

A. Равнинные и предгорно-холмистые субтропические гумидные

B. Равнинные и холмистые субсредиземноморские семигумидные

D. Равнинные и холмистые субтропические семиаридные

E. Равнинные и холмистые субтропические аридные

F. Равнинные теплоумеренные семигумидные

G. Равнинные и холмистые теплоумеренные и умеренные семигумидные и семиаридные

H. Равнинные и холмистые теплоумеренные и умеренные семиаридные

I. Равнинные умеренные аридные

J. Гидроморфные и субгидроморфные

II. Горные ландшафты

M. Горные субтропические семиаридные

N. Горные субтропические аридные

O. Горные теплоумеренные гумидные

S. Горные умеренные гумидные

T. Горные умеренные семигумидные

U. Горные умеренные семиаридные

V. Горные умеренные аридные

W. Горные холодноумеренные

X. Высокогорные луговые

Y. Гляциально-нивальные

Таблица 2

Исходные пространственные данные и направления их использования

Группа данных	**Использованные материалы**	**Основное назначение**
Цифровые модели рельефа	SRTM DEM 30 м, Copernicus DEM 30/90 м, ALOS, ASTER GDEM	Выделение водосборов, расчет высот, уклонов, экспозиций, морфометрический анализ
Спутниковые снимки среднего разрешения	Sentinel-2 MSI, Landsat-8/9 OLI/TIRS	Дешифрирование ландшафтных контуров, растительного покрова, землепользования и нарушенных территорий

Продолжение таблицы 2

Спутниковые продукты сезонной динамики	MODIS NDVI/EVI, MODIS Snow Cover	Оценка сезонности растительного покрова, снежности и высотной динамики ландшафтов
Топографические материалы	Топографические карты, гидрографическая сеть, административные границы	Уточнение русловой сети, населенных пунктов, дорожной сети, водоразделов
Тематические карты	Геологические, геоморфологические, почвенные, геоботанические и ландшафтные материалы	Формирование типологической легенды и интерпретация природных комплексов
Полевые материалы	Маршрутные наблюдения, фациальные описания, фотодокументация, точки отбора проб	Проверка границ ландшафтов, уточнение структуры ПТК, верификация дешифрирования
Данные природопользования	Землепользование, населенные пункты, дороги, сельхозугодья, ООПТ, карьеры	Оценка антропогенной трансформации и геоэкологической чувствительности
Программное обеспечение	ArcGIS Pro, QGIS, Google Earth Pro, SAGA GIS, GRASS GIS, Python/GDAL	ГИС-обработка, картографирование, морфометрия, векторизация и оформление карт

Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования сформирована геоинформационная основа среднемасштабного ландшафтного картографирования трансграничных бассейнов горных рек кавказского и североиранского секторов Прикаспийского региона. Она представляет

собой многослойную пространственно-аналитическую модель, объединяющую сведения о рельефе, гидрографической сети, морфометрических характеристиках, высотной поясности, ландшафтной структуре, современном землепользовании и геоэкологической чувствительности природных комплексов.

Принципиальное значение результата состоит в рассмотрении бассейнов как единой горно-предгорно-равнинной системы, связанной стоком, переносом вещества, склоновой динамикой, аккумуляцией наносов и антропогенной трансформацией. Для трансграничных территорий такой подход особенно важен, поскольку последствия изменений в верхних и средних частях водосборов проявляются ниже по течению и выходят за административные границы.

Геоинформационная структура картографической основы

Созданная геоинформационная база включает орографический, гидрографический, морфометрический, ландшафтный, климатический, антропогенный и геоэкологический блоки. Их совместный анализ обеспечивает переход от описательной карты к аналитической модели бассейнов.

Орографический блок отражает высотную структуру исследуемого пространства, положение основных хребтов, водоразделов, межгорных понижений, предгорных зон и равнинно-дельтовых участков [16, с. 5–96]. На его основе выделены основные морфологические уровни: высокогорный, среднегорный, низкогорный, предгорный и равнинный. В горных бассейнах именно рельеф является одним из ведущих факторов пространственной дифференциации природных комплексов, поскольку он определяет характер увлажнения, тепловой режим, развитие почвенно-растительного покрова, направление поверхностного стока и интенсивность экзогенных процессов.

Гидрографический блок включает главные водотоки, притоки, водораздельные линии, границы водосборов, участки русловой сети и

зоны аккумуляции [17]. Его использование позволило перейти от административного описания территории к бассейновой модели анализа. В данной модели речной бассейн рассматривается как целостная природно-территориальная система, где верхние, средние и нижние звенья связаны потоками воды, вещества и энергии [3].

Ландшафтный блок является центральным элементом созданной картографической основы. Он содержит сведения о типах и подтипах ландшафтов, их высотном положении, морфологической приуроченности, литологической основе, растительном покрове, степени антропогенной трансформации и положении в структуре речного бассейна [15]. В пределах исследуемой территории выделены два крупных класса, укрупненные типы и соответствующие им роды ландшафтов.

Бассейновая организация исследуемой территории

Важнейшим результатом исследования стало выделение бассейновой структуры горных рек кавказского и североиранского секторов Прикаспийского региона и ее ландшафтная интерпретация [23]. В пределах исследуемого пространства рассмотрены бассейны Сунжи, Сулака, Шура-озени, Уллучая, Самура, Гарачая, Атачая, Хераза и Горгана. Они различаются по площади, высотной амплитуде, степени расчлененности рельефа, водности, характеру землепользования и роли в трансграничной системе природопользования.

Для исследуемых бассейнов характерна продольная дифференциация: верхние части водосборов формируют основные объемы стока и отличаются высокой энергией рельефа, средние выполняют транзитную функцию, а нижние связаны с аккумуляцией, расширением долин и ростом антропогенной трансформации.

Бассейн Самура является одним из наиболее показательных примеров трансграничной горно-долинной системы [4, с. 22–29; 19]. Его верхние и средние части связаны с высокогорными и среднегорными ландшафтами, где формируется сток и развиваются склоновые процессы;

нижние участки и дельтовая зона испытывают влияние водозабора, аграрной нагрузки, изменения русловых процессов и трансформации прибрежных экосистем в связи с современной регрессией Каспийского моря.

Бассейн Сунжи отражает иной тип геоэкологической напряженности: здесь ландшафтная структура тесно связана с высокой селитебной, транспортной и сельскохозяйственной нагрузкой в предгорных и долинных системах [11, с. 6–14].

Высотная дифференциация ландшафтов

Высотная поясность является одним из главных факторов пространственной организации ландшафтов исследуемой территории [18]. Значительные амплитуды абсолютных высот, орографическая неоднородность, различия экспозиции склонов, литологической основы и степени удаленности от Каспийского моря обусловливают сложную вертикальную структуру природных комплексов.

В высокогорьях преобладают нивально-скальные, осыпные, альпийские и субальпийские комплексы, чувствительные к изменению снежности и температурного режима [6, с. 489–504]. Среднегорья представлены горно-луговыми, горно-лесными, горно-степными и кустарниково-редколесными комплексами, а низкогорья и предгорья выполняют переходную функцию между зонами формирования и хозяйственного использования стока.

Равнинные, пойменные и дельтовые ландшафты являются зонами аккумуляции природных и антропогенных воздействий: здесь проявляются последствия водозабора, орошения, засоления, изменения русловых процессов и деградации пойменных экосистем [7; 19].

Типологическая структура ландшафтов

На основе совмещения морфометрических данных, материалов дистанционного зондирования, тематических карт и полевых наблюдений разработана типологическая схема ландшафтов

исследуемых бассейнов [23; 12, с. 1353–1381]. В ее основу положены следующие признаки: высотное положение, морфология рельефа, литологическая основа, условия увлажнения, почвенно-растительный покров, степень антропогенной трансформации и положение в структуре речного бассейна.

В пределах исследуемой территории выделены следующие основные группы ландшафтных комплексов: высокогорные; среднегорные; низкогорные и предгорные; долинные и пойменные; равнинные и дельтовые; антропогенно преобразованные. Их пространственное сочетание определяет внутреннюю структуру бассейнов и различия в их геоэкологической устойчивости [2].

По результатам картографирования создана серия сопоставимых среднемасштабных ландшафтных карт для ключевых бассейнов Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и Северного Ирана. Все карты выполнены по единой типологической легенде, что обеспечивает возможность межбассейнового и трансграничного сопоставления.

Наиболее полная вертикальная дифференциация характерна для бассейнов Сулака и Самура, где представлены высокогорные, среднегорные, низкогорные, предгорные, равнинные и дельтовые ландшафты [18]. Бассейны Шура-озени, Гарачая и Атачая отличаются меньшими размерами, но высокой внутренней контрастностью, обусловленной быстрыми переходами от горных и предгорных комплексов к аридным и приморским равнинным ландшафтам [20; 21; 22]. Бассейны Хераза и Горгана демонстрируют специфику североиранского сектора, где существенную роль играют влажные каспийские и горно-лесные комплексы, а также резкие орографические градиенты на северных склонах Эльбурса [13; 14].

Обобщенная ландшафтная классификация, использованная для ключевых бассейнов, представлена в табл. 3.

Таблица 3

Обобщенная ландшафтная классификация для ключевых бассейнов

Класс ландшафтов	**Укрупненные типы**	**Примеры природных комплексов**	**Геоэкологическое значение**
Равнинные и предгорно-холмистые	Равнинные аридные	Полупустынные, солянково-полынные, песчано-дюнные, приморские комплексы	Уязвимость к аридизации, дефляции, засолению и деградации растительности
Равнинные и предгорно-холмистые	Равнинные и холмистые семиаридные и семигумидные	Степные, лесостепные, аграрные, холмисто-денудационные комплексы	Высокая сельскохозяйственная нагрузка, эрозия, распашка склонов
Равнинные и предгорно-холмистые	Предгорно-холмистые	Предгорные степи, лугостепи, шибляковые и кустарниковые комплексы	Узлы геосистемного напряжения между горами и равнинами
Равнинные и предгорно-холмистые	Гидроморфные и субгидроморфные	Поймы, дельты, лугово-болотные и тугайные участки	Зависимость от речного стока, водозабора, паводков и засоления
Горные	Горные умеренные гумидные	Буковые, грабово-буковые, дубовые и смешанные леса	Водоохранная, почвозащитная и биоклиматическая роль

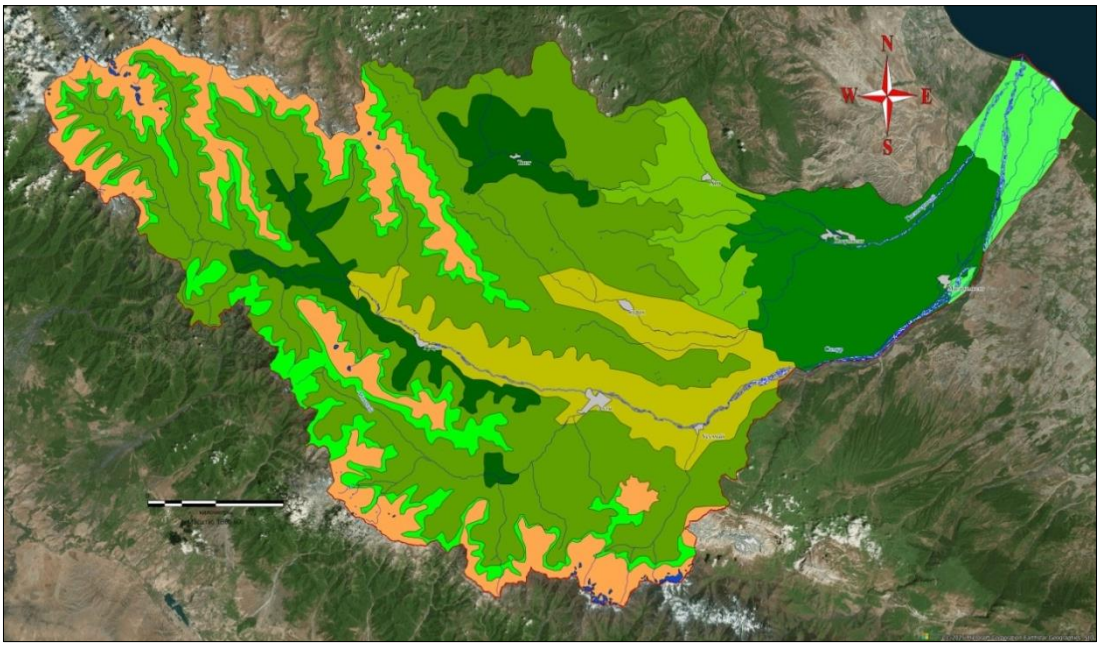
Продолжение таблицы 3

Горные	Горные умеренные семигумидные и семиаридные	Горные лесостепи, лугостепи, кустарниково-редколесные комплексы	Высокая чувствительность к пастбищной нагрузке, эрозии и оползням
Горные	Горные холодноумерен-ные	Верхнегорные луга, субальпийские и альпийские комплексы	Индикаторы климатической изменчивости и состояния снежного питания
Горные	Высокогорные луговые и гляциально-нивальные	Альпийские луга, скально-осыпные, нивальные, ледниковые комплексы	Формирование стока, селевые и лавинные риски, климатическая чувствительность

Картографическое представление исследуемых бассейнов

Результаты среднемасштабного ландшафтного картографирования представлены в виде серии взаимосвязанных картографических материалов, отражающих разные уровни пространственной организации исследуемой территории. Состав и пространственная последовательность ключевых бассейнов обобщены в табл. 1, а картографический блок главы представлен на региональном и бассейновом уровнях. Региональный уровень раскрывается ландшафтной картой Кавказского сектора исследуемого региона (рис. 1), генерализованной до типов ландшафтов. Бассейновый уровень представлен картами Самура и Шура-озени (рис. 2, 3), демонстрирующими применение единой методики к крупной трансграничной горно-долинной системе и малому горно-предгорно-приморскому бассейну.

Особое значение имеет ландшафтная карта Кавказского сектора исследуемого региона (рис. 1), представленная как самостоятельный крупноформатный рисунок. Она играет роль базовой картографической основы для интерпретации ландшафтной структуры российского и азербайджанского секторов исследования. На ней отражены главные классы и типы ландшафтов, высотная поясность, положение горных, предгорных, равнинных и прикаспийских комплексов [15].



Условные обозначения

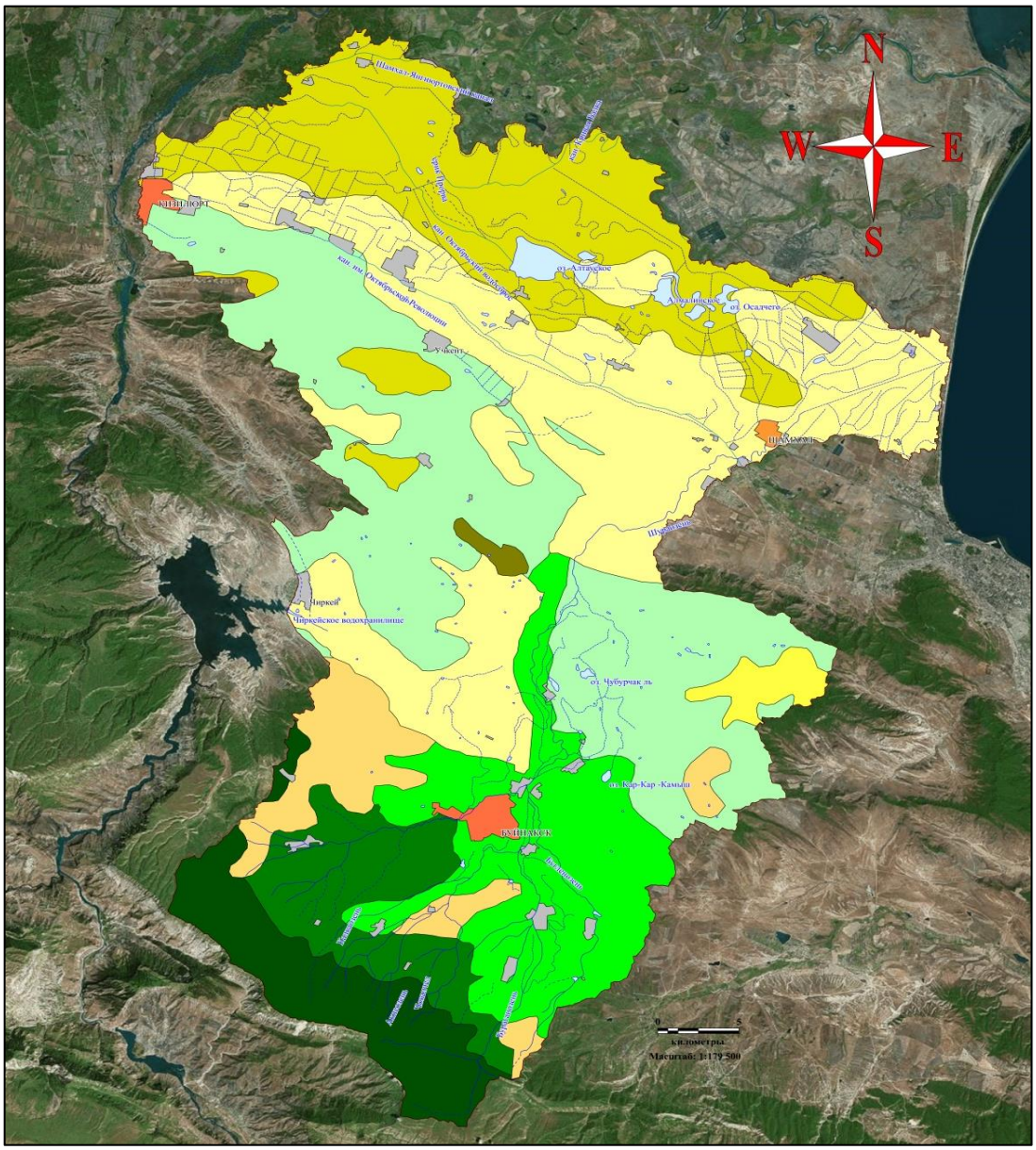
Подтипы ландшафтов бассейна реки Самур

- Дельтовые и пойменные (2013 км2)
- Нижнегорно-лесные (779)
- Среднегорно-лесные (324)
- Среднегорные луговые, степные лугостепные, шибляковые и фриганоые (662,5)
- Верхнегорные лесные сосновые и березовые (411,3)
- Высокогорные субальпийские лесо-кустарниково-луговые (2698)
- Высокогорные альпийские кустарниково-луговые (582)
- Высокогорные субнивальные (791,3)
- Гляциально-нивальные (12,7)

- Населенные пункты
- Реки
- Границы

Рис. 2. Ландшафтное разнообразие бассейна реки Самур

Карта бассейна Самура (рис. 2) используется как пример крупной горно-долинной и трансграничной системы [4, с. 22–29]. В пределах бассейна выражена последовательная смена высокогорных, среднегорных, нижнегорных, предгорных, равнинных и дельтово-пойменных ландшафтов. Самурский бассейн особенно важен, поскольку он связывает методическую задачу ландшафтного картографирования с последующим геоэкологическим анализом трансграничного водопользования, состояния дельтовых комплексов и антропогенной трансформации нижних звеньев водосбора [7; 19].



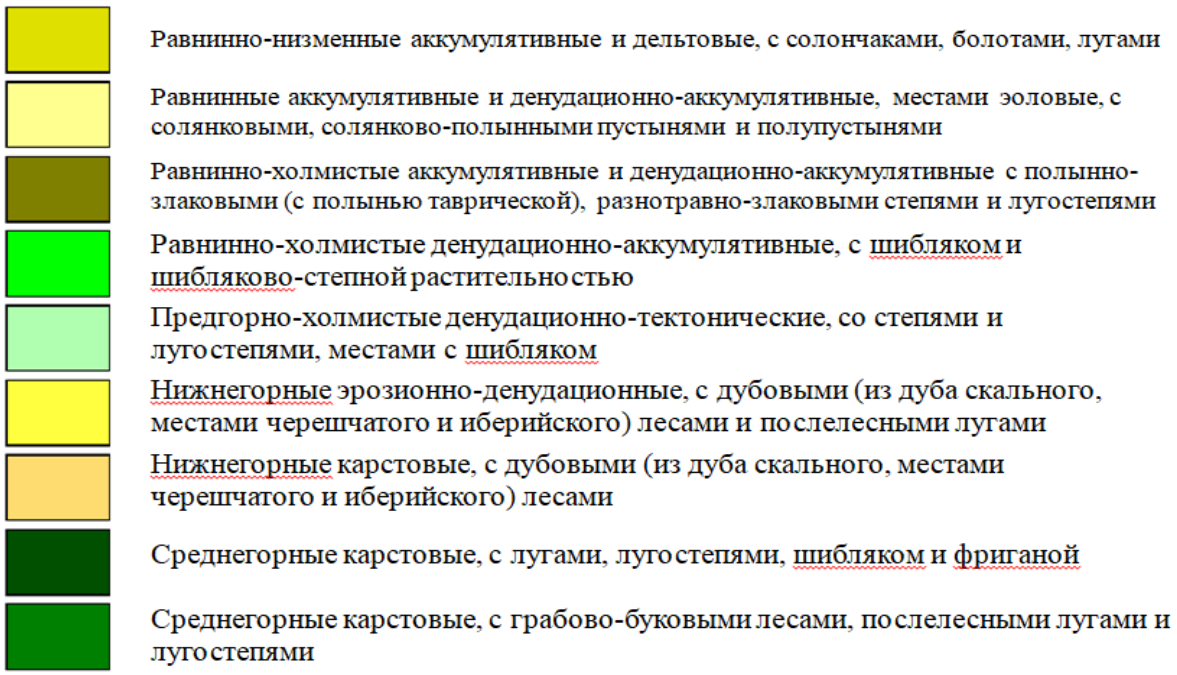


Рис. 3. Ландшафтная карта бассейна реки Шура-озень

Карта бассейна Шура-озени (рис. 3), напротив, показывает компактную, но резко контрастную горно-предгорно-приморскую систему. На сравнительно небольшой территории здесь проявляется смена горно-лесных, лесостепных, предгорно-степных, полупустынных, дюнно-пустынных и долинно-пойменных комплексов. Включение этой карты позволяет показать, что разработанная методика применима не только к крупным бассейнам, но и к малым и средним водосборам, где ландшафтная дифференциация выражена особенно резко.

Полевые материалы позволяют сопоставить результаты картографирования с реальным обликом ключевых ландшафтных комплексов. Галечниково-пойменные участки Самура отражают динамику крупной трансграничной горно-долинной системы, тогда как долина Шура-озени в котловине Кар-Кар демонстрирует компактную горно-предгорную структуру малого бассейна с резкой сменой природных условий (рис. 4).

а

б

Рис. 4. Полевые примеры ландшафтной структуры ключевых бассейнов:

а – галечниковая пойма реки Самур; б – долина реки Шура-озень в котловине Кар-Кар. Фото З.В. Атаева

Таким образом, комплект картографических и фотоматериалов выстроен по принципу перехода от регионального уровня к бассейновому и полевому: табл. 1 фиксирует состав и пространственную последовательность ключевых бассейнов; ландшафтная карта Кавказского сектора раскрывает региональный природный каркас; карты Самура и Шура-озени демонстрируют применение единой методики на уровне конкретных водосборов, а полевые фотографии подтверждают связь картографических контуров с реальным обликом ландшафтных комплексов.

Геоэкологическая чувствительность и зоны геосистемного напряжения

Сопоставление ландшафтной структуры, морфометрических характеристик и показателей антропогенной нагрузки позволило выделить участки повышенной геоэкологической чувствительности [22; 24, с. 151–168]. Под такими участками понимаются территории, где природные комплексы обладают пониженной устойчивостью к внешним воздействиям и могут быстро переходить в состояние деградации при изменении климатических, гидрологических или хозяйственных условий.

К первой группе относятся крутые склоны среднегорных и низкогорных частей бассейнов, сложенные неустойчивыми литологическими комплексами и испытывающие воздействие дорожного строительства, пастбищной нагрузки или нарушения растительного покрова [22]. На таких участках возрастает вероятность развития плоскостной и линейной эрозии, оползней, обвально-осыпных процессов и селевых явлений.

Ко второй группе относятся предгорные зоны. Они являются узлами геосистемного напряжения, поскольку здесь сходятся потоки вещества и воды из горных частей бассейнов, концентрируется хозяйственная деятельность и происходит активное преобразование природных комплексов [24, с. 151–168].

Третью группу составляют долинные, пойменные и террасовые комплексы. Их чувствительность связана с высокой зависимостью от режима речного стока [17]. Любое изменение водности, русловой динамики, паводочного режима, водозабора или аккумуляции наносов отражается на состоянии пойменных экосистем, сельскохозяйственных земель, населенных пунктов и инженерной инфраструктуры [4, с. 22–29].

Четвертую группу образуют равнинные и дельтовые комплексы. Они уязвимы к изменению водного баланса, сокращению стока, усилению водозабора, засолению, заболачиванию или иссушению [5; 7]. Для дельтовых участков особенно опасно нарушение естественного соотношения между речным стоком, аккумуляцией наносов и влиянием Каспийского моря [19].

Пятая группа включает антропогенно преобразованные территории, где природная структура ландшафтов уже существенно изменена. Это урбанизированные участки, зоны интенсивного земледелия, транспортные коридоры, карьеры, территории инженерной застройки и участки водохозяйственного регулирования [24, с. 151–168; 8; 9, с. 1831–1856].

Значение картографирования для геоэкологического мониторинга

Созданная среднемасштабная ландшафтная карта имеет не только инвентаризационное, но и аналитическое значение. Она позволяет рассматривать исследуемые бассейны как единую систему взаимосвязанных природных комплексов, выявлять пространственные закономерности их изменения и определять территории, нуждающиеся в первоочередном мониторинге.

Практическая ценность полученных материалов заключается в возможности их использования для оценки ландшафтного разнообразия, степени антропогенной трансформации, природных рисков, геоэкологической чувствительности и устойчивости природно-хозяйственных систем. Единая геоинформационная основа обеспечивает возможность сравнительного анализа бассейнов разных стран и природных областей [10].

Созданная база данных может стать основой для последующего динамического мониторинга. При регулярном обновлении спутниковых данных и полевых наблюдений она позволит отслеживать изменения растительного покрова, расширение антропогенных нарушений, развитие опасных процессов, изменение состояния пойменных и дельтовых экосистем, а также последствия экстремальных гидрометеорологических событий [11, с. 6–14; 5; 12, с. 1353–1381].

Научная новизна и методическое значение полученных результатов

Научная новизна выполненного исследования определяется тем, что трансграничные бассейны горных рек Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и Северного Ирана рассмотрены в рамках единого ландшафтно-геоинформационного пространства. Ранее подобные территории чаще анализировались фрагментарно – в пределах отдельных административных регионов, речных бассейнов или государственных границ [4, с. 22–29].

Предложенная методическая схема объединяет бассейновый и

ландшафтный подходы с возможностями современных ГИС-технологий и дистанционного зондирования [10]. Это позволяет не только отображать пространственное размещение ландшафтов, но и анализировать их функциональное положение в системе речного бассейна.

Методическое значение работы состоит также в возможности применения предложенного подхода для других горных и предгорных территорий. Особенно перспективно его использование в регионах с высокой природной контрастностью, трансграничным характером водопользования, дефицитом сопоставимых пространственных данных и растущей нагрузкой на водосборные территории.

Полученные результаты создают основу для последующих тематических исследований: оценки геоэкологического состояния бассейна Самура, анализа предгорных зон геосистемного напряжения [24, с. 151–168], изучения сезонной динамики ландшафтов и разработки устойчивых подходов к управлению водосборными территориями.

Заключение

Выполненное исследование позволило разработать геоинформационную основу среднемасштабного ландшафтного картографирования трансграничных бассейнов горных рек кавказского и североиранского секторов Прикаспийского региона. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность сочетания бассейнового, ландшафтного и геоинформационного подходов при изучении сложных горно-предгорно-равнинных систем, находящихся в условиях климатической изменчивости и возрастающей антропогенной нагрузки.

Исследуемая территория характеризуется значительной природной контрастностью, выраженной высотной поясностью, сложной орографической и гидрографической структурой, а также высокой степенью пространственной неоднородности ландшафтов. Бассейны Сунжи, Сулака, Шура-озени, Уллучая, Самура, Гарачая, Атачая, Хераза

и Горгана образуют систему природных и природно-антропогенных комплексов, в пределах которой процессы, формирующиеся в верхних и средних частях водосборов, оказывают прямое влияние на состояние нижних, равнинных и дельтовых участков.

Созданная геоинформационная база данных включает орографические, гидрографические, морфометрические, ландшафтные, климатические, антропогенные и геоэкологические блоки. Такая структура позволяет рассматривать ландшафтную карту не только как инвентаризационный материал, но и как аналитическую модель для оценки состояния бассейнов, выявления зон геосистемного напряжения и организации последующего мониторинга.

Наиболее геоэкологически чувствительными участками исследуемых бассейнов являются крутые склоны среднегорных и низкогорных зон, предгорные территории, долинно-пойменные комплексы, дельтовые участки и антропогенно преобразованные ландшафты. В этих зонах чаще всего наблюдается совмещение природной неустойчивости и хозяйственной нагрузки, что создает предпосылки для активизации эрозионных, оползневых, селевых, русловых и деградационных процессов.

Особое значение имеет трансграничный характер исследуемых бассейнов. Он требует применения единых методических подходов к картографированию, оценке природной среды и мониторингу геоэкологического состояния территорий. Использование административных границ в качестве основной пространственной рамки недостаточно для анализа таких систем, поскольку природные процессы развиваются в пределах водосборов и не совпадают с государственными рубежами.

Основные выводы

Выводы по проведенному исследованию сводятся к следующему.

1. Разработана единая геоинформационная основа

среднемасштабного ландшафтного картографирования трансграничных бассейнов горных рек кавказского и североиранского секторов Прикаспийского региона, объединяющая территории Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и Северного Ирана.

2. Показано, что бассейновый подход является наиболее корректной пространственной основой для анализа горных речных систем, поскольку позволяет учитывать функциональные связи между верхними, средними и нижними частями водосборов.

3. Установлено, что высотная поясность выступает главным природным каркасом ландшафтной организации исследуемых бассейнов. В направлении от высокогорий к равнинно-дельтовым участкам происходит закономерная смена природных комплексов, режима природных процессов и характера антропогенного воздействия.

4. Выделены основные группы ландшафтов: высокогорные, среднегорные, низкогорные и предгорные, долинно-пойменные, равнинно-дельтовые и антропогенно преобразованные комплексы.

5. Определены зоны повышенной геоэкологической чувствительности, к которым относятся крутые склоны, предгорные узлы геосистемного напряжения, долинные и пойменные комплексы, дельтовые территории и участки интенсивной антропогенной трансформации.

6. Созданная картографическая основа может использоваться для организации геоэкологического мониторинга, сравнительного анализа бассейнов, оценки природных рисков, выявления участков антропогенной трансформации и разработки мер устойчивого управления водосборными территориями.

Примечание

Благодарность: Работа выполнена в рамках крупного научного проекта «Динамика геоэкологического состояния бассейнов горных рек Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и Ирана в условиях

изменения климата и растущей антропогенной нагрузки» (соглашение № 075-15-2024-644).

Список литературы

1. Солнцев Н.А. О морфологии природного географического ландшафта // Вопросы географии. – 1949. – Сб. 16. – С. 61–86.

2. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – 366 с.

3. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов: гидрофизический подход к количественной морфологии / пер. с англ. Д. Л. Арманда, В. А. Троицкого; под ред. М. А. Великанова. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1948. – 158 с.

4. Демин А.П., Шаталова К.Ю. Принципы и практика распределения водных ресурсов трансграничных рек России // География и природные ресурсы. – 2015. – № 1. – С. 22–29.

5. Росгидромет. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – СПб.: Наукоемкие технологии, 2022. – 124 с.

6. Tielidze L.G., Nosenko G.A., Khromova T.E., Paul F. Strong acceleration of glacier area loss in the Greater Caucasus between 2000 and 2020 // The Cryosphere. – 2022. – Vol. 16. – P. 489–504. DOI: 10.5194/tc-16-489-2022.

7. Samant R., Prange M. Climate-driven 21st century Caspian Sea level decline estimated from CMIP6 projections // Communications Earth & Environment. – 2023. – Vol. 4. – Article 357. DOI: 10.1038/s43247-023-01017-8.

8. Winkler K., Fuchs R., Rounsevell M., Herold M. Global land use changes are four times greater than previously estimated // Nature Communications. – 2021. – Vol. 12. – Article 2501. DOI: 10.1038/s41467-021-22702-2.

9. Zhang X., Liu L., Zhao T., Gao Y., Chen X., Mi J. GISD30: global 30 m impervious-surface dynamic dataset from 1985 to 2020 using time-series Landsat imagery on the Google Earth Engine platform // Earth System Science Data. – 2022. – Vol. 14. – P. 1831–1856. DOI: 10.5194/essd-14-1831-2022.

10. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. – М.: КДУ, 2008. – 424 с.

11. Братков В.В., Атаев З.В. Оценка влияния современных климатических условий на природно-территориальные комплексы Северо-Восточного Кавказа (по материалам дистанционного зондирования Земли) // Мониторинг. Наука и технологии. – 2017. – № 2 (31). – С. 6–14.

12. Zhang X., Zhao T., Xu H., Liu W., Wang J., Chen X., Liu L. GLC_FCS30D: the first global 30 m land-cover dynamics monitoring product with a fine classification system for the period from 1985 to 2022 generated using dense-time-series Landsat imagery and the continuous change-detection method // Earth System Science Data. – 2024. – Vol. 16. – P. 1353–1381. DOI: 10.5194/essd-16-1353-2024.

13. Emlaei Z., Pourebrahim S., Heidari H., Lee K.E. The impact of climate change as well as land-use and land-cover changes on water yield services in Haraz Basin // Sustainability. – 2022. – Vol. 14. – No. 13. – Article 7578. DOI: 10.3390/su14137578.

14. Yaghoobi M., Fathi A., Fazli S. et al. Impact of land use dynamics on the water yields in the Gorgan River basin // Heliyon. – 2024. – Vol. 10. – No. 16. – Article e35674. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e35674.

15. Беручашвили Н.Л. Объяснительная записка к Ландшафтной карте Кавказа. – Тбилиси: Изд-во ТГУ, 1980. – 54 с.

16. Федина А.Е. Физико-географическое районирование восточной части северного склона Большого Кавказа // Ландшафтное

картографирование и физико-географическое районирование горных областей. – М.: Изд-во МГУ, 1972. – С. 5–96.

17. Гюль К.К., Власова С.В., Кисин И.М., Тертеров Ф.Ф. Реки Дагестанской АССР. – Махачкала: Дагкнигоиздат, 1961. – 370 с.

18. Абдулаев К.А., Атаев З.В., Братков В.В. Современные ландшафты Горного Дагестана. – Махачкала: ДГПУ, 2011. – 116 с.

19. Court R., Lattuada M., Shumeyko N. et al. Rapid decline of Caspian Sea level threatens ecosystem integrity, biodiversity protection, and human infrastructure // Communications Earth & Environment. – 2025. – Vol. 6. – Article 261. DOI: 10.1038/s43247-025-02212-5.

20. Будагов Б.А. Современные ландшафты Азербайджана. – Баку: Элм, 1988. – 136 с.

21. Кучинская И.Я. Ландшафтно-экологическая дифференциация горных геосистем: на примере северного склона Юго-Восточного Кавказа. – Баку: Victory, 2011. – 195 с.

22. Ализаде Э.К., Тарихазер С.А. Экогеоморфологическая опасность и риск на Большом Кавказе: в пределах Азербайджана. – М.: МАКС-Пресс, 2015. – 208 с.

23. Tabunshchik V., Gorbunov R., Gorbunova T., Pham C.N., Klyuchkina A. Identification of river basins within northwestern slope of Crimean Mountains using various digital elevation models (ASTER GDEM, ALOS World 3D, Copernicus DEM, and SRTM DEM) // Frontiers in Earth Science. – 2023. – Vol. 11. – Article 1218823. DOI: 10.3389/feart.2023. 1218823.

24. Атаев З.В. Теоретико-методологические основы и региональные особенности выделения предгорных ландшафтов как самостоятельных геосистем // Геология и геофизика Юга России. – 2025. – Т. 15. – № 4. – С. 151–168. DOI: 10.46698/o0195-2486-7930-v.

© Атаев З.В., 2026

Глава 17.
ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ ВДОЛЬ РЕКИ АТКАРА АТКАРСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Азарова Олеся Валентиновна
к.с.-х.н., доцент, доцент
Азаров Александр Сергеевич
к.т.н., доцент, ст. преподаватель
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»

Аннотация: На основе полученных данных разработано проектное решение рекреационной зоны, в котором особое внимание уделено формированию гармоничной и устойчивой экосистемы, оптимальному размещению дорожно-тропиночной сети, спортивной и детской площадок, организации цветников и подбору древесно-кустарниковой растительности.

Ключевые слова: рекреационная зона, река Аткара, ландшафтное планирование, благоустройство территории, комплексный анализ территории, зеленые насаждения.

ORGANIZATION OF A RECREATIONAL ZONE ALONG THE ATKARA RIVER IN THE ATKARA DISTRICT OF THE SARATOV REGION

Azarova Olesya Valentinovna
Azarov Alexander Sergeevich

Abstract: Based on the data obtained, a design solution for a recreational area has been developed, in which special attention is paid to the formation of a harmonious and sustainable ecosystem, optimal placement of a

road and path network, sports and playgrounds, organization of flower beds and selection of woody and shrubby vegetation.

Key words: recreational area, Atkara River, landscape planning, landscaping, comprehensive analysis of the territory, green spaces.

Современные города испытывают острую потребность в создании качественных рекреационных зон, способствующих улучшению здоровья и благополучия населения. Благоустройство прибрежной территории реки Аткара рассматривается как эффективный способ решения этой проблемы, позволяющий интегрировать природный ландшафт в городскую среду и создать привлекательное пространство для отдыха и досуга [1, 7–8].

Проект нацелен на удовлетворение потребностей жителей всех возрастов в комфортной и доступной рекреационной среде, способствуя формированию здорового образа жизни и повышению привлекательности малых городов.

Для реализации проекта выбрана земля рекреационного назначения площадью 7,1 гектара, свободная от капитальных строений, расположенная в Аткарском районе Саратовской области. Окружение представлено преимущественно садовыми и дачными участками.

Данная территория традиционно известна среди местного населения под названием «Роднички», что связано с историческим наличием множества родников в непосредственной близости от этого участка. Родники играли важную роль в жизни местного сообщества, обеспечивая стабильный источник чистой питьевой воды и способствуя развитию сельского хозяйства. Их присутствие оказывало значительное влияние на формирование ландшафта и экологическое состояние территории, а также имело культурное и хозяйственное значение для жителей региона. Название «Роднички» отражает тесную связь местности с природными водными ресурсами и служит историческим свидетельством природных особенностей данного участка.

Данный объект предназначен для купания и отдыха на берегу реки Аткара. В настоящее время детская и спортивная зоны отсутствуют, что ограничивает возможности для активного досуга и семейного отдыха. Для повышения функциональности территории целесообразно рассмотреть возможность создания специализированных зон, включая детские игровые площадки и спортивные комплексы, что позволит расширить спектр предлагаемых услуг и привлечь более разнообразную аудиторию.

Экологическая ситуация на рекреационном объекте, расположенном вблизи реки Аткара в городе Аткарск Саратовской области, характеризуется комплексным воздействием природных и антропогенных факторов.

Визуальный осмотр территории выявил значительное количество мусора, что свидетельствует о высоком уровне антропогенной нагрузки на данный участок. Наличие несанкционированных свалок и разного рода отходов негативно сказывается на состоянии почвенного покрова и водных ресурсов, а также снижает эстетическую и рекреационную ценность объекта.

Дополнительно отмечается неудовлетворительное состояние древесной растительности. По результатам наблюдений, отдельные деревья демонстрируют признаки стрессового состояния, включая частичное усыхание листьев, снижение густоты кроны и повреждения коры. Возможными причинами такого состояния могут быть как неблагоприятные климатические условия, так и влияние загрязнения почвы и воды, а также механические повреждения, связанные с антропогенной деятельностью.

Несмотря на перечисленные негативные факторы, в целом экологическая обстановка на объекте может быть оценена как благоприятная. Водные ресурсы реки Аткара сохраняют удовлетворительное качество.

Для улучшения экологического состояния рекомендуется проведение мероприятий по ликвидации мусора, организации систематического мониторинга состояния растительности и почвы, а также внедрение просветительских программ для посетителей с целью снижения антропогенного воздействия.

Ландшафтные характеристики участка в целом положительные, однако отдельные элементы требуют проведения восстановительных мероприятий. В частности, необходимо увеличить площадь озеленения, поскольку зелёные насаждения оказывают положительное влияние на микроклимат территории и способствуют улучшению психоэмоционального состояния посетителей. Для повышения комфорта пребывания рекомендуется установка малых архитектурных форм, таких как навесы, шезлонги, зонты, скамьи и урны, что обеспечит защиту от солнца и создаст удобные зоны отдыха.

На территории наблюдается захламлённость, сухостой, значительное количество поросли, что негативно сказывается на визуальном восприятии и общем состоянии участка. Для улучшения эстетики и повышения экологической устойчивости рекомендуется организация газонных покрытий и дополнительное озеленение, что позволит создать более привлекательное и комфортное пространство для отдыхающих. Важным аспектом является регулярный уход за зелёными насаждениями, включая санитарную обрезку. Кроме того, размещение цветочных композиций и декоративных элементов может способствовать формированию уникального облика территории и повышению её привлекательности для посетителей.

На территории, выбранной для проектирования, доминирует открытый тип пространственных структур, занимающий 87 % общей площади анализируемого объекта. Закрытый тип пространственных структур представлен на 10 %, а полуоткрытый на 3 % площади (рис. 1).

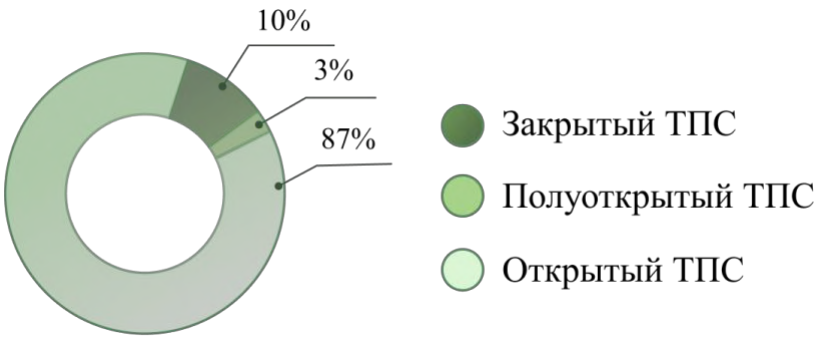


Рис. 1. Анализ типов пространственных структур (ТПС) на проектируемом участке

На территории рекреационной зоны зафиксировано наличие проселочной дороги, пересекающей участок, и тропы, пролегающие вдоль береговой линии. В настоящее время отсутствуют элементы благоустройства, такие как обустроенные пешеходные дорожки, специализированные парковочные места и рекреационные площадки.

В рамках проектирования необходимо разработать детальное планировочное решение дорожно-тропиночной сети, отвечающее требованиям функциональной организации территории и безопасности использования. Проектируемая сеть должна обеспечивать удобство передвижения посетителей различных категорий, а также способствовать созданию визуально привлекательных и композиционно завершенных ландшафтных зон, что, в свою очередь, позволит акцентировать видовые точки и оптимизировать восприятие рекреационного пространства. При разработке дорожно-тропиночной сети следует учитывать нормативные требования [2–5].

В пределах проектируемого объекта была проведена инвентаризация зелёных насаждений с целью оценки качества деревьев и кустарников.

На рассматриваемой территории произрастают следующие виды зелёных насаждений: ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), вяз

мелколистный (*Ulmus parvifolia* Jacq), ива белая (*Salix alba* L.), ива ломкая (*Salix fragilis* L.), ива пепельная (*Salix cinerea* L.), ива трёхтычинковая (*Salix triandra* L.), клен ясенилистный (*Acer negundo* L.), яблоня лесная (*Malus sylvestris* Mill.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.).

В ходе проведённой инвентаризации установлено, что 31 дерево находится в неудовлетворительном фитосанитарном состоянии, что составляет 56 % от общего количества древесно-кустарниковой растительности на обследуемой площади. На территории выявлены заболевания и повреждения, включая ржавчину ивы ломкой (лат. *Melampsora salicina*), сухостой на вязе мелколистном, дупло на клене ясенелистном и трутовик серно-жёлтый (лат. *Laetíporus sulphureus*) на иве белой.

Характерными видами луговых растений являются: клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), шалфей дубравный (*Salvia nemorosa* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), пырей средний (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski), полевица обыкновенная (*Agrostis tenuis* Sibth.), райграс высокий (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. Presl & C. Presl), ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), крестовник блуждающий (*Senecio erraticus Bertol*) и др.

В прибрежной зоне реки Аткара произрастает: тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), клевер лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.) Lam.).

Водные растения реки Аткара включают следующие виды: кубышка жёлтая (*Nuphar lutea* (L.) Sm.), кувшинка белая (*Nymphaea alba* L.), камыш (*Scirpus*).

В ходе предпроектного анализа территории установлено, что рекреационная зона характеризуется умеренной степенью антропогенной нагрузки. Однако выявлены негативные факторы, оказывающие влияние на экологическое состояние территории. В частности, зафиксировано

обильное развитие поросли клена американского (*Acer negundo* L.) и неудовлетворительное состояние большого количества деревьев.

Для улучшения природоохранного состояния рекреационной зоны предлагается комплекс следующих мероприятий:

1. Проведение механизированной расчистки территории от поросли.

2. Выявление больных и поврежденных деревьев, проведение санитарной рубки и уборки сухостоя.

3. Посадка новых деревьев, устойчивых к местным условиям.

В соответствии с ГОСТ 17.1.5.02-80 «Охрана природы. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов», зоны рекреации, расположенные у водных объектов, должны соответствовать ряду гигиенических и экологических требований, включающих: соответствие качества воды и санитарного состояния территории установленным нормативам, обеспечение безопасных подходов к воде, наличие транспортной доступности, безопасный рельеф дна [9].

В процессе проектирования гармоничной среды принимаются во внимание природные характеристики Аткарского района, включая изучение ландшафта, аборигенных видов растительности и водного объекта. Все проектные решения базируются на актуальных нормативных документах, включая СП 82.13330.2016 «Благоустройство территорий» и обновленную редакцию СНиП III-10-75. При проектировании также учитывались положения Водного кодекса Российской Федерации, Градостроительного кодека Российской Федерации, Земельного кодекса Российской Федерации, Лесного кодекса Российской Федерации и т.д. [2–11].

Территория рекреационного объекта подразделяется на ряд функциональных зон: зона тихого отдыха, пляжная зона, спортивная, детская зоны, зона общественного питания, зона обзорной площадки, входная зона, зона рыбалки, санитарно-гигиеническая зона, зона обслуживания, зона парковки.

Спортивная зона представлена площадками для волейбола и бадминтона. Детская зона оборудована игровым комплексом. Обе зоны – спортивная и детская – оснащены песчаным покрытием.

В целях обеспечения безопасности детей и лиц, не умеющих плавать, устанавливается ограничение глубины в зонах купания, предназначенных для данной категории отдыхающих. Согласно стандарту, глубина не должна превышать 1,2 метра, а границы зоны обозначаются линией поплавков.

На территории запроектированы биотуалеты, душевые кабинки, душевые, располагающиеся на расстоянии не менее 50 м до места купания и не более 100 м друг от друга. Количество биотуалетов, кабин для переодевания, душей на пляже должно быть установлено из расчета не менее 1 единицы на 75 человек.

При использовании современных экономичных душевых систем расход воды составляет 8 литров в минуту без ущерба комфорту. Средняя продолжительность принятия душа составляет 10 минут, что приводит к расходу 80 литров воды на одну процедуру.

Минимальная площадь береговой зоны на одного человека/туриста для речных, озерных и других пляжей должна составлять не менее 5 м². В соответствии с этим, проектируемый пляж площадью 750 м² рассчитан на 150 человек, что соответствует современным требованиям.

Зона общественного питания включает площадку, предназначенную для размещения объектов фудкорта.

Зона обслуживания предназначена для размещения сооружений, обеспечивающих хранение инвентаря.

В рамках пространственного планирования территории предусмотрено создание автомобильной парковки (стандартные размеры парковочного места составляют 2,5 х 6,0 м), расположенной за пределами водоохранной зоны, ширина которой, согласно Водному кодексу Российской Федерации, составляет 200 метров. Данное проектное решение направлено на обеспечение экологической

безопасности водного объекта и предотвращение загрязнения прибрежной территории.

Проект предусматривает многоуровневую систему освещения, включающую функциональный, декоративный и информационный компоненты.

Для проектного решения выбран пейзажный стиль, который направлен на создание сбалансированного взаимодействия между антропогенными элементами и природной средой, что способствует формированию экологически устойчивой и эстетически привлекательной зоны отдыха. В проекте преобладают природные материалы, которые используются для сохранения органичности ландшафта, при этом интегрируются искусственные компоненты, обеспечивающие повышенную износостойкость и долговечность конструкций в условиях эксплуатации (рис. 2).

Рис. 2. Графический лист проекта организации территории

В составе проектной документации предусмотрено размещение опор освещения, различных малых архитектурных форм, а также

организация зелёных насаждений, соответствующих природному окружению. Особое внимание уделено разработке системы дорожно-тропиночной сети, обеспечивающей удобную и безопасную связь между основными функциональными зонами объекта и прилегающими территориями. Дорожно-тропиночная сеть спроектирована с учетом современных требований и гарантирует удобство и безопасность передвижения для всех категорий пользователей.

Над поверхностью реки Аткара запроектированы два переходных пешеходных моста, обеспечивающих удобное и безопасное пересечение водного объекта. Эти мосты выполнены из натуральных материалов, что гармонично вписывается в природный ландшафт и минимизирует визуальное воздействие на окружающую среду. Также над поверхностью реки расположена обзорная площадка, которая служит местом для отдыха и созерцания природных видов.

От деревянного моста начинается деревянная пешеходная тропинка, которая протягивается вдоль берега и позволяет посетителям максимально близко ознакомиться с природным пейзажем и особенностями местности. Тропинка оборудована с учетом комфорта и безопасности посетителей, а также спроектирована таким образом, чтобы минимизировать воздействие на экосистему реки и прилегающей территории. Данная инфраструктура способствует развитию экологического туризма и создает условия для активного отдыха на природе, одновременно подчеркивая природную красоту и уникальность территории.

Вода реки выполняет важную эстетическую функцию, отражая окружающую природу и создавая эффект визуального расширения пространства, усиливая ощущение единства с природой. Отражательная способность воды является важным свойством для ландшафтного проектирования. Вода четко рефлектирует все детали, ее окружающие. Водная поверхность играет огромную планировочную и композиционную роль.

Композиция парка многоцентровая, со свободным размещением композиционных узлов. Композиционными акцентами являются площадки различного назначения. Наиболее выразительные из них, представленные как основными, так и второстепенными композиционными акцентами, образуют композиционные центры.

Основная композиционная ось соединяет композиционные центры и акценты между собой. Второстепенные служат для дополнительной связи между ними по различным направлениям движения.

Композиция объекта построена таким образом, что между большинством композиционных центров обеспечиваются визуальные связи, что обусловлено особенностями рельефа участка.

Парковые пейзажи построены с использованием сценарного метода (пейзажи расположены через 30–150 м). Смена декоративных эффектов обеспечивается чередованием различных типов пространственной структуры, изменением породного состава насаждений, изменением параметров пейзажных картин.

Объемно-пространственная структура территории представлена, преимущественно, полуоткрытыми типами объемно-пространственной структуры, участками с групповым размещением деревьев. Групповые посадки широко применяются при создании красивых пейзажей и куртин и плавного перехода от массивных насаждений к открытым участкам в различных зеленых объектах свободной планировки.

Формирование растительного ассортимента для проектируемого объекта осуществлялось с учетом комплексного анализа местных насаждений и специфики объекта, а также климатических условий и почвенных характеристик Аткарского района. Ключевыми критериями при выборе посадочного материала являлись виды, обладающие высокой засухо- и морозоустойчивостью, а также в соответствующих зонах растения, нуждающиеся в повышенной влажности.

По проектному решению на территории в качестве основного ассортимента для озеленения были выбраны следующие деревья и

кустарники: ива белая (*Salix alba* L.), ива вавилонская (*Salix babylonica* L.), ива трехтычинковая (*Salix triandra* L.), ольха черная «Инкиса» (Alnus glutinos «Incisa» L. Gaertn.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.).

В качестве дополнительного ассортимента были выбраны следующие деревья и кустарники: ель колючая «Блю Маунтин» (*Picea pungens* «Blue Mountain» Engelm.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), можжевельник казацкий «Мас» (*Juniperus sabina* «Mas» L.), вяз голландский «Вредеи» (*Ulmus hollandica* «Wredei» Mill.).

В качестве ассортимента ограниченного пользования выбраны следующие деревья и кустарники: карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.).

В прибрежных зонах высажен можжевельник казацкий «Mas» (*Juniperus sabina* «Mas»), который выполняет декоративную и берегоукрепительную функции. Расположение данного сорта обеспечивает привлекательный вид при движении вдоль дорожки, а также способствует стабилизации береговой линии за счет развитой корневой системы.

На рассматриваемой территории используется ива вавилонская (*Salix babylonica* L.) в качестве элемента ландшафтного зонирования, формирующего естественную границу, отделяющую детскую игровую зону от остальной территории. Данное проектное решение обосновано функциональными и эстетическими характеристиками ивы вавилонской, позволяющими создать безопасную и привлекательную среду для детей.

Большое значение имеют древесно-кустарниковые насаждения с точки зрения как декоративной, так и защитно-технической.

На территории запроектирована древесно-кустарниковая группа, включающая березу повислую (*Betula pendula* Roth), липу мелколистную (*Tilia cordata* Mill.) и рябину обыкновенную (*Sorbus aucuparia* L.). Эти виды выбраны с учетом их высокой адаптивности к климатическим

условиям Аткарского района, декоративных качеств и положительного влияния на экологический баланс участка (рис. 3).

По проектному решению был разработан цветник, площадь которого представлена свободными посадками, а также путем смешивания различных культур в сплошные композиции. Для ассортимента выбраны неприхотливые и выносливые виды, которые обитают в данной местности. Видовой состав цветочной растительности был разработан. Для достижения максимальной декоративности и создания эффектной смены цветовых акцентов на протяжении всего сезона. Ключевым фактором при отборе являлись различные сроки цветения, гарантирующие продолжительный и привлекательный вид цветников (рис. 3).

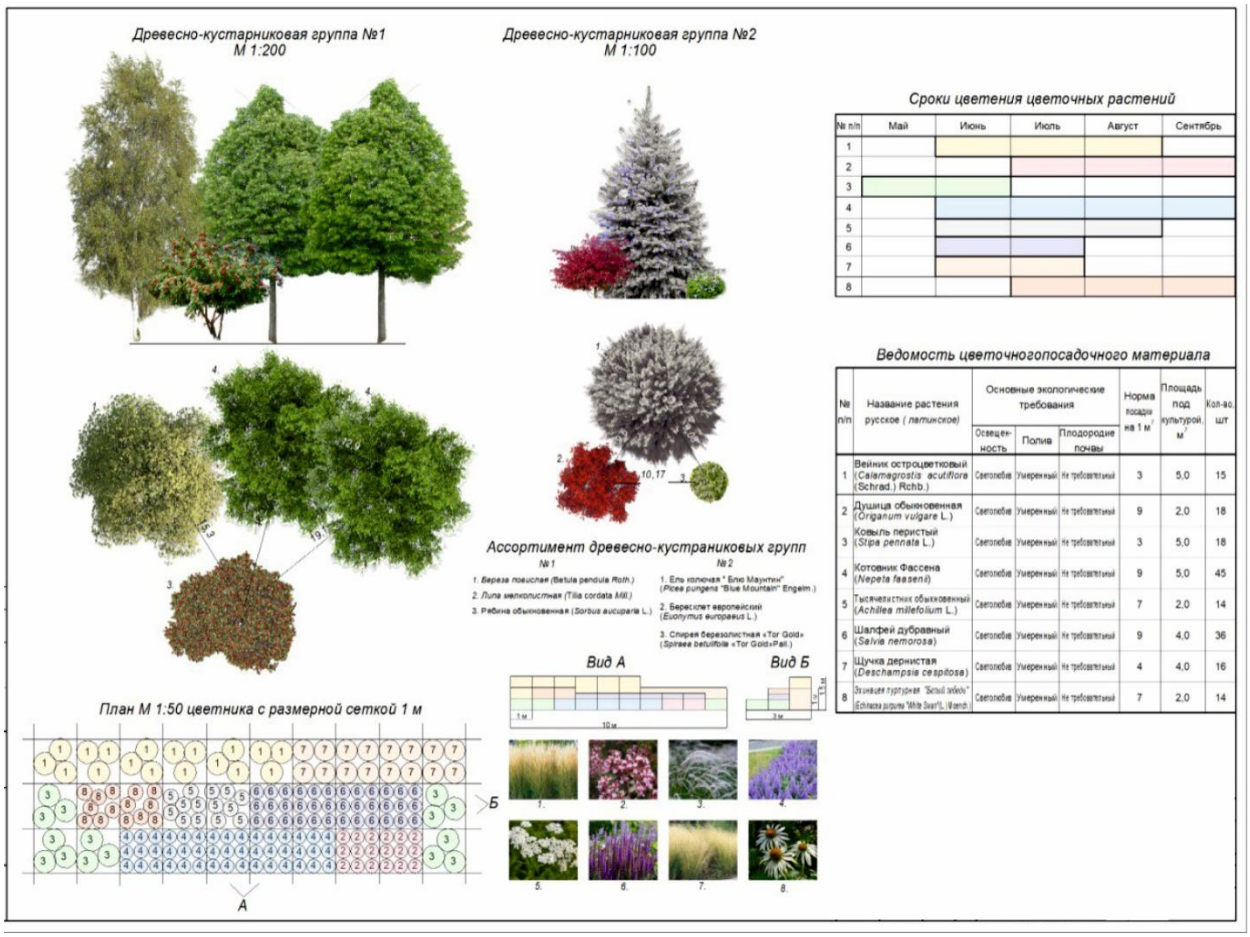


Рис. 3. Общий вид цветника и древесно-кустарниковых групп

Запроектированный цветник, состоящий из многолетних растений, включает котовник Фассена (*Nepeta faassenii* Bergmans ex Stearn), ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), шалфей дубравный (*Salvia nemorosa* L.), щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.), вейник остроцветковый (*Calamagrostis* × *acutiflora* (Schrad.) Rchb), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), эхинацея пурпурная «Белый Лебедь» (*Echinacea purpurea* «White Swan» (L.) Moench), которые естественным образом произрастают в данной местности, располагается вдоль основной дорожки. Выбор местных видов обусловлен их высокой адаптивностью к климатическим и почвенным условиям участка, что обеспечивает устойчивость и минимальный уход за растениями.

Планируется, что со временем цветник будет естественно разрастаться и занимать большую площадь, создавая насыщенный и гармоничный растительный ковер, способствующий улучшению эстетического восприятия территории и поддержанию биоразнообразия.

Для оформления прибрежной зоны реки Аткара были подобраны следующие виды растений: тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), донник лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.) Lam.). Выбор данных видов обусловлен адаптивностью к местным условиям, способностью к очистке воды от загрязняющих веществ. Кроме того, они укрепляют береговую линию, предотвращая эрозию почвы.

В качестве водных растений выбраны кубышка жёлтая (*Nuphar lutea* (L.) Sm.) и кувшинка белая (*Nymphaea alba* L.). Данные виды являются типичными представителями местной флоры и способствуют созданию устойчивой водной экосистемы, обеспечивая укрытие и пищу для рыб и других водных организмов.

В процессе исследования были тщательно проанализированы природно-климатические факторы, экономические особенности и состояние существующих зеленых насаждений. Разработанное

функциональное зонирование послужило основой для создания генерального плана объекта, включающего формирование гармоничных древесно-кустарниковых композиций и создание цветников. Предложенные решения направлены на формирование благоприятной среды для различных возрастных групп населения. Разработанное архитектурно-планировочное решение представляет собой комплексный подход к организации территории, который направлен на создание комфортной, функциональной и эстетически привлекательной среды для посетителей. В основе проекта лежит принцип гармоничного взаимодействия природных и антропогенных компонентов, что позволяет сохранять и подчеркивать уникальные природные особенности участка, одновременно обеспечивая удобство и безопасность пользователей.

Особое внимание уделено сохранению природного наследия, включая использование местных видов растительности и минимальное вмешательство в существующий ландшафт, что способствует поддержанию биоразнообразия и экологического баланса. Инфраструктура, включая пешеходные пути, мосты и обзорные площадки, спроектирована с учетом эргономики и эстетики, обеспечивая беспрепятственное и комфортное перемещение, а также возможность полноценного восприятия окружающей природы.

Реализация мероприятий по озеленению и благоустройству, позволит привлечь большее количество туристов и повысить экономическую эффективность использования территории.

Список литературы

1. Анисимова Л. В. Городской ландшафт. Социально-экологические аспекты проектирования : учебное пособие / Л. В. Анисимова. – Вологда : Вологодский государственный технический университет, 2002. – 192 с. – ISBN 5-87851-164-9. – EDN XWGTDV.

2. Борисов М. В. Нормативно-техническое регулирование в области озеленения городской среды / М. В. Борисов, Н. В. Бакаева, И. В. Черняева // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15, № 2. – С. 212–222. – DOI 10.22227/1997-0935.2020.2.212-222. – EDN VCSRFP.

3. Кичигин Н. В. Благоустройство территории в системе градостроительной деятельности / Н. В. Кичигин // Закон. – 2025. – № 3. – С. 145–156. – DOI 10.37239/0869-4400-2025-22-3-145-156. – EDN TUZVNZ.

4. Корягина Н. В. Благоустройство и озеленение населенных мест : Учебное пособие для СПО / Н. В. Корягина, А. Н. Поршакова. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство ЮРАЙТ», 2021. – 164 с. – ISBN 978-5-534-13892-4. – EDN PIIBLO.

5. Кузьмина Т. В. Комплексное благоустройство территорий (теоретический аспект) / Т. В. Кузьмина, О. Ш. Белявская. – Тюмень : Общество с ограниченной ответственностью «Частное учреждение дополнительного профессионального образования Международный институт инновационного образования. Центр повышения квалификации», 2020. – 90 с. – ISBN 978-5-6044754-4-7. – EDN XUNNOS.

6. Лунченко М. С. Основы ландшафтного проектирования : Учебное текстовое электронное издание локального распространения / М. С. Лунченко. – Омск : Омский государственный технический университет, 2022. – 138 с. – ISBN 978-5-8149-3524-3. – EDN GXRLFA.

7. Маслова Л. А. Эффективность использования земель населенных пунктов малых городов / Л. А. Маслова, А. Н. Поршакова, А. Д. Петранина // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2023. – № 12. – С. 329–332. – EDN NPRWIB.

8. Сокольская О. Б. Ландшафтная архитектура: специализированные объекты : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Садово-парковое и

ландшафтное строительство» / О. Б. Сокольская, В. С. Теодоронский, А. П. Вергунов. – 2-е издание, стереотипное. – Москва : Академия, 2008. – ISBN 978-5-7695-5767-5. – EDN QNNTKX.

9. Чистякова А. А. Экологические аспекты благоустройства пляжей / А. А. Чистякова, Е. Н. Штепа // Актуальные научные направления ландшафтной архитектуры – от истока к инновациям : Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 95-летию ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, 23 апреля 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2025. – С. 111–114. – DOI 10.58168/CScDLA2025_111-114. – EDN CRUFIR.

10. Шубинская К. А. Подбор ассортимента растений для рекомендаций к озеленению пляжей Г. Москвы / К. А. Шубинская // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2025. – № 44. – С. 91–94. – EDN LINFWI.

11. Щур В. В. Требования к оборудованию пляжей. Озеленение / В. В. Щур, И. В. Кушина // Вклад молодых ученых в развитие АПК : Сборник тезисов, подготовленный в рамках Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь и наука – 2022», Екатеринбург, 15 марта 2022 года. Том 1. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 45–46. – EDN WDIINK.

© Азарова О.В., Азаров А.С.

Глава 18.
ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ В ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Зеленина Ольга Владимировна
к.б.н., доцент
ФГБОУ ВО «Российский аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», Калужский филиал

Аннотация: В главе дана оценка природно-климатическим условиям и их влиянию на численность и продуктивность пчелиных семей. Показана динамика численности пчелиных семей по районам Калужской области за 2024–2026 гг., производство товарного меда в регионе за 2022–2025 гг.; сделана характеристика погодно-климатических условий в период осенне-зимнего покоя, весеннего развития и главного медосбора за последние годы. Сохранность за зимний период, развитие и медопродуктивность пчелиных семей карпатской и краинской пород оценены по наблюдениям, которые проведены на одной из пасек региона. Данные показали, что наиболее оптимальные условия в период осенне-зимнего покоя и медосбора повторяются примерно раз в 3 года.

Ключевые слова: медоносная пчела, погодные условия, Калужская область, товарный мед, динамика численности пчелиных семей, карпатская порода, краинская порода.

CHANGES IN THE NUMBERS AND PRODUCTIVITY OF BEE COLONIES IN THE NATURAL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE KALUGA REGION

Zelenina Olga Vladimirovna

Abstract: The chapter provides an assessment of the natural and climatic conditions and their impact on the number and productivity of bee colonies. The dynamics of the number of bee colonies by districts of the Kaluga Region for 2024–2026 are shown, as well as the production of marketable honey in the region for 2022–2025; the climatic conditions during the autumn-winter dormancy period, spring development, and the main honey harvest in recent years are characterized. The survival rate during the winter period, development, and honey productivity of bee colonies of the Carpathian and Krain breeds were assessed based on observations made at one of the apiaries in the region. The data obtained showed that the most optimal conditions during the autumn-winter dormancy period and honey harvesting are repeated approximately once every 3 years.

Key words: honeybee, weather conditions, Kaluga region, marketable honey, dynamics of the number of bee colonies, Carpathian breed, Carniolan (Krajina) breed.

Введение

Медоносная пчела (Apis mellifera) повсеместно используется для получения ценнейших продуктов пчеловодства, основным из которых является мед. Главная роль пчел в природе и в сельском хозяйстве – опыление энтомофильных культур. Тем самым они оказывают непосредственное влияние на сохранение природного разнообразия и урожайность сельскохозяйственных культур. В последние десятилетия на нашей планете заметно глобальное потепление, которое оказывает существенное влияние на среду обитания живых организмов, в т.ч. медоносных пчел. Неблагоприятные климатические и экологические условия оказывают отрицательное влияние на продуктивность и

устойчивость пчелиных семей, что подтверждается исследованиями во многих странах мира [1, 2, 3, 4, 5].

За последние 30 лет в РФ в 1,5 раза уменьшилось количество пчелиных семей и продолжается тенденция к их сокращению [6, с. 305].

В последние годы в мире разрабатывается стратегия сохранения численности медоносных и других насекомых-опылителей. В связи с этим большое значение отводится наблюдениям за факторами, оказывающими влияние на сохранность, развитие и продуктивность пчелиных семей на фоне изменения условий окружающей среды [7, 8, 9].

Изменение климатических условий в настоящее время происходит повсеместно. Оно проявляется не только в повышении температуры воздуха во все сезоны года, но и в увеличении количества дней с осадками в период медосбора, что в свою очередь приводит к понижению температуры в летний период [1, с.10].

По некоторым данным потепление климата на территории Средней полосы РФ привело к сокращению солнечных дней на 14 и настолько же увеличилось количество облачных и пасмурных дней [11, с.12].

Как известно, в период медосбора развитие пчелиных семей и количество получаемой от них продукции напрямую зависит от погодных условий, качества и количества источников корма для пчел – нектара и пыльцы [12, с. 34].

Калужская область располагается в центральной части Нечерноземной зоны России. Для региона характерен умеренно-континентальный климат, все сезоны, как правило, выражены хорошо. В летний период устанавливается теплая и влажная погода. Зимой режим температуры умеренно холодный. Высота снежного покрова нестабильная.

Многолетние наблюдения зафиксировали среднюю годовую температуру в пределах +4 °С. Январь является наиболее холодным месяцем года, температура в среднем равна -10 °С. В зимний период в последние годы зачастую наступают оттепели, средняя их продолжительность составляет 2–3 дня. В первой половине марта может

наблюдаться погода, характерная для зимнего периода года. Летний период наступает при повышении среднесуточной температуры воздуха более +15 °С, поэтому медосборный сезон на пасеках, как правило, длится с июня и до середины августа.

Основной медосбор в Калужской области обеспечивает луговое разнотравье, многолетние кормовые культуры, кустарниковые и древесные энтомофильные растения. Медоносная база характеризуется небольшими или средними по продолжительности периодами медосбора и перерывами между ними. Медоносных ресурсов для производства продуктов пчеловодства в промышленных масштабах в регионе нет [13, с. 136].

В зависимости от погодных условий текущего сезона цветение энтомофильных растений может сдвигаться в ту или иную сторону, поэтому при проведении работ на пасеке в весенний период и при подготовке к главному медосбору это должно приниматься во внимание [14, с. 21].

В зимний и ранне-весенний период не все пчелиные семьи выживают, в среднем показатель отхода пчелиных семей составляет 10–12 % [15, с.196].

Для повышения сохранности пчелиных семей в период осенне-зимнего покоя в предыдущем сезоне необходимо проводить мероприятия по увеличению силы семей путем стимулирования выращивания расплода, выбраковки слабых семей и их объединения и т.д. [16, с. 69].

Теплая весенняя погода способствует интенсивному развитию пчелиных семей и, как следствие, переходу их в роевое состояние. Роение является основным инстинктом пчелиных семей; оно сохраняет пчелиные семьи как вид в природе, т.к. способствует распространению генетической информации пчел на значительное расстояние, препятствует увеличению инбридинга и вырождению пчелиных семей [17].

Однако роение при определенных условиях может стать неуправляемым процессом и нарушает плановые работы на пасеке. Тем не менее большие и рано вышедшие рои обеспечивают прирост пчелиных семей на пасеке и дополнительный выход товарного меда [18, с. 50, 55].

В течение лета и в конце сезона главного медосбора на пасеках необходимо проводить выбраковку или паратипический отбор пчелиных семей. В этот период выбраковываются больные, непродуктивные и безматочные семьи. При расчете выхода от семьи пчел товарного меда, т.е. индивидуальной медопродуктивности, необходимо учесть продукцию, произведенную как от основных семей, имевшихся на начало сезона, так и от отводков и роев, полученных от каждой семьи пчел.

Следует учитывать не только полученный товарный мед, но и самообеспеченность пчелиных семей кормовыми запасами, поэтому семьи, от которых в текущем сезоне получено мало продукции, но обеспечившие себя кормом на зимовку, не следует выбраковывать. Оценка пчелиных семей должна осуществляться по многим признакам, например по качеству матки и расплода, склонности к роению, числу рамок печатного расплода, отобранных для формирования отводков, а также с обязательным учетом природно-климатических и медосборных условий [19, с. 12].

В РФ был разработан план породного районирования пчелиных семей, согласно которому для Калужской области рекомендованы две породы пчел: карпатская и среднерусская.

Однако в связи с изменением климатических условий и отсутствием контроля породной принадлежности завозимых пчелиных семей в Калужскую область попадают и прочие породы пчел, в т.ч. краинская порода (или карника).

Карпатская порода (Apis mellifera carpatica) пчел имеет ряд ценных хозяйственно-полезных признаков: интенсивное развитие весной, эффективное использование разных по видовому разнообразию и

интенсивности медосборов, хорошую устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, меньшую ройливость по сравнению со среднерусскими пчелами, спокойное поведение при осмотре гнезд. Карпатская порода представлена несколькими породными типами, в т.ч. майкопским, он характеризуется более высокими показателями медопродуктивности и менее склонен к роению [20, с. 25].

Карника (Apis mellifera carnica), или краинская порода пчел в настоящее время разводится на территории Калужской области; по происхождению, внешним и хозяйственно-полезным признакам она похожа на карпатскую породу пчел. Естественной средой обитания для карники служат горные и предгорные районы Альп. Краинская порода характеризуется спокойным и миролюбивым поведением при осмотре гнезд, не склонна к воровству [21]. Характерная биологическая особенность краинской породы – склонность к «тихой» смене маток, а также сожительству двух маток в гнезде [22].

Цель настоящей главы – оценка динамики численности пчелиных семей, влияния погодных условий на развитие и продуктивность пчелиных семей в Калужской области.

1. Состояние пчеловодства в Калужской области

Численность пчелиных семей в разрезе районов и двух городов Калужской области представлена в таблице 1. Общее количество пчелиных семей минимальным было в 2025 г. – 8198, максимальное значение зарегистрировано на начало 2026 г. – 9913, увеличение по сравнению с предыдущим годом составило 20,9 %.

Таблица 1

Динамика численности пчелиных семей в Калужской области за 2024-2026 гг. (на начало года), шт.

№ п/п	Районы	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2026 г. в % к	
					2024 г.	2025 г.
1	Бабынинский	723	617	1020	141,1	165,3
2	Барятинский	616	616	674	109,4	109,4

Продолжение таблицы 1

3	Боровский + 26 Обнинск	224	201	282	125,9	140,3
4	Дзержинский	286	286	173	60,5	60,5
5	Думиничский	420	436	525	125,0	120,4
6	Жиздринский	155	155	222	143,2	143,2
7	Жуковский	271	315	734	270,8	233,0
8	Износковский	228	161	254	111,4	157,8
9	Кировский	123	119	202	164,2	169,7
10	Козельский	284	547	686	241,5	125,4
11	Куйбышевский	530	101	138	26,0	136,6
12	Людиновский	233	177	161	69,1	91,0
13	Малоярославецкий	439	300	380	86,6	126,7
14	Медынский	300	508	505	168,3	99,4
15	Мещовский	280	229	235	83,9	102,6
16	Мосальский	301	659	716	237,9	108,6
17	Перемышльский	1048	613	639	61,0	104,2
18	Спас-Деменский	757	180	314	41,5	174,4
19	Сухиничский	180	430	471	261,7	109,5
20	Тарусский	506	87	47	9,3	54,0
21	Ульяновский	87	489	381	437,9	77,9
22	Ферзиковский	549	413	506	92,2	122,5
23	Хвастовичский	153	348	366	239,2	105,2
24	Юхновский	458	121	130	28,4	107,4
25	г. Калуга	132	90	152	115,2	168,9
Итого		9283	8198	9913	106,8	120,9

Источники: [24–26].

Для сравнения: на начало 2021 г. в Калужской области насчитывалось 11179 пчелиных семей [23].

Самое крупное по численности пчелиных семей хозяйство в регионе на начало 2023–2024 гг. насчитывало 200 пчелосемей, оно располагалось в Мосальском районе. На начало 2026 г. наибольшее

количество пчелиных семей было на одной из пасек Жуковского района – 300 шт., что существенно повысило общую численность семей пчел в целом по району – в 2,33 раза по сравнению с предыдущим годом.

Графическое изображение распределения пчелиных семей в области показано на рисунке 1. Номера районов на рисунке соответствуют таблице 1.

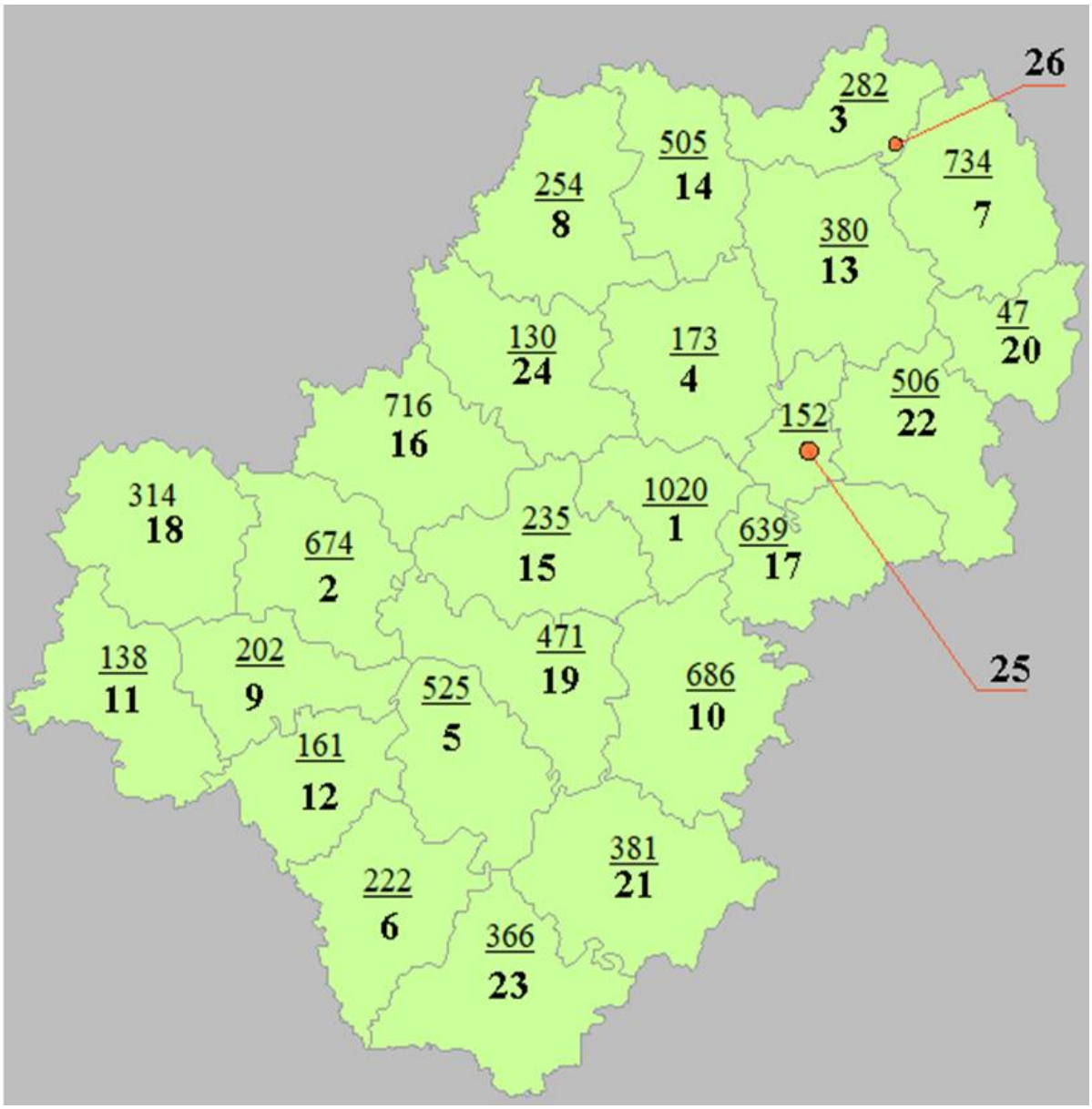


Рис. 1. Распределение пчелиных семей на карте региона на 01.01.2026 г.

Пчелиные семьи и пасеки в основном сосредоточены в центральной части области, что определяется медоносными ресурсами и близостью рынка сбыта продукции.

Производство товарного меда в Калужской области показано в таблице 2.

Таблица 2

Производство товарного меда в Калужской области

Показатели	Годы				2025 г. в %	
	2022	2023	2024	2025	2022	2024
Произведено товарного меда всего, т	517	490	380	420	81,2	110,5
В среднем на 1 пчелосемью, кг	56,9	52,8	40,9	42,3	74,3	103,4

Товарного меда получено больше всего в 2022 г. – 517 т, наименьшее количество в 2024 г. – 380 т. Медопродуктивность в расчете на 1 пчелосемью имела максимальное значение в 2022 г. – 56,9 кг.

2. Оценка погодных условий по периодам жизнедеятельности пчелиных семей

Погодные условия в период осенне-зимнего покоя пчел в Калужской области наиболее благоприятными были зимой 2021–2022 гг. и 2024–2025 гг. Так, например, зимняя температура в декабре 2024 и январе 2025 г. имела среднемесячные положительные значения. В феврале 2025 г. значение дневной температуры воздуха в среднем составило -2,4 °С. Комфортные погодные условия способствовали благополучной зимовке пчелиных семей и высокому показателю их сохранности [9].

Наиболее тяжелые условия по погодным условиям для пчелиных семей наблюдались в период зимовки 2023–2024 гг. и в 2025–2026 гг.

Резкие колебания температуры воздуха, аномально холодная погода в отдельные дни зимы прошлого года привели к ослаблению и, как следствие, гибели большого количества пчелиных семей.

Погодные условия весеннего и летнего сезона 2021–2026 гг. отражены в таблице 3.

Таблица 3

Погодные условия весенне-летнего сезона

Годы	Месяц						В среднем
	март	апрель	май	июнь	июль	август (с 1 по 15)	
Температура воздуха в дневное время суток, °С (M±σ)							
2021	1,0±4,3	10,8±5,3	17,0±5,6	23,3±5,1	25,5±3,7	23,4±3,4	16,8±4,2
2022	0,0±0,6	7,0±0,8	12,9±2,6	20,9±0,8	22,9±0,7	26,0±0,8	15,0±4,3
2023	3,2±3,4	14,6±3,0	16,3±5,0	20,5±4,3	22,4±3,4	23,7±3,9	16,8±3,9
2024	2,0±2,36	10,9±6,21	16,1±6,11	23,5±2,12	26,2±3,26	22,3±3,14	16,8±8,34
2025	5,7±4,43	15,2±9,53	14,6±5,10	16,9±4,06	25,0±3,8	20,8±3,00	16,4±4,58
2026	4,0±2,76	8,2±2,88	19,4±6,13	22,0±3,58	22,2±3,2	24,3±4,32	16,7±7,93
Минимальное / максимальное значение дневных температур, °С							
2021	-11…9	4…21	5…30	15…32	21…32	15…32	-11…32
2022	-6,5…6	-0,5…16	7…18,5	13,5…30	17…29,5	18…34	-6,5…34
2023	-4 …11	6 …20	7…25	8…27	15…28	16…31	-4…31
2024	-3,0…17,1	-0,7..21,4	5,7…25,9	20,4…28,1	20,0.. 32,1	18,2…30,1	-3…32,1
2025	-2,5…12,5	-1,5..23,0	6,5…25,0	11,5…26,0	20,0.. 32,1	14,0…25,5	-2,5…32,1
2026	0…9,0	3,0…13,0	8,0…28,0	13,0…29,0	15,0…30,0	17,0…31,0	0…31
Количество дней с осадками							
2021	1	2	4	3	0	2	2,0
2022	8	22	22	15	19	8	15,7
2023	7	1	2	4	3	1	3,0
2024	7	12	12	13	11	7	10,3
2025	11	18	17	22	16	8	15,3
2026	3	11	7	10	16	1	8,0

Источники: [9, 17, 27, 28].

Максимальное среднемесячное значение дневной температуры в весенние месяцы отмечено в марте 2025 года +5,7 °С, в апреле 2025 года +15,2 °С, в мае 2026 года +19,4 °С.

В летний период минимальная температура в июне +16,9 °С зарегистрирована в 2025 году. Среднемесячная температура июля за 2021–2026 гг. колебалась в пределах от 22,2 (2026 г.) до 26,2 °С (2024 г.). В первой половине августа наименьшая температура воздуха отмечена в 2025 году +20,8 °С, наибольшая +26,0 °С в 2022 году.

Неблагоприятные медосборные условия в летние месяцы из-за длительных периодов похолодания и большого количества дней с осадками отмечены в 2022 и 2025 году.

3. Сохранность за зимний период, развитие и медопродуктивность пчелиных семей

Оценка изменения численности пчелиных семей карпатской и краинской пород проводилась на пасеке, расположенной в 30 км к западу от областного центра – данные таблицы 4.

Таблица 4

Численность, сохранность и прирост пчелиных семей пасеки

Показатели	2024 г.		2025 г.		2026 г.	
	краинс-кая	карпат-ская	краинска я	карпат-ская	краин-ская	карпат-ская
Оставлено пчелосемей осенью прошлого года, шт.	-	10	20	10	10	10
Выжило пчелиных семей, шт.	-	7	19	9	5	5
Сохранность, %	-	70,0	95,0	90,0	50	50

Продолжение таблицы 4

Выбраковано в текущем сезоне, шт.	-	1	16	5	1	1
Пчелосемей на начало сезона с учетом выбраковки, шт.	20	6	19	9	4	4
Получено отводков и роев за сезон, шт.	-	5	7	6	5	3

До начала летнего сезона 2024 г. на пасеке была только карпатская порода пчел. В конце мая были приобретены 20 пчелопакетов краинской породы пчел, от которых в текущем сезоне отводков не получали. От основных пчелосемей карпатской породы было получено за сезон 5 отводков. В зимовку 2024–2025 гг. было оставлено 30 семей, в т.ч. 20 краинской и 10 карпатской породы. За зимний период сохранность пчел краинской породы составила 95 %, карпатской – 90 %. Погодные условия летом 2025 года были крайне неблагоприятные, что привело к большой выбраковке пчелосемей обеих пород в течение сезона, на зимовку было оставлено по 10 пчелиных семей каждой из пород.

Зимний период 2025–2026 гг. был настоящим испытанием для пчелиных семей из-за аномально низкой температуры, которая на территории пасеки в отдельные дни понижалась -35…-39 °С. Тем не менее, 50 % пчелиных семей обеих пород выжили. Факторами, позволившими пчелосемьям перенести такие низкие температуры при зимовке на воле, послужили достаточное количество корма, утепление ульев изнутри и снаружи, защита от ветра и большая высота снежного покрова.

Весной и летом были выбракованы по одной пчелиной семье каждой из пород. Интенсивное весеннее развитие семей позволило

сформировать 5 отводков краинской породы и 3 отводка карпатской. Общая численность пчелиных семей в конце сезона составила 16 шт., в т.ч. 9 краинской и 7 карпатской.

Производство товарного меда на пасеке за 2024–2026 гг. показано в таблице 5.

Таблица 5

Выход товарного меда и продуктивность пчелиных семей разных пород

Показатели	2024 г.		2025 г.		2026 г.	
	краинс-кая	карпатс-кая	краинска я	карпат-ская	краин-ская	карпат-ская
Количество пчелосемей на начало сезона, шт.	20	6	19	9	4	4
Получено товарного меда: - всего, кг	308	118	131	57	106	85
- на 1 п/семью (M±σ), кг	15,4±12,0	19,7±11,5	6,9±4,4	6,3±3,6	26,5±14,0	21,3±6,5
- min..max продуктив-ность, кг	0…35	0…29	0…17	0…12	5…43	6…27

Выход товарного меда наибольшим был в 2024 г. – 426 кг, в т.ч. 308 кг от пчел краинской породы и 118 кг – от карпатской. Медопродуктивность в среднем на один приобретенный пчелопакет краинской породы в 2024 г. составила 15,4 кг, на одну семью пчел карпатской породы – 19,7 кг. Медосборный сезон 2025 г. отличался крайне неблагоприятными условиями, что привело к резкому снижению

медопродуктивности. В расчете на одну семью краинской породы получено 6,9 кг меда, карпатской породы – 6,3 кг.

В период главного медосбора в текущем сезоне комфортные условия позволили не только получить достаточное количество меда в расчете на одну пчелиную семью – 26,5 кг от карники и 21,3 кг от карпатской породы, но и увеличить в два раза общее количество пчелиных семей пасеки с 8 до 16 шт.

Заключение

За последние 3 года численность пчелиных семей в регионе колебалась от 8,2 до 9,9 тыс. Количество товарного меда по официальным источникам достигало максимального показателя в 2022 году – 517 т. Наибольшее количество пчелиных семей зарегистрировано в Бабынинском районе – 1020 шт. (данные на 01.01.2026 г.).

Анализ погодных условий за последние 6 лет показал, что наиболее комфортные условия для выживания пчелиных семей были зимой 2021–2022 гг. и 2024–2025 гг.; самые неблагоприятные – зимой 2023–2024 гг. и 2025–2026 гг.

Природно-климатические условия Калужской области существенно отличаются в зависимости от сезона и календарного года, что затрудняет получать стабильный выход товарного меда летом, а также обеспечить хорошую сохранность пчелиных семей в зимний период.

Наблюдения, сделанные на одной из пасек региона, показали, что летние сезоны 2024 и 2026 гг. были наиболее благоприятными для медосбора и выхода товарного меда. Однако данные по производству товарного меда на пасеке не совсем согласуются с показателями по Калужской области. Причин этому может быть несколько: отличия в условиях медосбора на разных территориях не только в масштабе области, но и районов; продажа меда, полученного в прошлые сезоны; реализация меда из других областей и, возможно, разные виды фальсификации для увеличения объема товарной продукции.

Список литературы

1. Filippo Sarvia, Samuele De Petris, Enrico Borgogno-Mondino Mapping melliferous potential in productive honey areas through spatial tools: Towards a rationalization of beekeeping // Ecological Informatics. – V. 78, December 2023. – P. 102362.

2. José M. Flores, Sergio Gil-Lebrero, Francisco J. Quiles Effect of the climate change on honey bee colonies in a temperate Mediterranean zone assessed through remote hive weight monitoring system in conjunction with exhaustive colonies assessment // Science of The Total Environment. – 2019. – V. 653. – P. 1111–1119.

3. Antonio Rafael Braga, Danielo G. Gomes, Joseph A. Cazier A method for mining combined data from in-hive sensors, weather and apiary inspections to forecast the health status of honey bee colonies // Computers and Electronics in Agriculture. – 2020. – V. 169. – P. 105161.

4. Krystyna Czekońska, Sylwia Łopuch, Stanisław Miścicki The effect of meteorological and environmental variables on food collection by honey bees (Apis mellifera) // Ecological Indicators. – 2023. – V. 156. – P. 111140.

5. Marie Van Espen, James H. Williams, Wim Verbeke Beekeeping in Europe facing climate change: A mixed methods study on perceived impacts and the need to adapt according to stakeholders and beekeepers // Science of The Total Environment. – 2023. – V. 888. – P. 164255.

6. Воробьева С. Л. Изменение состояния отрасли пчеловодства в Российской Федерации и Удмуртской Республике и перспективы её развития / С. Л. Воробьева, М. И. Васильева, А. И. Любимов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(105). – С. 304–308.

7. Siobhan Maderson There's More Than One Way To Know A Bee: Beekeepers' environmental knowledge, and its potential role in governing for sustainability // Geoforum. – 2023. – V. 139. – P. 103690.

8. Осокина А. С. Эколого-биологическая характеристика медоносных растений Удмуртской Республики / А. С. Осокина, Л. М. Колдобина // Аграрный Вестник Урала. – 2024. – Т. 24. – № 07. – С. 896–908.

9. Zelenina O. Resistance of Carniolan (Krajina) bees to changing weather and honey flow conditions / O. Zelenina, T. Pimkina, S. Malakhova // BIO Web of Conferences. – 2025. – V. 194. – P. 01058.

10. Симанков М. К. Климатическая хроника летних сезонов в Пермском крае и продуктивность пчелиных семей / М. К. Симанков, С. А. Шураков // Пчеловодство. – 2020. – № 2. – С. 10–12.

11. Мадебейкин И. Н. Изменение климата и летная деятельность пчел / И. Н. Мадебейкин, И. И. Мадебейкин // Пчеловодство. – 2021. – № 5. – С. 12–14.

12. Тронина А. С. Влияние метеорологических факторов на медоносность пчелиных семей в условиях Удмуртской Республики / А. С. Тронина, С. Л. Воробьева, В. М. Юдин // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2(74). – С. 33–40.

13. Зеленина О. В. Медосборные условия и продуктивность пчел карпатской породы / О. В. Зеленина // Инновационное развитие животноводства в современных условиях : Сборник трудов по материалам национальной конференции с международным участием, посвящённая памяти, 75-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Почетного профессора Брянского ГАУ, профессора Нуриева Геннадия Газизовича, Брянск, 30 сентября 2021 года. Часть 2. – Брянск, 2021. – С. 135–140.

14. Богданова И. Б. Влияние климата на сроки цветения медоносов / И. Б. Богданова // Пчеловодство. – 2019. – № 2. – С. 21–23.

15. Многолетний опыт зимовки пчел в помещении с регулируемой температурой в условиях Пермского края / М. К. Симанков, Макаров,

В. М. Хвистюк, В. А. Субботин // Современные проблемы пчеловодства и апитерапии: монография. – Рыбное: ГБНУ «ФНЦ пчеловодства», 2019. – 338 с.

16. Зеленина О. В. Факторы, обусловливающие зимостойкость пчел карпатской породы / О. В. Зеленина // Главный зоотехник. – 2020. – № 8. – С. 66–73.

17. Зеленина О. В. Влияние погодных условий на развитие и продуктивность пчелиных семей / О. В. Зеленина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53. – № 7. – С. 80–87.

18. Зеленина О. В. Влияние склонности к роению и способа замены маток на развитие и продуктивность пчелиных семей / О. В. Зеленина, Е. В. Ермошина // Главный зоотехник. – 2019. – № 2. – С. 49–56.

19. Зеленина О. В. Паратипический отбор пчелиных семей / О. В. Зеленина // Материалы Региональной научно-практической конференции КФ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с международным участием, Калуга, 24 апреля 2019 года. Том Выпуск №13. – Калуга: ИП Якунин А.В., 2019. – С. 10–13.

20. Зеленина О. В. Майкопской тип карпатской породы пчел в условиях Калужской области / О. В. Зеленина // Главный зоотехник. – 2018. – № 2. – С. 24–31.

21. Zelenina O. Harnessing the Carniolan honey bee breed in maximizing productivity / O. Zelenina, T. Pimkina // BIO Web of Conferences. – 2024. – V. 149. – P. 01024.

22. Зеленина О. В. Пчеловодство : Учебное пособие / О. В. Зеленина. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство "КноРус"», 2021. – 128 с.

23. Пчеловодство. Реестр пчеловодов Калужской области на 01.01.2026 г. // Министерство сельского хозяйства Калужской области. – URL: https://mcx.admoblkaluga.ru (дата обращения 11.08.2026).

24. Зеленина О. В. Состояние пчеловодства в Калужской области / О. В. Зеленина // Актуальные научные разработки для современного

сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов по материалам XVIII научно-практической конференции с международным участием, Калуга, 04 апреля 2025 года. – Калуга: Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха, 2025. – С. 138–142.

25. Волчанская Л. Н. Состояние пчеловодства в Калужской области / Л. Н. Волчанская, О. В. Зеленина // Материалы Международной научно-практической конференции школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящённой 155-летию со дня рождения Александра Васильевича Леонтовича, Калуга, 17 декабря 2024 года. – Калуга: ИП Якунина В.А., 2025. – С. 29–33.

26. Зеленина О. В. Динамика численности пчелиных семей в Калужской области / О. В. Зеленина // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 40-летию со дня основания Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева : Материалы конференции, Калуга, 14 мая 2026 года. – Калуга: ИП Якунина В.А., 2026. – С. 237–240.

27. Зеленина О. В. Эффективность использования различных пород пчел в Калужской области / О. В. Зеленина // Аграрный научный журнал. – 2026. – № 6. – С. 76–81.

28. Зеленина О. В. Взаимосвязь условий медосбора с численностью и продуктивностью пчелиных семей / О. В. Зеленина // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 2. – С. 88–92.

© Зеленина О.В., 2026

.

Коллектив авторов:

Азаров А.С., Азарова О.В., Атаев З.В., Афанасьев А.М., Батищев М.Р., Брага И.В., Бурик Н.А., Вандина О.Г., Гусева Т.А., Дашут Е.С., Джафарова С.Ф., Еньшина Е.В., Захаров А.И., Зеленина О.В., Игумнов О.А., Исаенко А.В., Исаенко В.Д., Исаенко П.В., Истратий А.Ю., Какушкин Ю.А., Кан Е.В., Козлова Е.Г., Кубрак И.А., Мясищев Р.Ю., Платунина Г.П., Пынько Л.Е., Раскильдина Г.З., Самакаева М.Д., Сергеев Ю.Д., Сергеева А.Ю., Сибгатуллин К.Э., Соков С.А., Сохолтуева П.Ю., Харитонова Е.Г., Чекан А.А., Шеварев К.С., Шолотонова Е.С.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Том 1

Монография
Подписано в печать 08.09.2026.
Тираж 500 экз.
Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 23.89.
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»
185002, г. Петрозаводск,
ул. С. Ковалевской, д.16Б, помещ. 35.
office@sciencen.org
www.sciencen.org

16+

ISBN 978-5-00215-479-1