

**НОВАЯ НАУКА**

Международный центр  
научного партнерства



**NEW SCIENCE**

International Center  
for Scientific Partnership

# **НАУЧНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ 2026**

Сборник статей Международной  
научно-практической конференции,  
состоявшейся 25 мая 2026 г.  
в г. Петрозаводске

г. Петрозаводск  
Российская Федерация  
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»  
2026

УДК 001.12  
ББК 70  
Н34

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

Н34 Научно-технологическое развитие 2026 : сборник статей  
Международной научно-практической конференции (25 мая 2026 г.).  
— Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2026. — 131 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-00276-103-6

Настоящий сборник составлен по материалам Международной научно-практической конференции НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ 2026, состоявшейся 25 мая 2026 года в г. Петрозаводске (Россия). В сборнике рассматривается круг актуальных вопросов, стоящих перед современными исследователями. Целями проведения конференции являлись обсуждение практических вопросов современной науки, результатов исследований, полученных специалистами в охватываемых областях, развитие методов и средств получения научных данных, обмен опытом. Сборник может быть полезен научным работникам, преподавателям, слушателям вузов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

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

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

УДК 001.12  
ББК 70

ISBN 978-5-00276-103-6

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

*Состав редакционной коллегии и организационного комитета:*

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

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>СЕКЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	<b>6</b>
ИНТЕГРАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ В ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ .....	7
<i>Варякин Валерий Витальевич</i>	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ И БАРЬЕРЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	17
<i>Ивкин Кирилл Дмитриевич</i>	
NVIDIA CORPORATION AND CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY: A BALANCED ESG ASSESSMENT .....	23
<i>Akimov Andrey Alexandrovich</i>	
РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ ЗАКУПОК ПО 223-ФЗ .....	29
<i>Анисимов Юрий Юрьевич</i>	
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ПОРТ»: ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИЙ И СРОКОВ ОКУПАЕМОСТИ НА ПРИМЕРЕ МОРСКОГО ТОРГОВОГО ПОРТА В КАСПИЙСКОМ БАССЕЙНЕ .....	38
<i>Макеева Татьяна Васильевна</i>	
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND HUMAN CAPITAL TRANSFORMATION: CHALLENGES FOR THE LABOR MARKET .....	45
<i>Kibaeva Asem Beisebayevna</i>	
<b>СЕКЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	<b>49</b>
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА СТУДЕНТОВ В КРУПНЫХ КОМПАНИЯХ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ .....	50
<i>Эверстов Андрей Иванович, Платонова Раиса Ивановна</i>	
<b>СЕКЦИЯ СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	<b>55</b>
БАРЬЕРЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ МАЛОГО БИЗНЕСА ПРИ ВНЕДРЕНИИ CRM: ТИПОЛОГИЯ И СПОСОБЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ.....	56
<i>Фомин Роман Васильевич</i>	
<b>СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	<b>63</b>
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ЧЕРЕЗ ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙНА И ПРИВАТНЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ.....	64
<i>Ковалев Сергей Михайлович, Иванов Владимир Эдуардович</i>	
МОДЕРНИЗАЦИЯ АТМОСФЕРНОЙ ПЕРЕГОНКИ .....	74
<i>Выборнова Анастасия Юрьевна</i>	

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА ДЛЯ СП СПО «НКРУ ИМ. С.И. ДЕЖНЁВА» .....	78
<i>Жаров Алексей Валерьевич, Рыбаков Максим Романович</i>	
УСТАЛОСТНАЯ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	84
<i>Филиппов Иван Сергеевич</i>	
<b>СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА.....</b>	<b>91</b>
ДОМЕННАЯ АДАПТАЦИЯ ПРИЗНАКОВЫХ ПРОСТРАНСТВ ДЛЯ ПОВТОРНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ СОГЛАСОВАННОСТИ .....	92
<i>Савков Максим Вениаминович</i>	
TRUSTCHAIN ADMISSION CONTROLLER: ДОМЕННО-ЗАВИСИМЫЙ ДОПУСК КОНТЕЙНЕРНЫХ АРТЕФАКТОВ НА ОСНОВЕ ПРОВЕРЯЕМЫХ СВИДЕТЕЛЬСТВ .....	100
<i>Шерихов Александр Владимирович, Гродзенский Яков Сергеевич</i>	
<b>СЕКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>	<b>110</b>
УСЛОВНАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ И ФОРМУЛА БАЙЕСА: ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ .....	111
<i>Грибунов Игорь Олегович, Лесник Александру Вячеславович, Беспалов Егор Александрович, Костин Богдан Денисович</i>	
<b>СЕКЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ .....</b>	<b>119</b>
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ГОРОДСКИХ ГАЗОНОВ В ФОРМИРОВАНИИ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ МЕГАПОЛИСА.....	120
<i>Ткачева Дарья Александровна</i>	
<b>СЕКЦИЯ ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....</b>	<b>126</b>
АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК В СФЕРЕ IT-КОММУНИКАЦИИ: ТЕРМИНЫ, ПЕРЕПИСКА, ПЕРЕГОВОРЫ .....	127
<i>Гончаров Никита Всеволодович</i>	

**СЕКЦИЯ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

УДК 005.94

**ИНТЕГРАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ  
В ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ  
ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

**Варякин Валерий Витальевич**

аспирант

SPIN-код: 2998-7451

ORCID: 0009-0000-9890-3344

Научный руководитель: **Левитская Ирина Алексеевна**

к.э.н., доцент кафедры

Московский финансово-промышленный

университет «Синергия»

**Аннотация:** В статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты интеграции управления знаниями в проектную деятельность технологически ориентированной организации. Актуальность темы определяется ростом сложности проектов, ускорением цифровой трансформации и необходимостью сохранения критически важного опыта в условиях высокой динамики изменений [1, с. 31]. Цель исследования состоит в разработке интегрированного подхода к управлению знаниями на всех стадиях жизненного цикла проекта [2, с. 5]. В результате предложена модель, объединяющая процессы идентификации, формализации, передачи и повторного использования знаний в проектной среде, что позволяет повысить воспроизводимость управленческих решений и снизить потери проектного опыта [3, с. 18].

**Ключевые слова:** управление знаниями, проектная деятельность, организационное обучение, технологическая организация, база знаний, модель SECI, извлечённые уроки.

**INTEGRATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT  
INTO THE PROJECT ACTIVITIES  
OF A TECHNOLOGY-ORIENTED ORGANIZATION**

**Variakin Valery Vitalievich**

Scientific advisor: **Levitskaya Irina Alekseevna**

Candidate of Economic Sciences

**Abstract:** The article examines theoretical and applied aspects of integrating knowledge management into the project activities of a technology-oriented organization. The relevance of the study is determined by the growing complexity of projects, the acceleration of digital transformation and the need to preserve critical experience in conditions of rapid change. The aim of the study is to develop an integrated approach to knowledge management at all stages of the project life cycle. As a result, a model is proposed that combines the processes of identification, formalization, transfer and reuse of knowledge in the project environment and contributes to the reproducibility of managerial decisions and the reduction of project experience losses.

**Key words:** knowledge management, project activities, organizational learning, technology-oriented organization, knowledge base, SECI model, lessons learned.

### **Введение**

В условиях экономики знаний и ускоряющейся цифровой трансформации организаций возрастает значение нематериальных ресурсов, прежде всего знаний, которые становятся основой устойчивости и адаптивности системы управления [4, с. 1]. Для проектно-ориентированных организаций эта тенденция имеет особое значение, поскольку именно проекты аккумулируют значительную часть уникального опыта, управленческих решений и практик межфункционального взаимодействия [5, с. 112]. Если данный опыт не фиксируется и не трансформируется в доступный организационный ресурс, возрастают риски повторяемости ошибок, потери интеллектуального капитала и снижения результативности проектной деятельности [6, с. 18].

Актуальность темы усиливается ростом сложности технологических проектов, распространением распределённых команд, ускорением обновления технологий и зависимостью результатов от компетенций отдельных специалистов [7, с. 28]. В таких условиях управление знаниями становится не вспомогательной административной процедурой, а фактором повышения

качества проектных решений и формирования организационной памяти. При этом в практике многих организаций вопросы управления знаниями остаются недостаточно встроенными в жизненный цикл проекта, что определяет необходимость дальнейшей теоретической и прикладной разработки данной проблематики [8, с. 1].

Современные организации сталкиваются с противоречием между возрастающей интенсивностью проектной деятельности и ограниченной способностью сохранять и воспроизводить накопленный опыт. С одной стороны, каждая новая инициатива создаёт знания о рисках, координации, технологиях и взаимодействии с заинтересованными сторонами. С другой стороны, без специально выстроенной системы эти знания рассеиваются между подразделениями, остаются в памяти сотрудников или теряются после завершения проекта. В результате организация многократно несёт издержки, связанные с повторным освоением уже пройденных управленческих ситуаций.

Особое значение проблема имеет для технологически ориентированных организаций, в которых проекты реализуются в условиях высокой стоимости ошибок и зависимости результатов от скорости адаптации. В таких структурах знания выступают не только ресурсом повышения эффективности, но и механизмом снижения организационных потерь. Чем быстрее организация способна извлекать опыт из завершённых проектов и интегрировать его в новые управленческие циклы, тем выше её способность к устойчивому развитию в конкурентной среде.

Цель исследования состоит в разработке интегрированного подхода к управлению знаниями в проектной деятельности технологически ориентированной организации. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: раскрыть содержание знаний как объекта управления в проектной среде; проанализировать основные модели управления знаниями; исследовать корпоративные практики работы со знаниями; предложить модель интеграции процессов работы со знаниями в жизненный цикл проекта; определить организационные эффекты и ограничения внедрения предложенного подхода [9, с. 7]. Объектом исследования выступает проектная деятельность организации, а предметом — процессы формирования, закрепления, передачи и повторного использования знаний в проектах.

### **Теоретические основы исследования**

Управление знаниями сформировалось как междисциплинарное направление на стыке менеджмента, организационной теории,

информационных систем и экономики знаний [10, с. 18]. В научной литературе знания трактуются как интерпретированный и пригодный к применению результат обработки информации, включающий опыт, контекст и профессиональные суждения [11, с. 112]. В проектной среде это особенно важно, поскольку формальная документация не способна исчерпывающе описать реальные управленческие решения, принимаемые в условиях неопределённости и дефицита времени [12, с. 18].

Классическим является деление знаний на явные и неявные. Явные знания могут быть формализованы в виде регламентов, шаблонов, отчётов, инструкций и цифровых баз. Неявные знания заключены в индивидуальном и групповом опыте сотрудников, их интуиции, навыках и профессиональных практиках [13, с. 42]. Для проектной среды именно неявное знание нередко имеет наибольшую ценность, поскольку включает механизмы адаптации решений к конкретной ситуации, способы интерпретации рисков и неформальные практики координации [14, с. 19].

Теоретической основой исследования выступает модель SECI, предложенная И. Нонакой и Х. Такеути, которая раскрывает процессы преобразования неявного и явного знания через социализацию, экстернализацию, комбинацию и интернализацию [1, с. 62]. Применительно к проектной деятельности данная модель позволяет объяснить, каким образом индивидуальный опыт участников может быть преобразован в коллективный ресурс организации. Это делает модель SECI методологически значимой для разработки систем извлечённых уроков, наставничества, экспертных сообществ и корпоративных баз знаний [2, с. 54].

С позиций проектного управления система работы со знаниями должна сопровождать все стадии жизненного цикла проекта: инициацию, планирование, реализацию, мониторинг и завершение [15, с. 1]. На ранних стадиях востребованы сведения о ранее реализованных аналогах, ограничениях и рисках, на стадии исполнения — оперативная фиксация возникающих решений и отклонений, а на этапе завершения — структурированное извлечение уроков и их институционализация [16, с. 5]. Следовательно, управление знаниями следует рассматривать как сквозную функцию проектной системы, а не как факультативное дополнение к документообороту.

Существенным теоретическим аспектом является связь управления знаниями с концепцией организационного обучения. Организация приобретает способность к развитию не только за счёт внедрения новых технологий, но и посредством накопления и осмысления собственного опыта. В этом смысле

знание становится основой формирования управленческой памяти, которая позволяет снижать зависимость результатов от случайных факторов и индивидуальных особенностей отдельных сотрудников.

Для проектной деятельности также важна категория зрелости процессов. Чем выше зрелость проектного управления, тем более предсказуемыми становятся результаты и тем больше доля формализованных практик, доступных для повторного использования. Однако абсолютная формализация невозможна, поскольку проекты всегда содержат элементы уникальности. Следовательно, эффективная система управления знаниями должна сочетать регламентированные процедуры и гибкие формы обмена опытом, включая разбор кейсов, наставничество и профессиональные сообщества.

### **Анализ корпоративных практик**

Опыт крупных технологических и инженерных организаций демонстрирует, что сохранение и повторное использование знаний является условием устойчивости сложных проектных систем. Особый интерес представляет практика NASA, где системы извлечённых уроков, экспертные сообщества и процедуры анализа инцидентов встроены в систему управления как самостоятельный контур организационного обучения [17]. Это показывает, что знания могут выступать не побочным продуктом завершённого проекта, а предметом целенаправленного управления.

Практика Boeing подтверждает, что в распределённой инженерной кооперации решающую роль играет не само наличие документов, а возможность контекстного доступа к релевантному опыту [18]. Для проектных команд принципиально важно получать не архив в целом, а конкретные решения, шаблоны, выводы и кейсы, применимые к текущей задаче. Аналогичные подходы реализуются в компаниях, создающих корпоративные университеты, базы компетенций, цифровые сервисы обмена знаниями и регулярные форматы профессиональной рефлексии [19].

Обобщение корпоративных практик позволяет выделить несколько устойчивых принципов. Во-первых, процессы извлечения знаний должны быть встроены в управленческий цикл проекта. Во-вторых, знания требуют курации, проверки и обновления. В-третьих, цифровая инфраструктура эффективна только при наличии культуры доверия и мотивации к обмену опытом. В-четвёртых, максимальный эффект достигается при использовании извлечённых уроков в планировании новых проектов, управлении рисками и обучении персонала [10, с. 24].

Важно подчеркнуть, что корпоративные практики редко сводятся к одной универсальной модели. В одних организациях акцент делается на цифровых платформах и стандартизированных репозиториях, в других — на экспертных сетях, наставничестве и постпроектных обсуждениях. Наиболее результативными оказываются системы смешанного типа, где технологические решения дополняются организационными процедурами и мотивационными механизмами. Это обстоятельство необходимо учитывать при адаптации моделей управления знаниями к российским организациям.

Для отечественной практики особую ценность представляют подходы, позволяющие интегрировать работу со знаниями в уже существующие элементы проектного управления, а не создавать её как полностью автономный контур. Иначе возрастает риск того, что система будет восприниматься как дополнительная бюрократическая нагрузка. Следовательно, внедрение управления знаниями должно быть связано с решением конкретных практических задач: снижением повторяемости ошибок, ускорением адаптации сотрудников, повышением точности планирования и качества межфункционального взаимодействия.

### **Интегрированная модель управления знаниями**

На основе проведённого анализа предлагается интегрированная модель управления знаниями в проектной деятельности технологически ориентированной организации. Её отличие от традиционных подходов заключается в том, что управление знаниями трактуется как сквозная управленческая функция, встроенная в проектный цикл, организационные роли, цифровую инфраструктуру и механизмы мотивации персонала.

Первый контур модели связан с жизненным циклом проекта. На стадии инициации осуществляется поиск релевантного опыта по аналогичным проектам, рискам и ограничениям. На стадии планирования знания используются при формировании сроков, бюджета, ресурсных решений и сценариев реагирования. В ходе реализации фиксируются отклонения, найденные решения, промежуточные выводы и практики координации. На стадии завершения проводится сессия извлечения уроков с последующим включением результатов в корпоративную базу знаний.

Второй контур формируют организационные роли. В проектной команде определяются ответственные за сбор и первичную структуризацию знаний; на уровне проектного офиса — за унификацию форматов и методическое сопровождение; на уровне функциональных подразделений — за экспертную

верификацию и встраивание релевантного опыта в регламенты, программы обучения и стандарты. Такая система обеспечивает переход от локального проектного опыта к организационной памяти.

Третий контур модели представлен технологической инфраструктурой. Он включает цифровую базу знаний, карточки извлечённых уроков, классификаторы рисков и решений, систему поиска и тегирования, а также связь с проектными информационными системами. Четвёртый контур связан с культурой и мотивацией: признанием экспертного вклада сотрудников, практиками наставничества, разбором кейсов и стимулированием не объёма загруженных материалов, а их применимости и востребованности.

Методологическая ценность предлагаемой модели заключается в том, что она позволяет соединить теоретические положения управления знаниями с практикой проектного управления. В отличие от линейных схем накопления информации, модель ориентирована на циклический процесс организационного обучения, в котором знания не только сохраняются, но и постоянно актуализируются в новых проектах. Это делает её применимой для организаций, реализующих повторяющиеся и типологически сходные проекты.

Кроме того, предложенный подход может использоваться как основа для оценки зрелости управления знаниями в проектной среде. Для этого могут быть выделены критерии полноты фиксации опыта, скорости доступа к релевантным знаниям, степени вовлечённости сотрудников в обмен опытом и уровня влияния извлечённых уроков на последующие управленческие решения. Подобная система оценки позволяет сделать управление знаниями более измеримым и управляемым процессом.

### **Результаты исследования и практическое значение**

Результаты исследования заключаются в разработке модели, позволяющей встроить процессы идентификации, формализации, передачи, хранения и повторного использования знаний в основные стадии жизненного цикла повторяющихся проектов. Показано, что устойчивость проектных результатов определяется не только качеством планирования и ресурсного обеспечения, но и способностью организации преобразовывать опыт завершённых проектов в воспроизводимые решения и элементы организационной памяти.

Практическая значимость предложенного подхода состоит в возможности его применения в промышленных, инженерных, ИТ- и научно-технологических организациях. Модель может использоваться при формировании проектного

офиса, разработке корпоративной базы знаний, выстраивании системы наставничества, организации постпроектных разборов и повышении зрелости проектного управления. Особенно значимым её применение становится в условиях цифровой трансформации, когда объём генерируемого опыта возрастает, а риски его утраты усиливаются.

Ограничения исследования связаны с концептуальным характером разработанной модели и необходимостью её последующей эмпирической апробации в организациях различного профиля. Перспективы дальнейших исследований заключаются в разработке показателей эффективности управления знаниями в проектах, а также в оценке влияния отдельных механизмов управления знаниями на сроки, стоимость, качество и инновационный результат проектной деятельности.

Отдельное практическое значение результатов состоит в том, что предложенная модель может быть адаптирована под различные уровни организационной зрелости. Для компаний, только начинающих системную работу со знаниями, она задаёт базовую архитектуру процессов и ролей. Для более зрелых организаций она может использоваться как инструмент интеграции уже существующих цифровых и управленческих решений в единую систему. Это расширяет возможности её применения и повышает универсальность предложенного подхода.

С точки зрения аспирантского исследования полученные результаты обладают научной новизной в части акцентирования связи между управлением знаниями, проектным циклом и организационным обучением в технологически ориентированной среде. Новизна состоит не в описании отдельных инструментов, а в предложении их системного объединения в целостную модель, ориентированную на практическую воспроизводимость и снижение потерь проектного опыта.

### **Заключение**

Проведённое исследование позволяет сделать вывод о том, что в условиях технологической сложности, высокой динамики изменений и возрастающей проектной нагрузки знания становятся одним из ключевых факторов устойчивости организации. Проектная деятельность одновременно выступает средой интенсивного создания новых знаний и зоной их повышенной уязвимости к утрате. Это делает необходимым переход от фрагментарной фиксации опыта к системному управлению знаниями как стратегически значимой функции.

Теоретический анализ и рассмотрение корпоративных практик показали, что результативная система управления знаниями должна объединять процессное, организационное, технологическое и культурное измерения. Предложенная интегрированная модель позволяет связать управление знаниями с задачами снижения повторяемости ошибок, повышения зрелости проектного управления, ускорения адаптации сотрудников и укрепления организационной памяти. В этом заключается её научная новизна и практическая ценность для технологически ориентированных организаций.

Таким образом, управление знаниями в проектной среде следует рассматривать как необходимое условие повышения качества управленческих решений и долгосрочной устойчивости организации. Перспективность дальнейшего развития данной темы определяется как запросами практики, так и теоретической необходимостью уточнения критериев результативности управления знаниями в проектной деятельности. Это открывает возможности для последующих эмпирических исследований и апробации предложенной модели в прикладных организационных условиях.

### Список литературы

1. Nonaka I., Takeuchi H. *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York: Oxford University Press, 1995. 284 p.
2. Davenport T. H., Prusak L. *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 2000. 224 p.
3. Dalkir K. *Knowledge Management in Theory and Practice*. 2nd ed. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2011. 372 p.
4. Wiig K. M. *Knowledge Management Foundations: Thinking about Thinking — How People and Organizations Create, Represent, and Use Knowledge*. Arlington, Texas: Schema Press, 1993. 471 p.
5. McElroy M. W. *The New Knowledge Management: Complexity, Learning, and Sustainable Innovation*. 2nd ed. Burlington, Massachusetts: Butterworth-Heinemann, 2003. 256 p.
6. Hedley P. *Integrating Knowledge Management with Project Management*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, 2010. 45 p.
7. Choo C. W. *Information Management for the Intelligent Organization: The Art of Scanning the Environment*. 3rd ed. Medford, New Jersey: Information Today, 2002. 325 p.

8. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7th ed. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, 2021. 274 p.
9. ISO 30401:2018. Knowledge management systems — Requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2018. 24 p.
10. Riege A. Three-dozen knowledge-sharing barriers managers must consider // Journal of Knowledge Management. 2005. Vol. 9, No. 3. P. 18-35.
11. Leonard D., Sensiper S. The role of tacit knowledge in group innovation // California Management Review. 1998. Vol. 40, No. 3. P. 112-132.
12. Тихомирова О. Г. Управление знаниями в организации: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт, 2022. 177 с.
13. Siemens AG. Knowledge management practices in engineering and manufacturing: corporate materials. Munich: Siemens AG, 2020. 28 p.
14. Мильнер Б. З. Управление знаниями в корпорации. М.: ИНФРА-М, 2020. 304 с.
15. ISO 21502:2020. Project, programme and portfolio management — Guidance on project management. Geneva: International Organization for Standardization, 2020. 47 p.
16. PMI. Pulse of the Profession 2024. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, 2024. 40 p.
17. NASA. NASA Lessons Learned Information System (LLIS). URL: <https://llis.nasa.gov/> (дата обращения: 12.05.2026).
18. Boeing. Knowledge Management in Global Engineering: corporate materials. Chicago: Boeing, 2020. 32 p.
19. Garvin D. A. Building a learning organization // Harvard Business Review. 1993. Vol. 71, No. 4. P. 78-91.

© Варякин В.В.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ И БАРЬЕРЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Ивкин Кирилл Дмитриевич**

аспирант

Научный руководитель: **Зубарева Любовь Витальевна**

д.э.н., профессор

БУ ВО «Сургутский государственный университет»

**Аннотация:** В статье рассматриваются современные технологические тренды развития систем накопления энергии (СНЭ) в Российской Федерации, анализируются ключевые барьеры их внедрения, и предлагаются пути преодоления существующих ограничений. Особое внимание уделено новым разработкам в области наноионных конденсаторов на основе диоксида циркония.

**Ключевые слова:** системы накопления энергии, литий-ионные аккумуляторы, натрий-ионные аккумуляторы, твердотельные аккумуляторы, рынок накопителей энергии.

## TECHNOLOGICAL TRENDS AND BARRIERS TO THE DEVELOPMENT OF THE ENERGY STORAGE MARKET IN THE RUSSIAN FEDERATION

**Ivkin Kirill Dmitrievich**

Scientific supervisor: **Zubareva Lyubov Vitalievna**

**Abstract:** The article discusses current technological trends in the development of energy storage systems (ESS) in the Russian Federation, analyzes key barriers to their implementation, and proposes ways to overcome existing limitations. Special attention is given to new developments in the field of zirconium dioxide-based nano-ion capacitors.

**Key words:** energy storage systems, lithium-ion batteries, sodium-ion batteries, solid-state batteries, energy storage market.

Современный рынок систем накопления энергии в значительной степени определяется распространением литий-ионных аккумуляторов, их популярность объясняется рядом весомых преимуществ: удельная

энергоёмкость находится в диапазоне 150-250 Вт·ч, количество рабочих циклов варьируется от 1000 \$ до 5000 \$, а стоимость за последнее десятилетие сократилась на 80-85%. Эти характеристики делают Li-ion аккумуляторы оптимальным решением для множества задач: от портативной электроники до масштабных стационарных систем [5].

В России активно прорабатываются меры по снижению зависимости от импортных поставок накопителей энергии, ключевым проектом в этой сфере стало решение о строительстве фабрики «Росатома» в Калининградской области. Предприятие с планируемой мощностью 4 ГВт·ч в год призвано обеспечить растущий спрос на аккумуляторы со стороны производителей электротранспорта и компаний, внедряющих стационарные накопители. Реализация проекта позволит не только удовлетворить внутренние потребности, но и заложить основу для экспорта технологий в перспективе.

Параллельно с развитием литий-ионного направления учёные и инженеры уделяют внимание альтернативным решениям, особого внимания заслуживают натрий-ионные аккумуляторы, сырьё для их производства примерно в 100 раз дешевле лития, что даёт серьёзное экономическое преимущество. При этом их энергоёмкость несколько ниже 90-120 Вт·ч, однако такие устройства отличаются повышенной безопасностью и стабильной работой в широком температурном диапазоне. Это свойство особенно ценно для России с её суровыми климатическими условиями. Исследования в данной области ведутся силами Российской академии наук и ведущих технических вузов, что создаёт предпосылки для формирования отечественной технологической базы [3].

Перспективным вектором развития СНЭ считается использование водородных технологий, принцип работы таких систем основан на электролизе воды с последующим преобразованием водорода в электроэнергию через топливные элементы, подобный подход открывает возможности для долгосрочного аккумулирования энергии, что особенно актуально для региональных энергосистем. В России пилотные проекты в этой сфере реализуются при участии «Росатома» и «Газпром Водорода», основной фокус направлен на создание водородных хабов в арктических и дальневосточных регионах, где традиционные решения не всегда эффективны, а потребность в автономном энергоснабжении крайне высока [2].

Значительный интерес у исследователей и инженеров вызывают твердотельные аккумуляторы – новое поколение накопителей энергии, где традиционный жидкий электролит заменён твёрдым аналогом. Такой подход

потенциально способен радикально повысить безопасность эксплуатации и довести показатели энергоёмкости до 400 Вт·ч. В данный момент технология находится в фазе активных исследований и опытно-конструкторских разработок. Российские научные коллективы, в том числе специалисты, вовлечены в международные проекты и кооперацию, что даёт возможность изучать лучшие мировые практики, адаптировать их к отечественным условиям и ускорять процесс внедрения перспективных решений в российскую энергетику.

В энергосистемах суперконденсаторы играют роль «амортизаторов» при резких скачках нагрузки: они мгновенно компенсируют перепады, предотвращая провалы напряжения и защищая чувствительное оборудование. В сфере электротранспорта эти накопители позволяют максимально эффективно использовать энергию торможения. При замедлении транспортного средства кинетическая энергия преобразуется в электрическую и запасается в суперконденсаторе, а затем используется для последующего разгона. Это не только повышает энергоэффективность, но и снижает нагрузку на основные аккумуляторные батареи [4].

Практическое внедрение таких решений уже началось. ПАО «Россети» реализует пилотные проекты по установке гибридных накопителей на отдельных участках энергосистемы, а ряд промышленных предприятий проводит собственные испытания. Эксплуатация в реальных условиях позволяет не только подтвердить теоретические расчёты, но и обнаружить неочевидные проблемы — к примеру, рассогласование работы аккумуляторов и суперконденсаторов из-за различий в динамике заряда/разряда или ошибки в алгоритмах управления. Полученные данные инженеры используют для оптимизации конструкции, доработки программного обеспечения и повышения общей стабильности системы [1].

Несмотря на растущий интерес к системам накопления энергии (СНЭ), их внедрение в России идёт медленнее, чем ожидалось. Одна из главных причин — экономические ограничения. Создание и эксплуатация накопителей требуют значительных инвестиций: стоимость проектов колеблется от 100 до 500 тыс. руб./кВт·ч, а возврат вложений растягивается на 5-10 лет. В условиях нестабильности цен на сырьё и общей экономической неопределённости такие сроки окупаемости отпугивают потенциальных инвесторов.

Другая сложность связана с нормативно-правовым регулированием. Отсутствие единых стандартов для СНЭ и нечёткость правил их участия

в оптовом энергорынке создают правовую неопределённость. Бюрократические процедуры сертификации и лицензирования дополнительно усложняют внедрение новых технологий, увеличивая сроки запуска проектов [6].

Кадровые проблемы также играют свою роль. В России не хватает специалистов, способных грамотно проектировать, обслуживать и модернизировать накопители энергии. К тому же научные разработки часто не доходят до промышленности: разрыв между лабораториями и предприятиями тормозит коммерциализацию перспективных решений.

Наконец, инфраструктура пока не готова к массовому внедрению СНЭ. Недостаток зарядных станций для электротранспорта и ограниченные возможности распределительных сетей не позволяют масштабировать проекты до необходимого уровня. Эти факторы в совокупности формируют комплекс барьеров, которые необходимо преодолеть для устойчивого развития рынка накопителей энергии [3].

Для преодоления существующих барьеров в развитии рынка накопителей энергии требуется продуманная комплексная стратегия, учитывающая специфику российской экономики и энергетики. Одним из ключевых элементов такой стратегии должна стать активная государственная поддержка отрасли, также дополнительным стимулом способны выступить специальные инвестиционные контракты, которые позволят привлечь долгосрочные вложения в перспективные проекты. Не менее важным направлением является укрепление сырьевой базы. Россия обладает значительным потенциалом в этой сфере, на её территории расположены месторождения лития, графита и редкоземельных металлов, которые пока освоены недостаточно полно [4].

Существенный вклад в развитие отрасли способно внести целенаправленное финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Приоритетными направлениями здесь выступают перспективные технологии накопления энергии — в частности, разработка натрий-ионных и твердотельных аккумуляторов. Эти решения обладают рядом преимуществ перед традиционными литий-ионными системами: они могут быть дешевле, безопаснее и лучше приспособлены к российским климатическим условиям [7].

Особого внимания заслуживает реализация пилотных проектов в изолированных энергосистемах Крайнего Севера и Дальнего Востока: в этих регионах накопители энергии способны дать максимальный эффект, они помогут стабилизировать энергоснабжение, снизить зависимость от дорогостоящего дизельного топлива и повысить долю возобновляемых

источников энергии в локальных энергобалансах. Практический опыт, полученный в ходе таких проектов, впоследствии можно будет масштабировать на другие территории [8].

Таким образом, развитие рынка накопителей энергии в России требует скоординированных усилий научного сообщества, промышленности и государства для реализации технологического потенциала и преодоления существующих барьеров. Успешная реализация намеченных мер позволит обеспечить устойчивое развитие энергосистемы страны, повысить её надёжность и энергоэффективность, а также укрепить технологический суверенитет Российской Федерации в стратегически важной сфере накопления энергии.

### Список литературы

1. Байбулатов Р. Я. Проблемы и особенности ценообразования на оптовом рынке электрической энергии и мощности / Р. Я. Байбулатов, Л. В. Зубарева, О. А. Шарамеева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2025. – Т. 19, № 2. – С. 41-52. – DOI 10.14529/em250204. – EDN ITJESW.

2. Байбулатов Р. Я. Влияние электромобилей и цифровых технологий в электроэнергетике на управление спросом на электрическую энергию / Р. Я. Байбулатов, К. Д. Ивкин, Л. В. Зубарева // Экономические науки. – 2024. – № 235. – С. 37-44. – DOI 10.14451/1.235.37. – EDN CUTKGI.

3. Барахтенко Е. А. Современное состояние исследований в области управления интегрированными энергетическими системами / Е. А. Барахтенко, Н. И. Воропай, Д. В. Соколов // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2021. – № 4. – С. 4-23. – DOI 10.31857/S0002331021040026. – EDN UMLDLK.

4. Бойко Е. Е. Роль накопителей электрической и тепловой энергии в системах энергоснабжения / Е. Е. Бойко, Ф. Л. Бык, П. В. Илюшин, Л. С. Мышкина // Электрические станции. – 2024. – № 5 (1114). – С. 50-57. – DOI 10.34831/EP.2024.1114.5.006. – EDN ANHAPD.

5. Зырянов В. М., Кирьянова Н. Г., Коротков И. Ю. и др. Системы накопления энергии: российский и зарубежный опыт // Энергетическая политика. 2020. № 6 (148). С. 76–87. DOI 10.46920/2409-5516\_2020\_6148\_76.

6. Илюшин П. В. Интеграция электростанций на основе возобновляемых источников энергии в Единой энергетической системе России: обзор

проблемных вопросов и подходов к их решению / П. В. Илюшин // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. – 2022. – № 4. – С. 98-107. – DOI 10.24160/1993-6982-2022-4-98-107. – EDN FKOZMW.

7. Филиппов С. П. Перспективы применения АСММ в электроэнергетике / С. П. Филиппов, Ф. В. Веселов, Т. Г. Панкрушина // Атомная энергия. – 2023. – Т. 134, № 1-2. – С. 11-18. – EDN ZEOFBG.

© Ивкин К.Д., 2026

## **NVIDIA CORPORATION AND CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY: A BALANCED ESG ASSESSMENT**

**Akimov Andrey Alexandrovich**

Scientific adviser: **Zenina Lyudmila Vladimirovna**

**Abstract:** This article looks at the corporate social responsibility (CSR) and ESG performance of NVIDIA Corporation in three areas: environment, social issues, and governance. The analysis is based on the company's FY2025 Sustainability Report, the Greenpeace East Asia assessment from October 2025, official regulatory information, and sustainability data of AMD and Intel. The results show that the corporation reports good energy efficiency of its GPUs and says that it uses 100% renewable electricity in its own operations. At the same time, supply-chain (Scope 3) emissions grew strongly between FY2023 and FY2025, and the company has not published clear targets for supplier decarbonisation. Social indicators include high employee satisfaction and visible charity programmes, but there are governance risks linked to a 2024 antitrust investigation and to discussions about export controls in 2026.

**Key words:** corporate social responsibility, ESG, NVIDIA, environmental stewardship, supply chain emissions, governance, semiconductor industry, sustainability.

## **КОРПОРАЦИЯ NVIDIA И КОРПОРАТИВНАЯ СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ: СБАЛАНСИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ESG**

**Акимов Андрей Александрович**

студент

Научный руководитель: **Зенина Людмила Владимировна**

к.п.н., доцент

ФГБОУ ВО «Российский экономический  
университет имени Г.В. Плеханова»

**Аннотация:** В статье рассматривается корпоративная социальная ответственность (КСО) и ESG-показатели компании NVIDIA Corporation в экологическом, социальном и управленческом измерениях. Анализ опирается на официальный отчёт об устойчивом развитии за 2025 финансовый год,

оценку Greenpeace East Asia (октябрь 2025 г.), регуляторные публикации, а также сопоставимые данные AMD и Intel. Результаты показывают, что корпорация демонстрирует высокие показатели энергоэффективности GPU и сообщает о переходе на полностью возобновляемую электроэнергию в собственных операциях. Вместе с тем выбросы в цепочке поставок (Scope 3) значительно выросли в 2023-2025 гг., а конкретные цели по декарбонизации поставщиков, по имеющимся данным, не установлены. Социальные показатели включают высокий уровень удовлетворённости сотрудников и заметные филантропические программы. Сохраняются управленческие риски, связанные с антимонопольным расследованием 2024 г. и обсуждениями экспортного контроля в 2026 г.

**Ключевые слова:** корпоративная социальная ответственность, ESG, NVIDIA, экологическое управление, выбросы цепочки поставок, корпоративное управление, полупроводниковая отрасль, устойчивое развитие.

## 1. Introduction

Corporate social responsibility (CSR) has become an important part of how large companies present their strategy. CSR is usually understood as something that goes beyond simple legal compliance. It covers several connected areas: environmental responsibility, social responsibility, corporate governance, supply-chain ethics, and product responsibility. For hardware companies, the GHG Protocol classification of emissions is especially important. Scope 1 covers direct emissions from a company's own activities. Scope 2 covers emissions from the electricity that the company buys. Scope 3 covers all other indirect emissions across the value chain. For fabless semiconductor companies, which design chips but do not produce them, Scope 3 emissions usually make up the largest part of the total carbon footprint. This is an important point, because it shapes both the company's environmental commitments and their limits.

NVIDIA Corporation is one of the leading suppliers of GPUs used for AI tasks and, by 2024-2025, one of the most valuable public companies in the world. The aim of this article is to give a balanced view of the company's CSR performance. The analysis is mainly based on corporate sources — the FY2025 Sustainability Report, the corporate foundation programme pages, and governance disclosures — supported by the Greenpeace East Asia report of October 2025, sustainability data from AMD and Intel, ESG ratings from KnowESG, and news articles about regulatory events [1, с. 3; 2; 3; 4, с. 36; 5].

## 2. Environmental Stewardship: Achievements and Limitations

The company's environmental record is built on two main claims. First, on the operational side, the corporation reports that by FY2025 it had reached 100% renewable electricity in its offices and controlled data centres. The company also has a science-based target to cut Scope 1+2 emissions by 50% compared with FY2022 by FY2030 [1, c. 11]. According to the same report, Scope 1+2 emissions fell from about 70,000 tCO<sub>2</sub>e in FY2023 to about 13,000 tCO<sub>2</sub>e in FY2025. The company describes this as being close to net zero for these categories, thanks to renewable energy and offsets.

Second, on the product side, the company reports that its Blackwell GPU architecture is about 50 times more energy-efficient for AI inference than a typical CPU. According to the company's own data, energy use fell from about 42,000 joules per token on 2014-era CPUs to about 0.4 joules per token on Blackwell — a reduction by approximately four orders of magnitude over ten years [1, c. 10]. The company also reports that all ten supercomputers on the November 2024 Green500 list of most energy-efficient systems used its GPUs. The company estimates that moving workloads from CPUs to GPUs could save around 40 trillion watt-hours per year, which it compares to the electricity used by about five million US homes [1, c. 10]. If GPU acceleration replaces less efficient computing on a large scale, the resulting societal energy savings could be significant.

The supply chain shows a more difficult picture. The company's Scope 3 emissions rose from about 3.5 million tCO<sub>2</sub>e in FY2023 to about 6.9 million tCO<sub>2</sub>e in FY2025, which is almost twice as much in two years [1, c. 29; 2]. Because Scope 1+2 emissions are only about 13,000 tCO<sub>2</sub>e, the supply chain makes up almost all of the corporation's total reported carbon impact. This is in line with Greenpeace East Asia, which estimates that around 80% of the company's footprint comes from upstream manufacturing [2]. In its October 2025 report, Greenpeace East Asia placed the company at the bottom of its ranking of AI chipmakers on supply-chain decarbonisation. The report says that there are no renewable energy targets for the main chip suppliers — mostly Asian foundries that work on grids based largely on fossil fuels — and that there is little public evidence of supplier-level support for renewable energy [2]. For comparison, AMD reported about 18.3 million tCO<sub>2</sub>e and Intel about 25 million tCO<sub>2</sub>e in Scope 3 product-use emissions for 2024 [3; 4, c. 36]. The corporation's absolute Scope 3 number is therefore lower than that of these companies. At the same time, the company has not yet published a net-zero target that covers the full value chain. This gap is also mentioned by ESG rating providers

[2]. Another point worth noting is the so-called rebound effect: as GPU computing becomes cheaper per unit of work, total demand for computing usually grows, and this can partly cancel out the gains in efficiency.

### **3. Social Responsibility: Labour, Diversity, and Community**

In FY2025, the company had about 36,000 employees in 38 countries. It was ranked fourth on Glassdoor's 2025 Best Places to Work list. The workforce profile is strongly technical: according to corporate disclosures, about 82% of roles are technical, 51% of employees have advanced degrees, and around half of new hires in FY2025 came through employee referrals [1, c. 14].

In terms of labour standards in the supply chain, the corporation has been a full member of the Responsible Business Alliance (RBA) since 2022 and applies the RBA Code of Conduct to its suppliers. In FY2025, 48% of strategic suppliers were audited, and the cumulative coverage over two years reached 91%. The company says that no cases of forced labour were found, and that corrective action plans were used for less serious problems [1, c. 20]. Third-party audits in complex multi-tier supply chains have well-known limitations, so full transparency cannot be taken for granted. Nevertheless, the overall approach appears structured and methodologically consistent.

Community investment goes mainly through the corporate foundation (the NVIDIA Foundation). Its programmes include Techsplorer, a K–12 AI literacy programme for schools in underserved areas; Compute the Cure, a grant programme for cancer research; and matching gift and volunteer grant programmes of up to USD 30,000 per employee per year [5]. These programmes appear well-targeted, although their overall financial scale is small compared with the company's market value.

### **4. Governance and Ethics: Transparency and Regulatory Risk**

The company's governance framework includes several features that are generally seen as good practice. The corporation has been a signatory of the UN Global Compact since 2022 and publishes annual sustainability reports based on GRI standards, with selected indicators checked by external auditors. Its code of ethics prohibits bribery and human rights abuses within the company's area of influence, and the RBA Code of Conduct is formally extended to suppliers [1, c. 26].

Two more recent cases make this picture more complicated. In September 2024, the US Department of Justice reportedly served the company with a subpoena as part of an investigation [6]. A subpoena, however, is merely an investigative instrument used to obtain information and does not in itself establish any proven violation of antitrust law. The investigation reportedly examines whether the

company has made it harder for its customers to switch from its products to those of other AI chip suppliers. Some commentators link this case to the close integration between the company's proprietary CUDA software and its hardware. The corporation disputes the characterisation of its conduct as anticompetitive, and, as of the time of writing, no formal charges have been reported.

The second case concerns export controls. After the United States introduced restrictions on the export of advanced AI GPUs to China, several media outlets reported that the company's hardware had allegedly been redirected to China through third parties. These remain unconfirmed allegations, and any substantiated assessment of export-control compliance should rest primarily on official regulatory documents rather than media coverage. In early 2026, a bipartisan group of US senators requested a temporary suspension of the company's GPU export licences pending a compliance review. The corporation denied any wrongdoing and stated that it complies with all applicable rules. Whatever the final outcome, this case illustrates the governance risks of working with dual-use technology in an active geopolitical environment. Independent ESG analysis also mentions board diversity and the lack of clear Scope 3 targets as ongoing governance problems [2].

## 5. Discussion and Conclusion

Taken together, the evidence does not support a single, simple judgement of the company's CSR profile. The operational side is comparatively strong: the corporation reports high GPU energy efficiency, states that it reached 100% renewable electricity earlier than many peers, and maintains a structured supply-chain audit programme and visible philanthropy. The company's Scope 1+2 emissions of about 0.013 million tCO<sub>2</sub>e are lower than those of AMD (about 0.044 million tCO<sub>2</sub>e) and Intel (about 1.2 million tCO<sub>2</sub>e), mainly because of the fabless business model [1, c. 29; 3; 4, c. 36].

At the same time, the near-doubling of Scope 3 emissions between FY2023 and FY2025 reveals a clear gap between operational decarbonisation and accountability for value-chain emissions. Without supplier-facing renewable energy requirements or a clear net-zero target for the full value chain, environmental leadership in this area can only be called partial. The antitrust subpoena and the export-control case point to governance risks that are unlikely to disappear soon, and limited public data on board diversity reduces transparency. The rebound effect, which the company does not openly discuss in its sustainability communications, may also draw more attention from regulators and investors as AI infrastructure continues to grow.

Based on this analysis, it would be reasonable for the company to extend its environmental commitments and to adopt credible Scope 3 reduction targets, especially renewable energy requirements for suppliers, bringing its approach closer to the developing best practice in the semiconductor industry. More detailed reporting on board diversity and on export-compliance procedures could also help to reduce the governance risks identified above. The corporation already has a sound basis for this: annual GRI-aligned reports, UN Global Compact membership, and science-based operational targets. Whether the company will actually move in this direction will depend both on its own strategic choices and on how the rules around AI hardware develop in the coming years.

### References

1. NVIDIA Corporation. NVIDIA Sustainability Report Fiscal Year 2025. – Santa Clara: NVIDIA, 2025. – URL: <https://images.nvidia.com/aem-dam/Solutions/documents/NVIDIA-Sustainability-Report-Fiscal-Year-2025.pdf> (дата обращения 12.05.2026).
2. Servet Yanatma (2025, November 6). Nvidia first to hit \$5 trillion valuation but last in AI supply chain decarbonisation, study finds. – 2025. – URL: <https://ca.news.yahoo.com/nvidia-first-hit-5-trillion-060051900.html> (дата обращения 12.05.2026).
3. Advanced Micro Devices Inc. Corporate Responsibility Data Tables 2024. – Santa Clara: AMD Inc., 2024. – URL: <https://www.amd.com/en/corporate/corporate-responsibility/cr-data-tables.html> (дата обращения 12.05.2026).
4. Intel Corporation. 2024–25 Corporate Responsibility Report. – Santa Clara: Intel, 2025. – URL: <https://csrreportbuilder.intel.com/pdfbuilder/pdfs/CSR-2024-25-Full-Report.pdf> (дата обращения 12.05.2026).
5. NVIDIA Foundation. Foundation Programs. – 2025. – URL: <https://www.nvidia.com/en-us/foundation/> (дата обращения 12.05.2026).
6. Reuters. Nvidia faces US DOJ probe over complaints from rivals, The Information reports. – New York: Reuters, 2024. – URL: <https://www.reuters.com/technology/nvidia-faces-us-doj-probe-over-complaints-rivals-information-reports-2024-08-02/> (дата обращения 15.05.2026).

© Akimov A.A., 2026

## РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ ЗАКУПОК ПО 223-ФЗ

**Анисимов Юрий Юрьевич**

магистрант

Научный руководитель: **Баранова Инна Владимировна**

д.э.н., профессор

ФГБОУ ВО «Новосибирский

государственный технический университет»

**Аннотация:** В статье рассмотрены теоретические основы риск-ориентированного подхода применительно к закупочной деятельности, регулируемой Федеральным законом от 18.07.2011 г. № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц». Целью статьи является систематизация ключевых аспектов риск-ориентированного подхода, а также обоснование роли внутреннего аудита и аудита эффективности закупок как инструментов повышения результативности контрольной деятельности. На основе анализа нормативных источников и научной литературы выделены и охарактеризованы базовые принципы риск-ориентированного подхода: соразмерность, дифференциация, гибкость и динамичность, прозрачность, системность. Предложена многоаспектная классификация рисков закупочной деятельности. Особое внимание уделено оценке значимости отдельных категорий рисков для заказчика. Показано, что внедрение риск-ориентированного подхода в единстве с аудитом эффективности позволяет перейти от последующего фиксирования нарушений к их прогнозированию и предотвращению, обеспечивая рациональное использование ресурсов и снижение репутационных издержек. Определены перспективные направления дальнейших исследований в области количественной оценки рисков и отраслевой адаптации контрольных процедур.

**Ключевые слова:** корпоративные закупки, риск-ориентированный подход, управление рисками, классификация рисков, аудит эффективности закупок, внутренний аудит, внутренний контроль.

## RISK-BASED APPROACH IN THE PROCUREMENT SYSTEM UNDER 223-FZ

**Anisimov Yuri Yurievich**

Scientific adviser: **Baranova Inna Vladimirovna**

Doctor of Economics, Professor

**Abstract:** This article examines the theoretical foundations of the risk-based approach as applied to procurement activities regulated by Federal Law No. 223-FZ of July 18, 2011 «On the Procurement of Goods, Works, and Services by Certain Types of Legal Entities». The aim of the article is to systematize the key aspects of the risk-based approach and to substantiate the role of internal audit and procurement performance audit as tools for enhancing the effectiveness of control activities. Based on an analysis of regulatory sources and academic literature, the fundamental principles of the risk-based approach are identified and characterized: proportionality, differentiation, flexibility and dynamism, transparency, and systemic consistency. A multi-dimensional classification of procurement risks is proposed. Special attention is paid to assessing the significance of specific risk categories for the contracting entity. It is shown that implementing the risk-based approach in conjunction with performance audit enables a shift from ex post recording of violations to their prediction and prevention, thereby ensuring the rational use of resources and reducing reputational costs. Promising directions for further research are identified, including the quantitative assessment of risks and the sector-specific adaptation of control procedures.

**Key words:** corporate procurement, risk-based approach, risk management, risk classification, procurement performance audit, internal audit, internal control.

Система закупок, осуществляемых в соответствии с Федеральным законом от 18.07.2011 г. № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» (далее – 223-ФЗ), охватывает деятельность крупнейших государственных компаний, естественных монополий, организаций с государственным участием и их дочерних обществ [1]. Годовые объемы закупок данных видов юридических лиц превышают объёмы закупок государственного сектора, осуществляющего закупочные процедуры в соответствии с Федеральным законом от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения

государственных и муниципальных нужд» (далее – 44-ФЗ), а их прозрачность и эффективность напрямую влияют на конкурентоспособность экономики и инвестиционный климат [2]. В условиях роста экономической неопределённости, санкционного давления и необходимости импортозамещения закупочная деятельность становится зоной повышенных рисков в связи с нецелевым расходованием бюджетных средств, коррупционными проявлениями и потерей репутации.

В отличие от более строго регламентированного 44-ФЗ [3], 223-ФЗ дает заказчикам большую свободу. Контроль, сосредоточенный лишь на проверке документации, не всегда может вскрыть реальные злоупотребления, которые маскируются под формально правильные процедуры. В связи с этим на первый план выходит риск-ориентированный подход (далее – РОП), предполагающий концентрацию ресурсов на направлениях с наибольшей вероятностью негативных последствий. Как отмечается в исследованиях Счётной палаты [4] и Федеральной антимонопольной службы [5], применение РОП в закупках способствует повышению эффективности контрольных мероприятий и снижению издержек.

Для исследования РОП представляет особый интерес, поскольку он является частью аудита эффективности закупочной деятельности. Аудит выступает ключевым элементом системы внутреннего контроля и управления рисками в организациях, осуществляющих закупки по 223-ФЗ. Так, в исследованиях Кикавца В.В. аудит эффективности закупочной деятельности, основанный на РОП и системности, позволяет прогнозировать будущие неэффективные траты [6, с. 74].

Традиционный аудит проверяет документы постфактум: нарушили — наказали. РОП задаёт вопрос не «Что случилось?», а «Что с высокой вероятностью случится, если ничего не изменить?». Он переносит фокус с самой закупки на её предшествующие факторы риска, которые ещё до объявления процедуры определяют будущие неэффективные траты.

Механизм прогнозирования здесь следующий: карта рисков заменяет тотальную проверку. Аудитор выделяет ограниченный перечень зон наивысшего риска:

- риск «заточенного» технического задания (маскировка под конкретного производителя);
- риск необоснованного укрупнения лотов (ограничение конкуренции из-за невозможности малому бизнесу выполнить весь объём разом);

- риск непрозрачной оценки заявок (критерии, которые математически гарантируют победу «своего» поставщика);
- риск неконкурентных процедур (подведение к закупке у единственного поставщика);
- выявление индикаторов риска до трат.

Это не свершившиеся нарушения, а их симптомы на стадии планирования. Рассмотрим пример: в проекте плана закупок ряд позиций с размытой формулировкой, ориентированной исключительно на одну товарную линейку. Обоснование начальной максимальной цены (далее — НМЦ) построено только на одном коммерческом предложении при наличии трёх, представленных лишь для формального соблюдения требований и полученных от аффилированных лиц. В положении о закупке появляются пункты, ранее уже приводившие к ограничению конкуренции в аналогичных организациях. Прогноз: видя сочетание таких индикаторов на этапе согласования закупочной документации, аудитор способен с высокой точностью предсказать: «Данная закупка с вероятностью 85% приведёт к закупке у «своего» поставщика с превышением рыночной цены на 15-20%». Деньги ещё не потрачены, но будущие неэффективные расходы уже спрогнозированы и могут быть предотвращены.

Риск в закупках не является исключительно негативной категорией. Обоснованное принятие риска может открыть возможности для привлечения инновационных поставщиков, применения нестандартных способов закупки и достижения экономического эффекта. Однако отсутствие системного управления рисками ведёт к убыткам, судебным спорам и санкциям со стороны антимонопольных органов.

РОП в закупках по 223-ФЗ предполагает, что объём, глубина и периодичность контрольных, аналитических и аудиторских мероприятий определяются исходя из уровня риска, присвоенного объекту контроля (закупке, поставщику, договору). Основные принципы РОП [7, с. 45]:

1. Соразмерность — меры управления должны соответствовать уровню риска: высокорисковые операции требуют более детального контроля, низкорисковые — стандартных процедур.

2. Дифференциация — объекты закупочной деятельности (заказчики, лоты, контрагенты) классифицируются по категориям риска, для каждой устанавливается свой режим контроля.

3. Гибкость и динамичность — категория риска пересматривается при

изменении внешних условий, внутренних регламентов или поведения участников.

4. Прозрачность — критерии и методы оценки рисков должны быть понятны всем участникам, что способствует добросовестному поведению.

5. Системность — управление рисками интегрируется во все стадии закупочного цикла: планирование, проведение закупки, заключение и исполнение договора, постконтроль.

Для организации, работающей по 223-ФЗ, реализация указанных выше принципов требует тесного взаимодействия отдела закупок, службы внутреннего аудита, подразделений заказчика и ревизионной комиссии (при наличии).

Управление рисками в закупках, регулируемых 223-ФЗ, требует чёткой систематизации угроз. Без их классификационной основы, как показывает практика, заказчик неизбежно сосредотачивается лишь на последующем устранении уже наступивших нарушений, упуская возможность их превентивного предотвращения. В научной литературе и правоприменительной практике риски могут быть классифицированы по нескольким признакам (табл. 1).

Таблица 1

**Классификация рисков в закупочной деятельности по 223-ФЗ**

Классификационный признак	Виды рисков	Краткая характеристика
По источнику возникновения (субъекту)	Риски заказчика [8, с. 52; 9, с. 88]	Связаны с некорректной разработкой положения о закупке, отсутствием внутренних регламентов, некомпетентностью сотрудников, необоснованным выбором способа закупки или допущенными нарушениями при формировании документации.
	Риски участника закупки [8, с. 58; 9, с. 104]	Обусловлены недостаточной квалификацией, финансовой несостоятельностью, предоставлением недостоверных сведений, несоответствием заявки требованиям документации или несоблюдением антимонопольных ограничений.

Продолжение таблицы 1

	Риски взаимодействия с аффилированными лицами [10, с. 216]	Специфичны для 223-ФЗ: риски конфликта интересов, заключения сделок с аффилированными лицами без надлежащего обоснования, нарушения антимонопольных требований при формировании группы лиц.
По стадии закупочного процесса	<i>Риски планирования</i>	<i>Ошибки при формировании плана закупок, неверное обоснование НМЦ, некорректное определение потребности, нарушение сроков размещения планов.</i>
	<i>Риски организации и проведения закупки</i>	<i>Необоснованный выбор способа закупки (конкурс, аукцион, запрос котировок, закупка у единственного поставщика), ошибки в документации, создание преимуществ отдельным участникам, демпинг, сговор, нарушения при рассмотрении заявок и подведении итогов.</i>
	<i>Риски заключения и исполнения договора</i>	<i>Неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательств, несоблюдение условий договора, нарушение порядка приёмки, просрочка оплаты, ненадлежащее обеспечение исполнения, конфликты сторон, необоснованное одностороннее расторжение.</i>
По характеру правового регулирования	<i>Риски несоблюдения положения о закупке</i>	<i>Характерны именно для 223-ФЗ: нарушения утверждённых заказчиком процедур, превышение полномочий, отклонение от собственных регламентов, что может повлечь предписания ФАС и судебные иски.</i>
	Антимонопольные риски [11, с. 24]	Риски, связанные с ограничением конкуренции, необоснованным допуском/отклонением участников, включением в документацию требований, не связанных с предметом закупки, нарушением запрета на координацию деятельности участников.

Продолжение таблицы 1

	<p>Коррупционные риски и риски подразделений заказчика [12, с. 162]</p>	<p>Злоупотребления со стороны заказчика, конфликт интересов, непрозрачное определение победителя, получение «откатов», несоблюдение антикоррупционных стандартов организации.</p>
--	---	---

*Составлено автором по [8, 9, 10, 11, 12]. Курсивом выделены риски, дополненные автором.*

Представленная классификация позволяет не только систематизировать риски, но и выстроить их иерархию по степени значимости для заказчика, применяющего 223-ФЗ. Наиболее критичными для заказчика остаются антимонопольные риски и риски несоблюдения собственного положения о закупке: они непосредственно провоцируют внеплановые проверки, предписания ФАС России, судебные разбирательства и ведут к репутационным потерям, которые в долгосрочной перспективе способны перевесить прямой финансовый ущерб от отдельной закупки. К этой же группе относятся коррупционные риски и риски подразделений заказчика, поскольку именно они порождают «заточенные» технические задания, непрозрачные критерии оценки и необоснованный выбор единственного поставщика.

Высокую значимость имеют риски заказчика, связанные с недостаточной компетенцией сотрудников и отсутствием регламентов: в условиях действия 223-ФЗ ошибки на ранних стадиях (планирование, формирование документации) распространяются на всём закупочном цикле и создают почву для последующих злоупотреблений. Риски участника важны, прежде всего, в той части, которая касается предоставления недостоверных сведений и сговора, поскольку формально корректная процедура при наличии таких факторов всё равно приводит к выбору недобросовестного контрагента.

Рассматривая риски по степени влияния на результаты закупки, внутреннему аудитору следует, в первую очередь, выстраивать контрольные процедуры вокруг критических и значительных рисков. Именно на них должна быть сфокусирована карта рисков в рамках РОП, а умеренные риски могут приниматься без специальных мер либо покрываться стандартными регламентами.

Проведённый теоретический анализ позволяет сделать вывод о том, что РОП является необходимым условием повышения эффективности и прозрачности закупочной деятельности субъектов, подпадающих под действие

223-ФЗ. Сформулированные принципы – соразмерность, дифференциация, гибкость и динамичность, прозрачность и системность – формируют методический фундамент для рационального распределения ресурсов контроля и концентрации усилий на наиболее значимых угрозах.

Разработанная многоаспектная классификация рисков даёт возможность перейти от неорганизованного реагирования на уже наступившие нарушения к их превентивному выявлению на ранних стадиях закупочного цикла. Приоритетного внимания, как показало исследование, требуют антимонопольные, коррупционные риски и риски несоблюдения собственного положения о закупке, поскольку именно они порождают системные злоупотребления и влекут наибольший финансовый и репутационный ущерб.

Интеграция аудита эффективности закупок, построенного на риск-ориентированной основе, в систему внутреннего контроля организации создаёт предпосылки для прогнозирования потенциально неэффективных трат и своевременной корректировки закупочных процедур. Реализация этих направлений обеспечит переход от формального соблюдения требований законодательства к действительно результативному управлению эффективностью закупочной деятельности.

### **Список литературы**

1. Федеральный закон от 18.07.2011 N 223-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025) / Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

2. Сводный аналитический отчет Минфина по годам (2020-2024 гг.) // Министерство финансов Российской Федерации: официальный сайт. – URL: [https://minfin.gov.ru/ru/document?id\\_4=312679](https://minfin.gov.ru/ru/document?id_4=312679) (дата обращения 04.05.2026).

3. Федеральный закон от 05.04.2013 N 44-ФЗ (ред. от 28.12.2025) «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2026) / Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

4. Концепция риск-ориентированного подхода в Счетной палате Российской Федерации (утв. Коллегией Счетной палаты РФ, протокол от 22.06.2021 N 44К (1487))// Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

5. Постановление Правительства РФ от 01.03.2018 N 213 «Об утверждении критериев отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих экономическую деятельность, к категориям риска при осуществлении государственного контроля за соблюдением антимонопольного законодательства Российской Федерации» // Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

6. Кикавец В. В. Финансовый контроль публичных закупок в Российской Федерации: монография / В. В. Кикавец, Ю. К. Цареградская; под ред. В. В. Кикавца. – Москва: Проспект, 2022. – 208 с.

7. Фрунзе В. В. Обеспечение качества контрольной деятельности в сфере закупок : дис. ... канд. экон. наук [Текст] / В. В. Фрунзе. – Санкт-Петербург, 2021.

8. Гладилина И. П. Риски заказчиков в процессе управления закупками: монография / И. П. Гладилина, Т. В. Деминская, Т. Ю. Абдалова. – Москва: Кнорус, 2021. – 126 с.

9. Грачев С. А. Оценка и управление рисками : учеб. пособие / С. А. Грачев, М. А. Гундорова; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Изд. 2-е., испр. и доп. – Владимир : Издво ВлГУ, 2021. – 287 с. – ISBN 978-5-9984-1261-5.

10. Левакин И. В., Охотский Е. В., Охотский И. Е., Шедий М. В. / Противодействие коррупции : учебник и практикум для вузов; под общей редакцией Е. В. Охотского. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 398 с.

11. Шишкин М. В. Антимонопольное регулирование: учебник и практикум для вузов / М. В. Шишкин, А. В. Смирнов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 159 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17195-2.

12. Мамедова Н. А. Управление государственными и муниципальными закупками : учебник и практикум для вузов / Н. А. Мамедова, А. Н. Байкова, О. Н. Морозова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17858-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560850> (дата обращения 03.05.2026).

© Анисимов Ю. Ю.

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ  
«УМНЫЙ ПОРТ»: ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИЙ И СРОКОВ  
ОКУПАЕМОСТИ НА ПРИМЕРЕ МОРСКОГО ТОРГОВОГО ПОРТА  
В КАСПИЙСКОМ БАССЕЙНЕ**

**Макеева Татьяна Васильевна**

магистрант

Научный руководитель: **Виноградов Сергей Владимирович**

доцент

ФГБОУ ВО «Астраханский

государственный технический университет»

**Аннотация:** Статья посвящена оценке экономической эффективности внедрения концепции «умный порт» на примере морского торгового порта в Каспийском бассейне. Рассматриваются ключевые компоненты цифровой трансформации портовой инфраструктуры, включая системы Интернета вещей, искусственный интеллект, блокчейн-платформы и автоматизированные комплексы управления. Анализируются объёмы инвестиций, необходимых для модернизации, и прогнозируемые сроки окупаемости с учётом специфики каспийского региона и международного транспортного коридора «Север-Юг». На основе расчёта показателей NPV, ROI и дисконтированного периода окупаемости обосновывается целесообразность реализации цифровых проектов в условиях растущих требований к пропускной способности и конкурентоспособности морских портов России.

**Ключевые слова:** умный порт, цифровизация портовой инфраструктуры, экономическая эффективность, инвестиционный проект, окупаемость, интернет вещей.

**ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPLEMENTING THE «SMART PORT»  
CONCEPT: EVALUATING INVESTMENTS AND PAYBACK PERIODS  
USING THE EXAMPLE OF A SEA TRADE PORT IN THE CASPIAN BASIN**

**Makeeva Tatyana Vasilyevna**

Academic supervisor: **Vinogradov Sergey Vladimirovich**

**Abstract:** This article focuses on assessing the economic efficiency of implementing the Smart Port concept using the example of a seaport in the Caspian Basin. Key components of digital transformation in port infrastructure are examined, including Internet of Things systems, artificial intelligence, blockchain platforms, and automated management complexes. The study analyzes the investment volumes required for modernization and projected payback periods, considering the specifics of the Caspian region and the North-South International Transport Corridor. Based on NPV, ROI, and discounted payback period calculations, the feasibility of digital projects is substantiated under conditions of growing requirements for capacity and competitiveness of Russian seaports.

**Key words:** smart port, port infrastructure digitalization, economic efficiency, investment project, payback period, internet of Things.

### **Концептуальные основы цифровизации морских портов**

Концепция «умного порта» представляет собой комплексную систему управления портовой инфраструктурой, основанную на интеграции современных цифровых технологий в традиционные процессы перевалки грузов, навигации и логистики.

Российская портовая инфраструктура в последние годы сталкивается с необходимостью ускоренной модернизации. Это обусловлено не только естественным износом оборудования, но и изменением структуры внешнеторговых потоков после 2022 года, когда доля перевозок по маршруту «Север–Юг» возросла более чем в два раза. Рассматриваемый порт, расположенный на 67 км Волго-Каспийского канала в дельте Волги, в 100 км южнее Астрахани, представляет собой стратегический узел, соединяющий внутренние водные пути России с акваторией Каспийского моря и далее – с Ираном, странами Ближнего Востока и Индией [1].

В условиях санкционного давления на российскую экономику особую роль приобретает импортозамещение программного обеспечения. Это согласуется с общей тенденцией цифровизации портовых операций, включая внедрение систем искусственного интеллекта для оптимизации логистики [2].

### **Инвестиционные параметры цифровой модернизации портовой инфраструктуры**

Оценка стоимости внедрения концепции «умный порт» требует детализации по компонентам. Исходя из опыта российских и зарубежных проектов, общая структура инвестиций включает капитальные затраты на

оборудование, расходы на интеграцию информационных систем, обучение персонала и эксплуатационные издержки переходного периода.

Наиболее капиталоемкими элементами цифровой трансформации являются автоматические порталные краны. Согласно аналитическим данным, стоимость одной единицы такого оборудования колеблется в диапазоне от 3 до 5 млн долларов США, а срок окупаемости составляет 5-7 лет [3]. Преимущество автоматизированных кранов заключается в возможности круглосуточной работы без перерывов на смены, что повышает плотность размещения контейнеров на складских площадках на 30-40% и снижает операционные издержки на персонал в среднем на 35-50%.

Системы IoT-мониторинга, напротив, демонстрируют значительно более быстрые сроки окупаемости. Внедрение комплекса датчиков для отслеживания температуры, влажности, вибрации и местоположения грузов обходится в диапазоне от 200 до 500 тысяч долларов в зависимости от масштаба порта, а экономический эффект за счёт сокращения порчи продукции и оптимизации складской логистики позволяет вернуть инвестиции за 2-3 года [4]. Для исследуемого порта, специализирующегося на перевалке сельскохозяйственной продукции, нефтепродуктов и генеральных грузов, контроль условий хранения критически важен – потери от порчи зерна при несоблюдении температурного режима могут достигать 15-20% объёма партии.

Для расчёта совокупных инвестиций в модернизацию среднеразмерного морского порта были использованы следующие параметры:

- внедрение IoT-системы мониторинга грузов и оборудования: 22 млн рублей;
- приобретение и интеграция платформы управления на базе искусственного интеллекта для оптимизации грузопотоков: 35 млн рублей;
- создание блокчейн-платформы для электронного документооборота: 18 млн рублей;
- модернизация двух причалов с установкой автоматизированных систем погрузки-разгрузки: 280 млн рублей;
- обучение персонала и затраты переходного периода: 12 млн рублей.

Общий объем инвестиций составляет 367 млн рублей. Данная сумма учитывает реалии 2024-2025 годов, когда стоимость оборудования и услуг российских разработчиков программного обеспечения возросла в среднем на 20-25% по сравнению с докризисным периодом.

## Методика оценки экономической эффективности и прогнозируемые результаты

Методология оценки инвестиционных проектов цифровой трансформации опирается на классические финансовые показатели – чистую приведенную стоимость (NPV), внутреннюю норму доходности (IRR), индекс рентабельности (PI) и дисконтированный период окупаемости (DPP). При этом для портовых проектов критически важен учет внешних эффектов, которые не всегда поддаются прямой монетизации, но существенно влияют на общую результативность. К таким эффектам относятся повышение репутации порта среди грузовладельцев, сокращение экологического следа за счёт оптимизации маршрутов техники и снижение аварийности благодаря предиктивному обслуживанию оборудования [5].

Расчёт NPV для проекта цифровизации среднеразмерженного порта производился на горизонте планирования 7 лет с применением ставки дисконтирования 14,5%, что соответствует средневзвешенной стоимости капитала для транспортной отрасли в условиях 2024 года. Прогнозируемый рост грузооборота после завершения внедрения систем составляет 25-30% к текущему уровню за счет сокращения времени обработки судов с 48 до 28-32 часов и увеличения привлекательности порта для крупных логистических операторов.

Ожидаемые денежные потоки формируются из следующих источников: рост портовых сборов за счёт увеличения грузооборота: 95 млн рублей ежегодно начиная со второго года эксплуатации системы; экономия эксплуатационных расходов за счёт сокращения простоев оборудования и оптимизации численности персонала: 38 млн рублей ежегодно; дополнительные доходы от предоставления цифровых сервисов участникам логистической цепи (онлайн-бронирование причалов, информационная поддержка грузовладельцев): 12 млн рублей ежегодно; снижение потерь груза при хранении и перевалке: 7 млн рублей ежегодно.

Совокупный годовой эффект на стадии полной эксплуатации системы достигает 152 млн рублей. С учётом дисконтирования денежных потоков расчётное значение NPV составляет 284 млн рублей, что свидетельствует о целесообразности реализации проекта. Индекс рентабельности  $PI = 1,77$  подтверждает, что на каждый вложенный рубль приходится 1,77 рубля дисконтированных доходов.

Дисконтированный период окупаемости для данного проекта оценивается

в 3,8 года. Это несколько выше среднеотраслевых значений для систем IoT-мониторинга (2-3 года), но значительно быстрее, чем окупаемость автоматических порталных кранов (5-7 лет), что объясняется комплексным характером инвестиций – часть затрат приходится на дорогостоящее оборудование, часть – на быстрокупаемые программные решения.

Международный опыт подтверждает эффективность цифровизации документооборота: крупный международный порт с 2023 года перешёл на полностью электронное оформление бункеровочных документов, что сократило время процедуры с нескольких дней до нескольких часов [6].

Российская специфика, однако, предполагает адаптацию технологий к особенностям законодательства, климата и структуры грузопотоков. Внедрение цифровых двойников портовых объектов, активно применяемое в одном из крупных портов Каспийского бассейна с 2024 года, позволяет прогнозировать погрузочно-разгрузочные работы в зависимости от погодных условий и оптимизировать использование техники в режиме реального времени [7]. Подобные решения, разработанные с учётом российского опыта, представляются более перспективными, чем прямое копирование зарубежных моделей.

### **Риски и ограничения цифровизации портовой инфраструктуры**

Финансовые риски проявляются в возможности превышения первоначально заложенных бюджетов. Международная практика показывает, что до 40% проектов цифровой трансформации сталкиваются с удорожанием на стадии реализации в среднем на 15-25% от плановых значений. Организационные риски связаны с сопротивлением персонала изменениям и дефицитом квалифицированных кадров. Переход на автоматизированные системы управления требует переобучения операторов портового оборудования, логистов и специалистов по информационной безопасности.

Регуляторные ограничения также могут замедлить внедрение инновационных решений. Применение блокчейн-платформ для таможенного оформления требует согласования с Федеральной таможенной службой, а использование автономных транспортных средств на территории порта – с органами технического надзора.

Кибербезопасность представляет собой отдельную область риска. Интеграция всех элементов портовой инфраструктуры в единую цифровую экосистему создает потенциальные точки уязвимости для хакерских атак. Инцидент с остановкой работы порта из-за вирусной атаки может привести

к многомиллионным убыткам и репутационным потерям. Поэтому при расчёте совокупной стоимости владения цифровыми системами необходимо закладывать расходы на постоянный мониторинг информационной безопасности, резервное копирование данных и регулярное обновление защитных механизмов – в среднем это составляет 8-12% от стоимости внедрения систем ежегодно.

### **Заключение**

Цифровая трансформация морских портов представляет собой не разовую модернизацию, а непрерывный процесс адаптации к меняющимся технологическим возможностям и рыночным требованиям. Оценка экономической эффективности внедрения концепции «умный порт» на примере среднеразмерного морского порта Каспийского региона продемонстрировала целесообразность инвестиций в комплексную цифровизацию: при объёме вложений 367 млн рублей расчётная чистая приведённая стоимость проекта составляет 284 млн рублей, а дисконтированный период окупаемости – 3,8 года. Эти показатели существенно превышают пороговые значения для признания проекта эффективным.

Вместе с тем реализация проектов цифровизации сопряжена с рисками технологического, финансового, организационного и регуляторного характера. Минимизация этих рисков требует тщательного планирования, формирования резервов на непредвиденные расходы, инвестиций в обучение персонала и обеспечение кибербезопасности. Для российских портов особую актуальность приобретает задача импортозамещения программного обеспечения и оборудования, что в краткосрочной перспективе может увеличить стоимость проектов, но в долгосрочной – обеспечит технологическую независимость и устойчивость к внешним шокам.

Практическая значимость исследования заключается в формировании методического инструментария для оценки инвестиционных проектов цифровой трансформации портовой инфраструктуры с учётом российской специфики. Разработанная модель расчёта NPV, IRR и дисконтированного периода окупаемости может быть адаптирована для других портов Каспийского бассейна и внутренних водных путей России.

### **Список литературы**

1. Айгумов А.Д., Лычагин С.М., Шамов А.С., Щербинина А.Н. Комплексный подход к модернизации инфраструктуры порта Оля

Астраханской области // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2019. – № 5 (103). – С. 16-23.

2. Волков А.А. Оптимизация доставки грузов в порт Оля с применением искусственного интеллекта // 74-я Международная студенческая научно-техническая конференция. Материалы. – Астрахань, 2024. – С. 520-521.

3. Гоголюхина М.Е., Прошина А.В. Перспектива развития "умных" портов в России // Современные проблемы инновационной экономики. – 2023. – № 10. – С. 80-84.

4. Китаев Ф.И. Интеграция системы «умный порт» в ведущие порты мира // Эффективное обеспечение научно-технического прогресса: исследование задач и поиск решений. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2024. С. 63-64.

5. Пивоварова И.К., Трушников В.Е. Обзор инновационных технологий в концепции «умный порт» // Вопросы эффективного применения научного потенциала общества. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2022. – С. 159-162.

6. Поспелова Л.Н. Логистические технологии «умного порта» // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2025. – № 5. – С. 68-71.

7. Черняк О.А., Шустров Д.М., Ганшкевич А.Ю. Цифровая трансформация системы технической эксплуатации как элемент «умного» порта // Современные вызовы транспортной отрасли: новые возможности. Материалы межвузовской научно-практической конференции транспортных вузов. – Москва, 2024. – С. 282-285.

© Макеева Т.В., 2026

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND HUMAN CAPITAL TRANSFORMATION: CHALLENGES FOR THE LABOR MARKET

**Kibaeva Asem Beisebayevna**

master of economic sciences, assistant Professor  
International Educational Corporation  
Kazakh Leading Academy of Architecture and Construction

**Abstract:** This article examines the impact of artificial intelligence technologies on human capital transformation and labor market development in the context of digital economic transformation. The study analyzes the influence of automation, machine learning, and digital technologies on employment structure, labor productivity, and workforce competencies. Particular attention is paid to the challenges associated with technological unemployment, digital inequality, and the growing demand for highly qualified specialists. Using the example of Kazakhstan, current trends in digitalization, employment, and human capital development are considered. The necessity of adapting education systems and labor market institutions to the conditions of AI-driven economic transformation is substantiated.

**Key words:** artificial intelligence, human capital, labor market, digital economy, automation, employment, digital skills.

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА: ВЫЗОВЫ ДЛЯ РЫНКА ТРУДА

**Кибеева Асем Бейсебаевна**

м.э.н., ассистент, профессор  
Международная образовательная корпорация  
Казахская головная архитектурно-строительная академия

**Аннотация:** В статье рассматривается влияние технологий искусственного интеллекта на трансформацию человеческого капитала и развитие рынка труда в условиях цифровой трансформации экономики. Анализируется воздействие автоматизации, машинного обучения и цифровых технологий на структуру занятости, производительность труда и компетенции работников. Особое внимание уделяется вызовам, связанным с технологической безработицей, цифровым неравенством и ростом спроса на

высококвалифицированных специалистов. На примере Казахстана рассматриваются современные тенденции цифровизации, занятости и развития человеческого капитала. Обоснована необходимость адаптации системы образования и институтов рынка труда к условиям AI-трансформации экономики.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, человеческий капитал, рынок труда, цифровая экономика, автоматизация, занятость, цифровые навыки.

The modern economy is characterized by the rapid development of digital technologies, automation, and artificial intelligence, which significantly influence employment structures and the requirements for human capital. Artificial intelligence is becoming one of the key drivers of labor market transformation, changing the nature of professional activities, competency systems, and mechanisms of human capital formation.

Under the conditions of the Fourth Industrial Revolution, artificial intelligence and automation technologies are increasingly transforming labor markets and production systems. The integration of intelligent technologies into economic activity contributes to higher productivity and efficiency; however, it also leads to the displacement of routine labor and changes in employment structures. According to Acemoglu and Restrepo, automation simultaneously creates new tasks and occupations while reducing demand for repetitive forms of labor, thereby increasing the importance of advanced digital and analytical competencies [1, p. 12].

The theoretical basis of the study is grounded in the concepts of human capital, digital economy, and technological transformation of the labor market developed in the works of G. Becker, K. Schwab, D. Acemoglu, and E. Brynjolfsson. According to Becker's theory of human capital, investments in education, professional training, and skills development are the most important factors in increasing labor productivity and economic growth. [2, p. 3].

Klaus Schwab emphasizes that the Fourth Industrial Revolution fundamentally changes the nature of work by integrating artificial intelligence, robotics, and digital platforms into economic systems. These transformations lead to the emergence of new professions while simultaneously reducing demand for routine labor operations [3, p. 54].

The empirical basis of the research includes statistical data from the Republic of Kazakhstan, materials from international organizations, and analytical reports in

the field of digitalization and artificial intelligence. In recent years, Kazakhstan has actively implemented digital transformation programs. The state program “Digital Kazakhstan” aims to develop digital infrastructure, e-government, and technological competencies among the population. As a result, the level of digitalization of public services and internet accessibility has significantly increased.

Below are the main indicators characterizing the development of digitalization and human capital in Kazakhstan. Presented data demonstrate positive dynamics in the digitalization of Kazakhstan’s economy and gradual growth of human capital.

**Table 1**

**Indicators of Digitalization and Human Capital Development in Kazakhstan**

<b>Indicator</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Internet users, % of population	91	92	93
Share of digital public services, %	85	89	92
Unemployment rate, %	4.9	4.8	4.7
Share of employment in IT and digital sector, %	3.2	3.7	4.1
Education expenditures, billion tenge	4,590	4,546	6,081
Human Development Index (HDI)	0.811	0.820	0.837

*Note. Compiled by the author based on official statistical data of the Republic of Kazakhstan and international reports.*

The increase in digital services and employment in the IT sector reflects the gradual adaptation of the economy to digital transformation and flexible forms of employment. Under these conditions, human capital management is becoming increasingly important, particularly in the development of digital competencies, professional mobility, and workforce adaptability to technological changes [4, p. 46].

One of the key challenges is technological unemployment associated with the automation of routine operations. Professions related to repetitive administrative and production functions are particularly vulnerable. Simultaneously, demand is increasing for specialists in data science, cybersecurity, AI engineering, and digital management.

An important issue remains digital inequality between regions and different social groups. Insufficient digital skills limit workers’ ability to adapt to new labor market requirements. Under these conditions, the role of education systems and workforce retraining programs becomes increasingly important.

The concept of lifelong learning acquires particular significance, implying continuous education throughout professional activity. The modern labor market requires constant updating of competencies because technological changes occur much faster than traditional educational programs can adapt.

Kazakhstan is experiencing growing interest in STEM education, IT specialties, and digital training programs. The development of Astana Hub, digital educational platforms, and AI initiatives contributes to the formation of a new model of human capital oriented toward an innovation-driven economy. At the same time, institutional limitations remain, including insufficient financing of scientific research, a shortage of highly qualified IT specialists, and dependence on foreign technological solutions. To ensure sustainable AI transformation of the economy, a comprehensive policy in the fields of education, science, and innovation is required.

Thus, artificial intelligence is becoming one of the most important factors in the transformation of human capital and the labor market. Technological modernization of the economy is accompanied by changes in employment structures, growing demand for digital competencies, and the necessity of continuous professional development. For Kazakhstan, adapting human capital to the conditions of an AI-driven economy is a strategic task for ensuring long-term competitiveness and sustainable economic growth.

### References

1. Acemoglu D., Restrepo P. Artificial Intelligence, Automation and Work // NBER Working Paper. – 2018. – № 24196. – P. 1-44.
2. Becker G. S. Investment in Human Capital // The American Economic Review. – 1961. – Vol. 51. – № 1. – P. 1-17.
3. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond // Foreign Affairs. – 2016. – Vol. 95. – № 6. – P. 52-57.
4. Kaliyeva S., Baisalova B., Sadykov I. New «Design» of Human Capital Management in a Flexible Employment // Journal of Economic Research & Business Administration. – 2021. – Vol. 137. – № 3. – P. 45-57.

© Кибяева А.Б., 2026

**СЕКЦИЯ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) ПРАКТИКА  
СТУДЕНТОВ В КРУПНЫХ КОМПАНИЯХ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

**Эверстов Андрей Иванович**

магистрант

**Платонова Раиса Ивановна**

д-р пед. наук, профессор

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный  
университет им. М.К. Аммосова»

**Аннотация:** В статье рассматриваются теоретические основы организации производственной (технологической) практики студентов инженерно-технического профиля, анализируется её роль в формировании профессиональных компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства». На примере автодорожного факультета Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (СВФУ) выявлены особенности взаимодействия с крупными компаниями-партнёрами, а также проблемы организации и управления производственной практикой. Сделан вывод о необходимости системного подхода к организации практики в крупных компаниях как ключевого фактора подготовки конкурентоспособных специалистов для автомобильно-дорожной отрасли.

**Ключевые слова:** производственная (технологическая) практика, профессиональные компетенции, крупные компании, системное управление, производство, управление практикой, автодорожный факультет, СВФУ.

**INDUSTRIAL (TECHNOLOGICAL) PRACTICE OF STUDENTS  
IN LARGE COMPANIES AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT  
OF PROFESSIONAL COMPETENCIES**

**Everstov Andrei.Ivanovich**

**Platonova Raisa Ivanovna**

**Abstract:** The article examines the theoretical foundations of the organization of industrial (technological) practice of engineering students, analyzes its role in the

formation of professional competencies provided for by the Federal State Educational Standard for Higher Education in the specialty 05/23/2011 «Land transport and technological facilities». On the example of the Faculty of Motor Transport of the Northeastern Federal University named after M.K. The peculiarities of interaction with large partner companies, as well as problems of organization and management of production practices have been identified. The conclusion is made about the need for a systematic approach to the organization of practice in large companies as a key factor in the training of competitive specialists for the automotive and road industry.

**Key words:** production (technological) practice, professional competencies, large companies, system management, production, practice management, automobile faculty, NEFU.

В условиях модернизации инженерно-технического образования и перехода к практико-ориентированным образовательным программам особое значение приобретает качество производственной практики студентов. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 № 935) устанавливает обязательность производственной практики как раздела основной профессиональной образовательной программы, направленной на формирование профессиональных компетенций [1]. Для автодорожного факультета Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова (СВФУ), осуществляющего подготовку кадров для дорожной отрасли в условиях Крайнего Севера, организация практики на базе крупных профильных компаний становится не только учебной задачей, но и важнейшим фактором развития профессиональных компетенций и последующего трудоустройства выпускников.

Цель статьи – анализ роли производственной (технологической) практики в крупных компаниях как фактора развития профессиональных компетенций студентов автодорожного факультета СВФУ, выявление проблем управления практикой.

Объектом исследования выступает процесс производственной (технологической) практики студентов автодорожного факультета СВФУ. Предмет исследования – управленческие и организационно-педагогические условия реализации практики в крупных компаниях как фактора развития профессиональных компетенций.

Материалом исследования послужили: ФГОС ВО по специальности 23.05.01, программа производственной (технологической) практики (Б2.О.04(П)), учебные планы автодорожного факультета, данные официальных сайтов СВФУ и региональных СМИ о прохождении практики студентами, а также научные публикации по практико-ориентированному обучению.

Методика исследования основана на анализе нормативно-правовой документации, обобщении передового опыта организации практик в СВФУ, сравнительном анализе компетенций, а также на выявлении проблем управления практикой. Используются методы: анализ, синтез, обобщение, сравнительно-сопоставительный анализ.

Производственная (технологическая) практика студентов является обязательным разделом образовательной программы. Согласно программе практики (Б2.О.04(П)), цель практики – закрепление и расширение теоретических знаний на объектах транспортных предприятий, ознакомление с технологией и организацией производства при ремонте и эксплуатации, развитие навыков организаторской работы [2]. Практика проводится на 3 курсе в 6 семестре, трудоёмкость – 6 зачётных единиц (4 недели) [3].

В ходе практики у студентов формируются следующие группы компетенций: универсальные (УК-1 – критический анализ проблемных ситуаций), общепрофессиональные (ОПК-1 – решение инженерных задач; ОПК-2 – применение информационных технологий; ОПК-6 – экономические знания) и профессиональные (ПК-1 – технологическое проектирование и контроль техосмотра; ПК-2 – технико-экономическое обоснование; ПК-3 – стратегическое развитие организации; ПК-6 – передача результатов в информационные системы) [2]. Полноценное формирование перечисленных компетенций невозможно без погружения в реальную производственную среду крупных компаний, располагающих современным оборудованием, технологическими линиями и квалифицированными наставниками.

Анализ регионального опыта показывает, что автодорожный факультет СВФУ активно сотрудничает с крупными компаниями. В 2024 году группа студентов прошла практику на базе крупной производственной компании, где знакомилась с современными технологиями конвейерной сборки автомобилей и системой контроля качества [4]. В 2026 году впервые организована практика на производстве, где студенты изучали специфику эксплуатации карьерного автотранспорта в условиях Крайнего Севера. На регулярной основе практика проводится на стратегических предприятиях региона [5]. Представители этих

компаний также привлекаются в качестве экспертов к деловым играм и оценочным мероприятиям в СВФУ.

Вместе с тем анализ позволяет выявить ряд системных проблем организации практики. Во-первых, отсутствуют единые подходы к оценке сформированности компетенций: разные предприятия используют различные критерии, что затрудняет сравнение результатов. Во-вторых, разрозненность отчётной документации: шаблоны дневников и отчётов не всегда адаптированы к специфике конкретного предприятия. В-третьих, недостаточная роль наставников от предприятий – они часто перегружены основной работой, не имеют педагогической подготовки и методических материалов. В-четвёртых, слабая связь между содержанием практики и возможностью последующего трудоустройства: студенты не всегда получают предложения о работе после успешного прохождения практики. В-пятых, отсутствует единая цифровая платформа для взаимодействия вуза, студента и предприятия в процессе организации и мониторинга практики.

Указанные проблемы подтверждают необходимость системного управления производственной практикой, учитывающего региональную специфику и потребности крупных компаний. Решение этих проблем требует разработки научно обоснованной модели управления практикой, ориентированной на развитие профессиональных компетенций и интеграцию с кадровыми потребностями автомобильно-дорожной отрасли Республики Саха (Якутия).

Производственная (технологическая) практика студентов в крупных компаниях выступает ключевым фактором развития профессиональных компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по специальности 23.05.01. Автодорожный факультет СВФУ имеет сложившиеся партнёрские связи с крупными отраслевыми компаниями, что создаёт благоприятные условия для практической подготовки студентов. Вместе с тем выявлены системные проблемы управления практикой: отсутствие единых оценочных критериев, разрозненность отчётности, недостаточная подготовка наставников, слабая связь с трудоустройством. Преодоление указанных проблем требует внедрения системного подхода к организации практики и разработки модели управления, интегрирующей усилия вуза, компаний-партнёров и студентов [7, 8].

Список литературы

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства: приказ Минобрнауки России от 11 августа 2020 г. № 935 (ред. от 27.02.2023). – Москва, 2023. – 47 с.
2. Программа практики Б2.О.04(П) Производственная технологическая (производственно-технологическая) практика/сост. Л.И. Толстоухова; Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Автодорожный факультет. – Якутск, 2020. – 33 с.
3. Учебный план по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, направленность «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование» (год начала подготовки 2025) / Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Автодорожный факультет. – Якутск, 2025. – 9 с.
4. Анохин, А. А. Подходы к выделению периферии и периферизация в пространстве современной России / А. А. Анохин, В. Ю. Кузин // Известия Русского географического общества. – 2019. – Т. 151, № 1. – С. 3-16.
5. Студенты СВФУ проходят практику на предприятиях Полиметалла : [Электронный ресурс]. URL: <https://yakutia-daily.ru/studenty-svfu-prohodyat-praktiku-na-predpriyatiyah-polimetalla/> (дата обращения 15.05.2026)
6. В СВФУ прошла деловая игра с участием представителей компаний «Дороги Арктики», РИК «Автодор», «Арктическая торгово-логистическая компания», «СахаСпецТранс» : [сайт] / СВФУ. – 2025. – URL: [https://vk.com/wall-25713231\\_38098?ysclid=mpeyg02r4j571989802](https://vk.com/wall-25713231_38098?ysclid=mpeyg02r4j571989802) (дата обращения 15.05.2026).
8. Платонова Р.И., Олесова М.М. Сотрудничество вузов с крупными компаниями по организации производственной практики студентов // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2024. Т. 13. № 3 (48). С. 122-126.
9. Кобякова С.П., Платонова Р.И. Профессиональное трудоустройство выпускников с высшим техническим образованием // Транспортные системы и дорожная инфраструктура Крайнего Севера. Сборник материалов IV Всероссийского форума. Якутск, 2024. С. 393-400.

© Эверстов А.И., Платонова Р.И., 2026

**СЕКЦИЯ  
СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

## БАРЬЕРЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ МАЛОГО БИЗНЕСА ПРИ ВНЕДРЕНИИ CRM: ТИПОЛОГИЯ И СПОСОБЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ

**Фомин Роман Васильевич**

студент, магистрант

Научный руководитель: **Максимова Ольга Александровна**

канд. социол. наук, доцент

Казанский национальный исследовательский

технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ

**Аннотация:** В статье будут рассматриваться основные проблемы и барьеры, с которыми сталкиваются малые организации или предприятия при попытке внедрения CRM-систем. На основе анализа научной литературы и практики внедрения подобных систем, можно выделить пять групп барьеров: финансовые, кадровые, технические, организационные и психологические. Для каждой группы будут предложены практические способы преодоления. Статья адресована собственникам и руководителям малого бизнеса, а также исследователям цифровой трансформации предпринимательства.

**Ключевые слова:** цифровизация, малый бизнес, CRM-система, барьеры внедрения, автоматизация бизнес-процессов.

## BARRIERS TO SMALL BUSINESS DIGITALIZATION IN THE IMPLEMENTATION OF CRM: TYPOLOGY AND COPING METHODS

**Fomin Roman Vasilyevich**

Scientific supervisor: **Maximova Olga Alexandrovna**

**Abstract:** The article will address the main problems and barriers faced by small organizations or enterprises when trying to implement CRM systems. Based on the analysis of scientific literature and the practice of implementing such systems, five groups of barriers can be identified: financial, personnel, technical, organizational and psychological. Practical coping methods will be offered for each group. The article is addressed to owners and managers of small businesses, as well as researchers of the digital transformation of entrepreneurship.

**Key words:** digitalization, small business, CRM system, barriers to implementation, automation of business processes.

Цифровизация малого бизнеса в последние годы рассматривается не как временное явление, а как обязательное условие сохранения рыночных позиций на конкурентном рынке. Согласно опубликованным выводам консалтинговой компании Specter Consulting Group (SCG) «9 из 10 компаний МСП внедряют цифровые технологии в бизнес-процессы. При этом высокого уровня цифровой зрелости достигли только 16% МСП» [3]. Этот факт особенно затрагивает предприятия сферы услуг, где скорость реакции на запросы клиентов, простота процесса бронирования и качество коммуникаций напрямую влияют на лояльность аудитории и финансовые показатели.

Одним из ключевых инструментов цифровой трансформации малого бизнеса является CRM-система (Customer Relationship Management – Управление взаимоотношениями с клиентами). Она позволяет централизовать клиентскую базу, автоматизировать напоминания, выстроить онлайн-запись и получить аналитику по ключевым показателям. CRM-системы «позволяют просматривать данные о клиентах, обновлять записи, а также отправлять и получать электронные письма и сообщения вне офиса. Это не только ускоряет процессы, но и улучшает взаимодействие с клиентами, т.к. сотрудники могут быстро реагировать на их запросы и потребности» [4]. Однако, несмотря на очевидные преимущества, многие малые компании так и не решаются на внедрение данной системы или делают это неудачно, сталкиваясь с типичными барьерами внедрения.

В данной статье будут систематизированы основные препятствия, которые мешают малому бизнесу успешно внедрить CRM-системы (далее CRM), и предложены практические способы их преодоления. Статья основана на анализе научной литературы, отраслевых исследованиях и практическом опыте автора в сфере малого предпринимательства.

## 1. Финансовые барьеры

Наиболее очевидным и часто упоминаемым барьером является недостаток финансовых ресурсов. Владельцы малого бизнеса, как правило, работают с ограниченным бюджетом, и каждая новая статья расходов требует дополнительного обоснования. CRM требует ежемесячных платежей за тариф (в среднем от 500 до 5000 рублей в месяц), а также, возможно, дополнительных затрат на интеграции, эквайринг или расширенный

функционал. К этому добавляется комиссия за онлайн-платежи, которая тоже ложится на плечи бизнеса.

Сложность заключается еще и в том, что эффект от внедрения CRM не всегда бывает мгновенным. Окупаемость зависит от многих факторов (средний чек, популярность, спектр услуг, а также территориальное расположение бизнеса). Таким образом, окупаемость может наступить через неделю или несколько месяцев, и не все предприниматели готовы к такому инвестиционному горизонту. Кроме того, существуют скрытые затраты: время ответственного лица на настройку системы, обучение сотрудников, возможная доработка сайта под виджет онлайн-записи и др.

Преодолеть этот барьер можно следующими способами. Во-первых, начать с бесплатного пробного периода, который предоставляют почти все облачные CRM. Это позволяет оценить функционал без финансовых рисков. Во-вторых, выбирать тариф строго под свои задачи, не переплачивая за ненужные опции. В-третьих, рассматривать CRM не как расход, а как инвестицию, которая сократит потери от отмен и неявок (по оценкам, до 15-20% выручки). Детальный расчет окупаемости служит наиболее убедительным обоснованием для принятия решения.

## 2. Кадровые барьеры

Внедрение CRM невозможно без участия людей, и именно человеческий фактор часто становится причиной ошибок и задержек внедрения. Сотрудники малого бизнеса, особенно если они имеют длительный стаж работы, придерживаются старых практик, таких как брони в мессенджерах, записи в тетрадях или блокнотах, отметки в Google-календаре. Переход на новую систему воспринимается как дополнительное бременение, а не как помощь.

Сопrotивление может проявляться по-разному: от пассивного игнорирования новых инструкций до прямого саботажа. Сотрудники могут выражать недовольство, указывая на то, что прежний способ работы требовал меньше усилий. Кроме того, в малом бизнесе часто нет формализованных процессов – каждый сотрудник работает по-своему, и внедрение CRM требует унификации, что тоже вызывает дискомфорт.

Ключевым подходом в данной ситуации является не принуждение, а разъяснение выгод для персонала. Если они поймут, что CRM снимает с них рутину (ручные напоминания клиентам, ручную синхронизацию календаря, постоянные ответы на одни и те же вопросы), то отнесутся к нововведению лояльнее. Важно провести качественное обучение: короткие видеоинструкции

по 3-5 минут на каждую операцию, разбор частых вопросов, личная поддержка в первые недели. И, конечно, учитывать обратную связь – если сотрудники выявляют объективные затруднения в работе с системой, то данные замечания следует учитывать и устранять.

### **3. Технические барьеры**

Даже при наличии денег и желания персонала внедрение может столкнуться с непреодолимыми техническими препятствиями. У малого бизнеса часто нет собственного IT-специалиста, а владелец или управляющий не всегда обладают необходимыми компетенциями в области интеграций. Исходя из этого, может появиться много вопросов, которые могут сделать внедрение нереализуемым.

Кроме того, технические барьеры включают и проблемы с интернетом (особенно актуально для регионов), и несовместимость CRM с текущими инструментами, и сложности с переносом историй бронирования. Организационный аспект здесь тоже важен: внедрение требует времени, а малого бизнеса его попросту может и не быть. В период освоения CRM обслуживание клиентов продолжается в обычном режиме, что создает противоречие между необходимостью текущей операционной деятельности и обучением работе с новой системой.

Преодоление этих барьеров начинается с выбора правильной CRM. Для малого бизнеса лучше подходят облачные решение с интуитивным интерфейсом и готовыми интеграциями с популярными сервисами (Google, соц. сети, мессенджеры). Многие платформы предлагают помощь с настройкой виджета и импортом данных. Также рекомендуется выделить ответственного за внедрение (например, управляющего) и дать ему время на освоение системы. Лучше запланировать внедрение на период с меньшей операционной загрузкой, чтобы не наслаивать обучение на пик загрузки бизнеса.

### **4. Психологические барьеры клиентов**

Барьеры, обусловленные человеческим фактором сотрудников, достаточно подробно освещены, тогда как клиентские барьеры нередко остаются без внимания. После внедрения CRM многие компании стараются перевести всех клиентов на онлайн-запись через виджет. Но часть аудитории, особенно постоянная, привыкла к личному общению в мессенджерах. Они могут не захотеть заполнять формы, регистрироваться или оплачивать услугу

заранее. Учет мнения клиентов необходим в силу высокой зависимости малого бизнеса от внешней среды. Это подтверждается материалом К.В. Нецымайло, а именно тем, что, по его мнению, одним из недостатков малого бизнеса является «большая зависимость от внешней среды (например, от единственного поставщика или узкого круга потребителей)» [1, с. 13].

Некоторые клиенты также опасаются онлайн-оплаты из-за возможных «мошенников или утечки данных» [5, с. 526]. Другие просто не разбираются в новых интерфейсах и испытывают фрустрацию. Если организация полностью исключит привычные каналы коммуникации – можно потерять лояльных клиентов.

В данном случае важно не отказываться от ранее устоявшихся процессов сразу же. Нужно оставить возможность бронирования через мессенджеры параллельно с онлайн-записью. Постепенно показывать клиентам преимущества нового способа: быстрее, не нужно ждать ответа сотрудника, подтверждение приходит автоматически. Для оплаты – разъяснять, что комиссии нет, а данные защищены. Гибкость и плавный переход позволяют сохранить доверие и избежать оттока клиентов.

### **5. Барьеры неопределенности и оценки эффективности**

Последняя группа барьеров связана с тем, что предприниматель испытывает дефицит информации о начальных действиях. На рынке множество CRM-систем с различными тарифами и функциональными возможностями, что в свою очередь затрудняет выбор конкретного решения.

Многие собственники откладывают решение, потому что им не хватает ни времени на анализ, ни понятных критериев выбора. Данный барьер сложно операционализировать, поскольку он не имеет прямого денежного выражения.

Способ преодоления – использовать готовые методики выбора. Опираясь на отзывы реальных бизнесов из этой же сферы. Начинать с пробного периода: большинство CRM дают до двух недель бесплатного доступа. За это время можно протестировать систему на реальных задачах, оценить удобство и понять, подходит она или нет. Также полезно заранее прописать KPI успеха: например, сокращение времени обработки на 50%, снижение отмен на 30%. Когда есть измеримая цель – неопределенность снижается.

В заключении хочется отметить, что внедрение CRM в малом бизнесе – это не просто покупка программного обеспечения, а комплексная

организационная задача. Финансовые, кадровые, технические, психологические барьеры неопределенности могут сорвать проект на любом этапе. Однако почти все эти препятствия преодолимы при правильном подходе.

Автоматизация рутинных операций – таких как учет клиентов, планирование загрузки, документооборот, ведение заказов – снижает вероятность ошибок в работе и позволяет перераспределить ресурсы на стратегические задачи. Например, в труде В.Б. Плескевича «Управление операционной деятельностью на основе цифровых платформ» отмечалось, что «внедрение платформенных решений позволяет сократить операционные расходы на 20-30% и увеличить производительность до 25%» [2, с. 2].

В заключении можно сформулировать основные выводы для малых предприятий. Начинать стоит с бесплатного пробного периода и четкого расчета окупаемости, чтобы преодолеть финансовые сомнения. Обучение и мотивация сотрудников должны быть построены на объяснении выгоды для них, а не на принуждении. Технические сложности решаются выбором облачной CRM с готовыми интеграциями и выделением ответственного за внедрение. Клиентам нужно дать время на адаптацию, сохранив привычные каналы связи. И наконец, неопределенность снижается через тестирование и измеримые цели.

Понимание типологии барьеров и способов их преодоления значительно повышает шансы на успешную цифровую трансформацию малого бизнеса. И в долгосрочной перспективе эти усилия окупаются – снижением нагрузки на сотрудников, ростом удовлетворенности клиентов и, как следствие, увеличением выручки.

### Список литературы

1. Нецымайло К. В. Организация малого бизнеса: учебное пособие. URL: <https://e.lanbook.com/book/345239> (дата обращения 22.05.2026).
2. Плескевич В. Б. Управление операционной деятельностью на основе цифровых платформ // Вестник евразийской науки. 2024. Т. 16, № 5. URL: <https://esj.today/PDF/29FAVN524.pdf> (дата обращения 22.05.2026).
3. Цифровизация малого и среднего бизнеса в 2025 году // dp.ru: деловой портал. 2025. URL: <https://clck.su/rIhGp> (дата обращения 22.05.2026).
4. CRM в России // TAdviser: сайт. – URL: <https://clck.ru/3TqCYW> (дата обращения 02.12.2025).

5. Рыжкова М. В., Глухов А.П. Сопротивление цифровизации разных сегментов конечных потребителей цифровых платформ: результаты эмпирического исследования // Известия Байкальского государственного университета. 2020. Т. 30. № 4. С. 522-531.

© Фомин Р.В., 2026

**СЕКЦИЯ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

УДК 656.22 : 004 + 06

DOI 10.46916/27052026-2-978-5-00276-103-6

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ЧЕРЕЗ ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙНА  
И ПРИВАТНЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

**Ковалев Сергей Михайлович**

д.т.н., профессор

**Иванов Владимир Эдуардович**

аспирант

Кафедра «Автоматика и телемеханика на ж/д транспорте»

Ростовский государственный университет

путей сообщения (РГУПС)

**Аннотация:** Акцентируются проблемы цифровой и интеллектуальной трансформации транспорта. Обозначена роль технологий блокчейна и частных виртуальных сетей в модернизации транспортной отрасли. Раскрыты преимущества, проблемы и текущее состояние развития и внедрения технологий блокчейна и частных виртуальных сетей в российские железные дороги. Предложена этапность интеграции описываемых технологий в деятельность транспортных систем.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, безопасность, технологии блокчейна и частных виртуальных сетей.

**ENSURING THE SAFETY OF RAILWAY TRANSPORT BY  
IMPLEMENTING BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES  
AND PRIVATE VIRTUAL NETWORKS**

**Kovalev Sergey Mihailovich**

**Ivanov Vladimir Eduardovich**

**Abstract:** The article focuses on the problems of digital and intelligent transformation of transport. It highlights the role of blockchain technologies and private virtual networks in the modernization of the transport industry. The article explores the advantages, challenges, and current state of development and implementation of blockchain technologies and private virtual networks in Russian

railways. The article proposes a step-by-step approach to integrating these technologies into transport systems.

**Key words:** railway transport, security, blockchain technologies, and private virtual networks.

### Введение

Цифровая и интеллектуальная трансформация общества в целом и железнодорожного транспорта (ЖДТ) в частности несут новые проблемы в задачу обеспечения безопасности ЖДТ:

- вводится дополнительная степень несвободности ТС от внешних условий: повышается зависимость от наличия интернета, средств Wi-Fi, Bluetooth, и пр.

- интернет формирует дополнительные каналы входа в транспортные системы (ТС);

- интеграция ТС на основе цифровизации способствует увеличению связности их отдельных подсистем, то есть избыточной зависимости друг от друга;

- открываются широкие возможности для реализации кибератак на ТС.

Вместе с тем эти тренды современного развития общества и транспорта дают и новые возможности повышения безопасности транспорта. Две такие технологии: блокчейн и виртуальные приватные сети (ВПС) – и являются предметом настоящего исследования.

Своевременное и грамотное внедрение технологий блокчейна и ВПС в перспективе будет способствовать модернизации железнодорожной отрасли, повышению её эффективности и безопасности.

### 1. Роль и место блокчейна на ЖДТ

В информационно-аналитическом обзоре [1, с. 23] блокчейн определяется следующим образом: «распределённый децентрализованный публичный реестр», цепочка из блоков, «где блоки – это информация в цифровом виде, а цепочка – публичная, общедоступная база данных». Блоки, в свою очередь, состоят из трех компонентов: данные о транзакции, сведения об участниках транзакции, уникальный идентификатор («хэш»), разделяющий блоки.

Блокчейн в железнодорожной отрасли [1-4] имеет широкий спектр применения: смарт-контрактинг, управление активами, управление цепочкой поставок, продажа билетов и платежи, обмен данными, формирование

графиков и расписаний, сертификация грузов. Рассмотрим некоторые из них подробнее.

1. Смарт-контракты представляют собой цифровые договоры, условия которых записываются в специализированной программной среде. Они автоматически фиксируют события на пути следования груза, контролируют выполнение условий оказания услуг и могут управлять процессами бронирования, оплаты и учёта грузов. Например, смарт-контракты могут исключить человеческий фактор при расчёте стоимости сервисного обслуживания локомотивов или подвижного состава.

2. Учёт жизненного цикла инфраструктуры и продукции. Проекты по отслеживанию жизненного цикла компрессорных станций, замедлителей, колёсных пар, частей грузовых вагонов, рельсов и т.д. помогают сократить затраты на обслуживание и ремонт, оптимизировать контроль за состоянием деталей и повысить уровень безопасности движения.

3. Контроль ремонта объектов инфраструктуры, оборудования и подвижного состава. С помощью блокчейна можно систематизировать данные о состоянии и ремонте различных объектов транспорта, фиксировать владельцев номерных деталей и узлов, отслеживать их жизненный цикл (производство, покупка, поставка, эксплуатация, диагностика, ремонты и исключение).

4. Мониторинг грузовых перевозок посредством специальной блокчейн-платформы для фиксации параметров перевозок (время поставки груза, сроки подхода подвижного состава, время перевозки и приёма груза). Эта система позволяет участникам процесса в режиме реального времени всем участникам (производителям и потребителям транспортных услуг) отслеживать все параметры операций.

5. Блокчейн оперативно предоставляет цифровые сертификаты (квалификационные документы, сертификаты соответствия, лицензии, акты допуска на инфраструктуру и другие подобные документы) заинтересованным участникам транспортного процесса.

*Состояние разработки и внедрения блокчейна в отрасли.*

1. В 2018 г. холдинг ОАО «РЖД» запустил пилотный проект по использованию технологии блокчейна для отслеживания грузовых перевозок. Смарт-контракты применяются при мониторинге движения товаров в режиме реального времени, сообщая обо всех сторонах, участвующих в процессе транспортировки.

2. В 2019 г. ОАО «РЖД» и государственная технологическая корпорация «Ростех» подписали меморандум совместного изучения возможностей использования технологии блокчейн в управлении железнодорожной инфраструктурой. Проект направлен на использование блокчейна для создания безопасной и прозрачной системы отслеживания работ по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожной инфраструктуры. В рамках Концепции «Цифровая железная дорога холдинга «РЖД» уже сегодня реализуются принципы «цифрового бизнеса», и это позволяет постепенно встраивать цифровую бизнес-модель холдинга в интеллектуальные логистические системы грузоотправителей и обеспечить их «бесшовное соединение».

3. Лаборатория блокчейна ОЦРВ (Отраслевой центр разработки и внедрения информационных систем – дочернее подразделение ООО «РЖД-Технологий») разрабатывает и внедряет проекты на базе собственной блокчейн-платформы для нужд отрасли и внутренних исследовательских проектов. Например, в 2019 году система на этой платформе была введена в промышленную эксплуатацию на полигоне Октябрьской железной дороги система отслеживания жизненного цикла колёсных пар и сокращения сроков их ремонта.

4. В 2020 году РЖД заключила соглашение с датским оператором Maersk о взаимодействии в области развития цифровых сервисов для транзитных мультимодальных перевозок с использованием блокчейна.

*Преимущества применения блокчейна.*

- Прозрачность и безопасность данных. Каждое изменение в цепочке поставок фиксируется в виде записей, которые невозможно изменить задним числом, что гарантирует правильность и достоверность данных.

- Минимизация влияния человеческого фактора. Смарт-контракты автоматизируют (повышая эффективность и безопасность) многие процессы, сокращая необходимость в посредниках.

- Оптимизация процессов. Блокчейн позволяет автоматизировать управление запасами, оформление документации, взаимодействие с подрядчиками.

- Улучшение клиентского сервиса. Благодаря прозрачности и скорости обработки данных пассажиры и клиенты грузовых перевозок могут в реальном времени отслеживать статус билетов, грузов и другую информацию.

*Проблемы и перспективы разработки и внедрения блокчейна на ЖДТ.*

Среди сложностей при внедрении блокчейна в железнодорожной отрасли отмечают отсутствие стандартизированных решений (например, единых правил формирования публичных данных) и высокие затраты на разработку решений. Также требуется координация усилий разработчиков, правительственных структур и участников логистических процессов для создания единой бесшовной системы.

По мнению авторов [1, с. 23], существуют три ключевых принципа, которым нужно следовать при внедрении блокчейн в железнодорожную отрасль:

- должен сформироваться высокий уровень доверия ключевых участников рынка;
- необходима вовлечённость всех сторон в реализацию инновации;
- требуется унифицировать и стандартизировать все аккумулируемые данные и данные, которые будут сгенерированы в будущем. Систему нельзя обучить работать в условиях разрозненных данных различного формата и объема.

## **2. Понятие, приложения и проблемы внедрения ВПС на ЖДТ**

Виртуальные приватные сети (английская транскрипция VPN (Virtual Private Network) – это сети, которые создают зашифрованный туннель между устройством пользователя и интернетом [5-8]. В VPN туннельный протокол используется для передачи сетевых сообщений от одного хоста к другому. В зависимости от применяемых протоколов и назначения VPN может обеспечивать соединения трёх видов: узел-узел, узел-сеть и сеть-сеть.

### *Уровни реализации ВПС.*

Как правило, ВПС развёртывают на уровнях не выше сетевого, так как применение криптографии на этих уровнях позволяет использовать в неизменном виде транспортные протоколы (такие как TCP, UDP).

Однако технология ВПС в последнее время используется не только для создания частных сетей, но и некоторыми провайдерами «последней мили» на постсоветском пространстве для предоставления выхода в Интернет.

При должном уровне реализации и использовании специального программного обеспечения сеть ВПС может обеспечить высокий уровень шифрования передаваемой информации.

### *Механизм подключения ВПС.*

ВПС состоит из двух частей: «внутренняя» (подконтрольная) сеть, которых может быть несколько, и «внешняя» сеть, по которой проходит

инкапсулированное соединение (обычно используется Интернет).

Подключение удалённого пользователя к ВПС производится посредством сервера доступа, который подключён как к внутренней, так и к внешней (общедоступной) сети. При подключении удалённого пользователя (либо при установке соединения с другой защищённой сетью) сервер доступа требует прохождения процесса идентификации, а затем – процесса аутентификации. После успешного прохождения обоих процессов удалённый пользователь (удалённая сеть) наделяется полномочиями для работы в сети, то есть происходит процесс авторизации.

#### *Классификация ВПС.*

ВПС классифицируются по различным параметрам:

##### 1. По степени защищённости используемой среды.

- Защищённые, обеспечивающие создание надёжной и защищённой сети на основе ненадёжной сети, например Интернета.

- Доверительные. Решается задача создания виртуальной подсети в рамках большей сети, в которой проблемы безопасности становятся менее актуальными.

##### 2. По способу реализации.

- В виде специального программно-аппаратного обеспечения (обеспечивается высокая производительность и высокая степень защищённости).

- В виде только программного решения. С помощью персонального компьютера специальная программа обеспечивает функционирование ВПС.

- Интегрированное решение.

##### 3. По назначению.

- Intranet ВПС: объединяет в единую защищённую сеть несколько распределённых филиалов одной организации, обменивающихся данными по открытым каналам связи.

- Remote-access ВПС: создает защищённый канал между центральным офисом и одиночным пользователем, который подключается к корпоративным ресурсам с домашнего компьютера, корпоративного ноутбука, смартфона или интернет-киоска.

- Extranet ВПС: подключает «внешних» пользователей (например, заказчиков и/или клиентов). Уровень доверия к ним намного ниже, чем к сотрудникам компании, поэтому требуется обеспечение специальных «рубежей» защиты, предотвращающих или ограничивающих доступ последних к особо ценной, конфиденциальной информации.

- Internet ВПС: предоставляется доступ к интернету, если по одному физическому каналу подключаются несколько пользователей.

- Client/server ВПС: обеспечивает защиту передаваемых данных между двумя узлами (не сетями) корпоративной сети. Особенность данного варианта в том, что ВПС строится между узлами, находящимися, как правило, в одном сегменте сети, например, между рабочей станцией и сервером. Такая необходимость очень часто возникает в тех случаях, когда в одной физической сети необходимо создать несколько логических сетей. Например, когда надо разделить трафик между финансовым департаментом и отделом кадров, обращающихся к серверам, находящимся в одном физическом сегменте. Этот вариант похож на технологию VLAN, но вместо разделения трафика используется его шифрование.

4. По типу протокола.

5. По уровню сетевого протокола.

6. ВПС-соединение на маршрутизаторах. Многие пользователи настраивают ВПС-соединение на маршрутизаторах, что увеличивает безопасность в сети, так как оно шифрует сетевой трафик всех подсоединённых устройств, в том числе и тех, которые не поддерживают ВПС-технологии.

*Развитие ВПС в России.*

В феврале 2022 года Россия занимала только 40-е место в мире по числу пользователей ВПС, а к ноябрю того же года доля пользователей ВПС составляла уже почти половину россиян [9].

С целью противодействия киберугрозам Роскомнадзор постановил в рамках закона «О суверенном рунете» подключать ВПС к системе противодействия киберугрозам – ТСПУ (технические средства противодействия угрозам). ТСПУ – это программно-аппаратный комплекс, который устанавливается на узлах связи операторов связи в России. Все провайдеры должны подключиться к ТСПУ. В противном случае: получают штрафы, привлекаются к уголовной ответственности.

В РФ развитие и внедрение ВПС несет в себе иногда противоречивые аспекты. С одной стороны, это технология, которая обеспечивает российским компаниям приватность, то есть защищенность. С другой – ВПС в России часто нарушают установленный порядок. В этой связи к июлю 2024 года по требованию Роскомнадзора было заблокировано уже почти двести VPN-сервисов, используемых для обхода блокировок [10].

В апреле 2025 года Роскомнадзор рекомендовал российским ВПС-сервисам обращаться с заявлением в Центр мониторинга и управления сетью связи общего пользования (ЦМУ ССОП). С сентября 2025 года в России введена также административная ответственность за рекламу VPN-сервисов (14.3 КоАП РФ).

### **3. Этапность разработки и внедрения блокчейна и ВПС на ЖДТ**

Успешный (безопасный и эффективный для производства транспортных услуг и управления ими) переход на блокчейн и ВПС на железной дороге определяется следующей логикой:

1. Необходима идентификация спектра всех транспортных услуг, в которых внедрение исследуемых технологий даст социальный, экономический, производственных эффекты с одновременным усилением безопасности соответствующих процессов. Очевидно, что это подвижная сфера деятельности, которая выполняется в соответствии с развитием как информационных, так и транспортных технологий.

2. Выбор цифровых платформ, реализующих технологии блокчейна и ВПС. Результатом этого этапа должна быть матрица с двумя входами: платформы и технологии транспортного обслуживания. На пересечении этих входов – преимущества и недостатки применения соответствующей платформы в заданной сфере.

3. Разработка концепции и методологии применения цифровых платформ в конкретном исследуемом случае (безопасность инфраструктуры, смарт-контрактинг, билечивание и т.п.), учитывающих требования транспортной отрасли и ограничения смежных отраслей (например, Роскомнадзора).

4. Разработка программного решения. Данный этап предполагает также тестирование решения (например, на базе виртуальных двойников железной дороги, либо в виде пилотного проекта).

5. Интеграция разработанных частных технологий с существующими системами. Данный этап предполагает разработку интерфейсов, позволяющих обмениваться данными с иными системами.

6. Подготовка и/или переквалификация кадров. Уполномоченные сотрудники должны доверительно относиться к инновациям и уметь корректно использовать данные технологии, включать результаты работы системы в процессы принятия управленческих решений.

### Выводы

В ходе исследования рассмотрены перспективы внедрения технологий блокчейна и виртуальных частных сетей (ВПС /VPN) для повышения безопасности железнодорожного транспорта (ЖДТ) в условиях цифровой трансформации.

- Технологии блокчейна и ВПС способны существенно повысить безопасность и эффективность ЖДТ, но их внедрение требует комплексного подхода.

- Успех зависит от решения технических (стандартизация, интеграция), экономических (затраты) и регуляторных (соответствие законодательству) задач.

- Координация между РЖД, разработчиками, госорганами и участниками логистических процессов — ключевой фактор успешной цифровой трансформации ЖДТ.

- Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку конкретных методик интеграции блокчейна и ВПС с учётом отраслевых особенностей и актуальных регуляторных требований.

Таким образом, грамотное внедрение блокчейна и ВПС — это стратегически важный шаг к созданию безопасной, прозрачной и эффективной системы железнодорожного транспорта в эпоху цифровой трансформации.

### Список литературы

1. Хусяинов Т. М. Перспективы использования блокчейн-технологии в железнодорожной отрасли // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Научно-технические аспекты комплексного развития железнодорожного транспорта» в рамках IV Международного Научного форума Донецкой Народной Республики 22–25 мая 2018 г. Донецк: Донецкий институт железнодорожного транспорта, 2018. С. 222–224.

2. Акимов А.Е. Специфика внедрения технологии блокчейн на железнодорожном транспорте // Инновации и инвестиции. № 3. 2023. – С 314-317.

3. Мухамедова З. Г. Перспективы использования технологии блокчейн в организации перевозочного процесса и цепочке поставок / З. Г. Мухамедова, В. Д. Осадчук, А. У. Тулаев // Известия Транссиба. – 2022. – № 2 (50). – С. 142-156.

4. Покусаев О. Н. Блокчейн на цифровой железной дороге Германии / О. Н. Покусаев, В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, В. С. Лазуткина,

А. В. Зажигалкин, П. В. Куприяновский // International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – № 2. – С. 43-53.

5. Xiang Cai, Xin Cheng Zhang, Brijesh Joshi, Rob Johnson. Touching from a distance: website fingerprinting attacks and defenses (англ.) // Proceedings of the 2012 ACM conference on Computer and communications security. – New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2012. – 16 October. – P. 605-616. – ISBN 978-1-4503-1651-4. – doi:10.1145/2382196.2382260.

6. Королев Н., Степанова Ю. Анонимность раскрылась в сети // Коммерсантъ: газета. – 2020. – 20 июля (№ 126/П). – С. 5. – ISSN 1561-347X. Архивировано 20 июля 2020 года.

7. Файльнер М. Виртуальные частные сети нового поколения / М. Файльнер // Журнал сетевых решений/LAN. — 2005. — № 11. — С. 45-52.

8. Барсков А. Говорим WAN, подразумеваем VPN / А. Барсков // Журнал сетевых решений/LAN. — 2010. — № 06. — С. 28-35.

9. Обратная сторона медали: чем и почему могут быть опасны VPN-сервисы [Электронный ресурс] // Газета.Ru. — 2022. — 23 июня. — URL: <https://www.gazeta.ru/tech/2022/06/23/15030836.shtml?ysclid=mp9m8atyqg573589660> (дата обращения 23.04.2026).

10. Почти 200 VPN-сервисов уже заблокированы на сегодняшний день в России [Электронный ресурс] // 3DNews. — 2024. — URL: <https://3dnews.ru/1112978/pochti-200-vpnservisov-uge-zablokirovani-na-segodnyashniy-den-v-rossii?ysclid=mp9mdkdwzx149340753> (дата обращения 09.04.2026).

© Ковалев С.М., Иванов В.Э., 2026

## МОДЕРНИЗАЦИЯ АТМОСФЕРНОЙ ПЕРЕГОНКИ

**Выборнова Анастасия Юрьевна**

магистрант

ФГБОУ ВО «Казанский национальный  
исследовательский технологический университет»

**Аннотация:** Цель работы – разработка метода модернизации управления атмосферной колонной через модель машинного обучения. Метод основан на обучении модели машинного обучения на данных из специальной среды химического программного обеспечения для предсказания оптимальных параметров работы колонны по новому составу нефти при обеспечении соответствия фракционного состава продуктов эталону.

**Ключевые слова:** установка атмосферной перегонки, переработка нефти, модель машинного обучения.

## MODERNIZATION OF ATMOSPHERIC REFINING

**Vybornova Anastasia Yurievna**

master's student

Kazan National Research Technological University

**Abstract:** The purpose of the work is to develop a method for upgrading atmospheric column control using a machine learning model. The method is based on training a machine learning model using data from a special chemical software environment to predict the optimal operating parameters of the column based on the new oil composition, ensuring that the fractional composition of the products matches the standard.

**Key words:** atmospheric distillation unit, oil refining, machine learning model

### Введение

Нефтеперерабатывающая промышленность сталкивается с проблемой нестабильности сырья. Нефть, поступающая на установку атмосферной перегонки, может существенно различаться по фракционному составу, плотности, содержанию серы и другим параметрам даже внутри одного

месторождения. При изменении сырья технологам приходится оперативно настраивать режим работы колонны для поддержания качества и выхода целевых фракций. Традиционный метод требует многократных расчетов по строгой модели в симуляторе или опоры на опыт технологов, что не всегда обеспечивает оптимальность и быстроту корректировок.

### **Формирование эталонной модели и наборов данных**

На первом этапе работы в специальном программном обеспечении была создана термодинамическая модель атмосферной колонны перегонки нефти. В качестве эталона взят определенный состав сырья с фиксированными параметрами технологического режима, обеспечивающими необходимый выход и качество бензина, керосина, дизельного топлива и мазута. Эталон характеризуется конкретными кривыми разгонки продуктов, которые служат целевыми показателями.

Был создан набор данных для обучения модели машинного обучения, используя программное обеспечение для генерации множества расчетных сценариев с различными составами нефти. Изменялись параметры сырья: плотность, вязкость, содержание легких углеводородов и потенциальное содержание целевых фракций. Для каждого сценария вручную подбирались параметры колонны (температуры ввода сырья, расходы циркуляционных орошений, отборы боковых погонов, давление), чтобы выходные кривые разгонки продуктов соответствовали эталонным с заданной точностью. Каждый сценарий был описан парой «состав нефти – параметры режима для эталонного качества продуктов», образуя обучающую выборку.

### **Разработка модели машинного обучения**

Задача модели машинного обучения заключается в регрессии: прогнозирование числовых значений технологических параметров колонны по характеристикам входного сырья. Входные данные для модели – состав нефти, выход – рекомендуемые управляющие параметры процесса.

Модель обучалась на заранее подготовленном датасете, где целью было снижение ошибки между предсказаниями модели и параметрами, обеспечивающими эталонное качество продуктов в программном обеспечении для каждого типа сырья. Таким образом, алгоритм машинного обучения обучается обобщать опыт ручной настройки в симуляторе и имитировать логику технолога для различных нефтяных составов.

Ключевая особенность подхода в том, что модель машинного обучения не предсказывает поведение колонны, а решает обратную задачу. Она не

моделирует физико-химические процессы, это делает модель химического программного обеспечения. Задача алгоритма – быстро подбирать управляющие параметры для достижения результата, подтвержденного физической моделью.

### **Проверка и верификация результатов**

Для тестирования модели машинного обучения использовали набор данных с составами нефти, не входившими в обучение. Предсказанные параметры режима от модели вводили в среде химического моделирования для расчета, после чего сравнивали полученные кривые разгонки продуктов с эталонными.

Критерии оценки качества работы модуля включали отклонения температур кипения фракций в контрольных точках (например, 5%, 50%, 95% отгона) от эталонных значений и расхождения в выходах целевых продуктов. Результаты показали, что параметры, предсказанные моделью, обеспечивают высокую точность продуктовых кривых, сравнимую с ручным подбором в симуляторе, при значительно сокращенных затратах времени на адаптацию режима.

### **Выводы**

Предложенный метод модернизации управления атмосферной перегонкой объединяет точность физического моделирования в среде химического моделирования с эффективностью алгоритмов машинного обучения. Разработанный модуль быстро адаптируется к изменениям в составе сырья, обеспечивая стабильное качество продуктовых фракций без повторного моделирования или долгого подбора параметров. Практическая значимость заключается в создании инструмента, который может служить консультантом для технолога или лежать в основе автоматической настройки режима атмосферной колонны при смене сырья.

Метод может быть усовершенствован за счет увеличения количества настраиваемых параметров, учета экономических критериев и интеграции модуля в распределенную систему управления установкой.

### **Список литературы**

1. Веревкин А.П., Слетнев М.С. Усовершенствованное управление (АРС) нефтехимическим производством на основе многоуровневой нейросетевой системы поддержки принятия решений // Нефтегазовое дело. 2012. Т. 10, № 2. С. 61-64.

2. Артюшкин И.В., Максимов А.Е. Разработка автоматической системы управления процессом термохимического обезвоживания нефтяных эмульсий на основе искусственной нейронной сети // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2017. № 1. С. 7-15.

3. Мухаметзянова А.Г., Бронская В.В., Харитонов О.С. Нейросетевое моделирование гидродинамики потока в колонных аппаратах с насадочными элементами // Вестник Технологического университета. 2021. Т. 24. № 12. С. 139-141.

4. Тасанбаев С. Е., Мансур Е. А., Арыстанбаев К. Е. Математическое моделирование ректификационной колонны в среде Chemcad // Молодой ученый. 2019. № 47. С. 130-133.

5. Адушев М. Н. Современные проблемы нефтеперерабатывающей промышленности России // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2015. № 1 (24). С. 55-68.

6. Бабкин В. А. и др. Увеличение энергоэффективности в процессе атмосферной перегонки нефти // Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 325. № 3. С. 56-63.

7. Кондрашов С. Н., Бурдин И. С. Система непрерывной идентификации и управления качеством продуктов первичной переработки нефти // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология, 2016. № 4. С. 27-42.

© Выборнова А.Ю., 2026

**СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА  
ДЛЯ СП СПО «НКРУ ИМ. С.И. ДЕЖНЁВА»**

**Жаров Алексей Валерьевич**

к.т.н., доцент

**Рыбаков Максим Романович**

студент

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет  
водного транспорта»

**Аннотация:** в статье рассматривается разработка современного информационного веб-сайта для СП СПО «НКРУ им. С.И. Дежнёва» как важного инструмента цифровизации образовательной среды. Проведён анализ существующих веб-ресурсов образовательных организаций и выявлены их ограничения, связанные с отсутствием адаптивности, устаревшими интерфейсными решениями и недостаточной структурированностью представляемых данных. Обоснована необходимость создания единого информационного ресурса, обеспечивающего доступ к актуальным сведениям об образовательной организации, учебных программах, расписании занятий и контактной информации. Предложен подход к разработке сайта, основанный на использовании современных веб-технологий, модульной архитектуры и принципов удобства пользовательского взаимодействия. Описаны ключевые элементы структуры сайта, особенности реализации интерфейса и логики работы отдельных модулей. Показана практическая значимость разработки, заключающаяся в повышении доступности информации, улучшении качества коммуникации между пользователями и образовательной организацией, а также создании основы для дальнейшего развития цифровых сервисов.

**Ключевые слова:** веб-сайт, образовательная организация, цифровизация, информационная система, адаптивная вёрстка, архитектура веб-приложения.

**CREATING AN INFORMATION SITE  
FOR NOVOSIBIRSK COMMAND RIVER  
SCHOOL NAMED AFTER S.I. DEZHNEV**

**Rybakov Maxim Romanovich**  
**Zharov Alexey Valerievich**

**Abstract:** The article discusses the development of a modern information website for the S.I. Dezhnev National College of Russia as an important tool for digitalizing the educational environment. The article analyzes the existing web resources of educational organizations and identifies their limitations, such as lack of adaptability, outdated interface solutions, and insufficient structuring of the presented data. The article substantiates the need for a unified information resource that provides access to up-to-date information about the educational organization, its curricula, class schedules, and contact information. A website development approach based on the use of modern web technologies, modular architecture, and user-friendliness principles is proposed. The key elements of the website structure, interface implementation features, and logic of individual modules are described. The practical significance of the development, which lies in increasing the accessibility of information, is shown.

**Key words:** website, educational organization, digitalization, information system, adaptive layout, web application architecture.

Современные образовательные организации функционируют в условиях активного развития цифровых технологий, что требует постоянного совершенствования информационных ресурсов. Официальный сайт является ключевым инструментом коммуникации между учебным заведением и его целевой аудиторией, включая абитуриентов, курсантов, преподавателей и внешние организации. Он обеспечивает доступ к сведениям об образовательной деятельности, учебных программах, расписанию занятий, контактной информации и другим важным данным. СП СПО «НКРУ им. С.И. Дежнёва» является значимым образовательным учреждением, осуществляющим подготовку специалистов для речного флота, однако отсутствие современного информационного сайта приводит к снижению доступности данных, усложняет процесс получения информации и не соответствует современным требованиям цифровой среды. Это определяет необходимость разработки нового веб-ресурса, который будет отвечать требованиям удобства, адаптивности, структурированности и нормативного регулирования.

Разрабатываемый сайт имеет модульную архитектуру, обеспечивающую гибкость, масштабируемость и удобство сопровождения. Клиентская часть реализована с использованием HTML5, CSS3 и JavaScript, что позволяет формировать современный интерфейс, обеспечивать интерактивность и корректное отображение на различных устройствах. Серверная часть отвечает за обработку запросов, работу с формами и взаимодействие с базой данных. База данных используется для хранения информации о специальностях, расписании, новостях и других данных, необходимых для функционирования сайта. Общая структура веб-сайта представлена на рисунке 1.

Методы анализа поведения пользователей позволяют выявлять скрытые закономерности и факторы снижения продуктивности [2].

В отличие от существующих решений, разрабатываемая система сочетает анализ цифровой активности и обработку видеоданных с использованием методов компьютерного зрения. Это позволяет получать более точную и объективную оценку трудовой деятельности.

Основные функции системы включают: сбор данных о действиях пользователя; анализ видеопотока с камеры; обработку данных с использованием нейронных сетей; формирование отчетов и аналитики.



Рис. 1. Структура веб-сайта

Особое внимание уделено модулю отображения расписания, который обеспечивает фильтрацию по группам и дням недели, а также модулю сведений об образовательной организации, содержащему структурированные данные в соответствии с требованиями законодательства. Архитектура веб-приложения, включающая клиентскую и серверную части, представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Архитектура веб-приложения**

Структура сайта разработана таким образом, чтобы обеспечить удобство навигации и доступность информации. Главная страница содержит баннер, статистические данные и основные преимущества обучения. Раздел «Об училище» включает историю, миссию, руководство и лицензии. Раздел «Специальности» представляет собой каталог программ обучения с возможностью поиска и фильтрации. Раздел «Новости» содержит актуальные события и публикации, а раздел «Отзывы выпускников» предоставляет возможность ознакомиться с мнениями обучающихся. Раздел «Расписание занятий» включает таблицу с фильтрами по группам, что позволяет пользователю быстро находить необходимую информацию. Логическая схема модулей сайта представлена на рисунке 3.



**Рис. 3. Логическая схема модулей сайта**

Раздел «Контакты» содержит адрес, телефоны, карту и режим работы. Особое место занимает раздел «Сведения об образовательной организации», который включает обязательную информацию, предусмотренную законодательством. Для хранения данных используется реляционная база данных, обеспечивающая структурированное хранение информации о специальностях, расписании, новостях и других элементах сайта. Структура базы данных представлена на рисунке 4.



Рис. 4. Структура базы данных

При разработке сайта применялись современные веб-технологии, обеспечивающие высокую производительность, удобство использования и адаптивность интерфейса. HTML5 используется для структурирования контента, CSS3 — для стилизации и адаптивной вёрстки, JavaScript — для реализации интерактивных элементов и динамического обновления данных. PHP обеспечивает обработку форм и взаимодействие с сервером, а Yandex Maps API используется для отображения карты. Адаптивная вёрстка позволяет корректно отображать сайт на мобильных устройствах, что является важным требованием современного веб-дизайна.

Практическая значимость разработки заключается в повышении доступности информации для абитуриентов и курсантов, улучшении имиджа образовательной организации и обеспечении соответствия требованиям законодательства. Новый сайт упрощает взаимодействие пользователей с учебным заведением, обеспечивает удобный доступ к информации и создаёт основу для дальнейшего развития цифровых сервисов, включая личный кабинет, электронное расписание и систему уведомлений.

В ходе работы был разработан современный информационный сайт СП СПО «НКРУ им. С.И. Дежнёва». Реализованы основные разделы, обеспечена адаптивность и удобство использования. Сайт соответствует требованиям Федерального закона № 273-ФЗ и решает проблему отсутствия единого цифрового ресурса учебного заведения. Разработка имеет практическую значимость и может быть расширена за счёт внедрения дополнительных сервисов.

### Список литературы

1. Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

2. Алексеев А. П. Введение в Web-дизайн. — М.: Солон-Пресс, 2021. — 184 с.
3. Никулин В. В. Разработка серверной части веб-ресурса. — М.: Лань, 2023. — 132 с.
4. Тузовский А. Ф. Проектирование и разработка web-приложений. — М.: Юрайт, 2023. — 220 с.
5. Полуэктова Н. Р. Разработка веб-приложений. — М.: Юрайт, 2024. — 205 с.
6. Никитин Ю. А. Разработка веб-сайта для образовательного учреждения. — Studgen, 2026.
7. Диков А. В. Клиентские технологии веб-программирования: JavaScript и DOM. — М.: Лань, 2020. — 124 с.

© Жаров А.В., Рыбаков М.Р., 2026

## УСТАЛОСТНАЯ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Филиппов Иван Сергеевич**

аспирант

ФГБОУ ВО «Приволжский государственный  
университет путей сообщения»

**Аннотация:** В статье анализируются особенности циклической упруго-пластической работы околошовной зоны сварных стыков в сравнении с работой основного металла элементов пролётногo строения. Показано, что микроструктурные изменения, дефекты и остаточные напряжения в околошовной зоне сварных соединений приводят к различиям в диаграмме «напряжение–деформация» и параметров петель гистерезиса по сравнению с аналогичными показателями для основного металла, что существенно влияет на усталостную долговечность всего узла. Отдельное внимание уделено работе сварного шва и околошовной зоны мостовых конструкций при динамических нагрузках от подвижного состава.

**Ключевые слова:** сварное соединение; металлический мост; динамическая нагрузка; зона термического влияния сварных стыков; циклические напряжения.

## FATIGUE LIFE OF WELDED JOINTS

**Filippov Ivan Sergeevich**

Postgraduate Student

Volga State Transport University

**Abstract:** The article analyzes the features of cyclic elastic-plastic deformation of the near-seam zone of welded joints in comparison with the operation of the base metal of the span structure elements. It is shown that microstructural changes, defects, and residual stresses in the thermal influence zone of welded joints lead to differences in stress-strain diagrams and hysteresis loop parameters compared to similar indicators for the base metal, which significantly affects the fatigue durability of the entire assembly. Special attention is paid to the operation of the weld and the near-welded zone of bridge structures under dynamic loads from rolling stock.

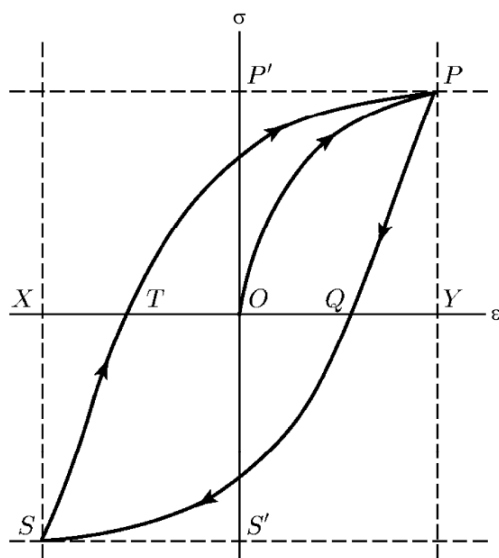
**Key words:** weld joint; metal bridge; dynamic load; heat-affected zone of welded joints; cyclic stresses.

Мониторинг за состоянием сварных соединений играет существенную роль при эксплуатации металлических пролетных строений мостов, поскольку их поведение под воздействием циклической нагрузки во многом определяет долговечность и безопасность сооружений в целом.

Для оценки ресурса сварных соединений важно учитывать напряжения, возникающие в них как под действием статических, так и под действием знакопеременных нагрузок, которые являются характерным результатом взаимодействия транспортных средств с пролетными строениями мостов. Еще в 80-х годах 19 века было экспериментально доказано, что при повторных нагружениях металл разрушается при значительно меньших напряжениях нежели при действии статических или квазистатических нагрузок. Механической характеристикой материала, определяющей его способность работать при многократных циклах переменных напряжений, является предел выносливости (сопротивляемость усталостному разрушению), который соответствует максимальным напряжениям, при которых материал не разрушается при произвольном числе циклов. В случае превышения эксплуатационными напряжениями предела выносливости, в элементах металлической конструкции с течением времени будут образовываться первые микротрещины. Процесс образования трещин при переменных напряжениях связан с накоплением пластических деформаций. В условиях работы мостов эти процессы протекают при многомиллионных циклах знакопеременных и асимметричных нагрузок.

#### **Деформация металла при циклических нагрузках и петли гистерезиса**

Циклическая упруго-пластическая деформация металла описывается графиками зависимости «напряжение–деформация» или «напряжение–число циклов», регистрируемых на основе мало- и многоцикловых испытаний с контролем деформаций или напряжений. При приложении к образцу изменяющейся во времени нагрузки, дальнейшая его разгрузка и повторная нагрузка формируют замкнутые петли гистерезиса, площадь которых пропорциональна энергии, поглощённой материалом за один цикл нагружения. Пример петли гистерезиса представлен на рисунке 1.



**Рис. 1. Петля гистерезиса для циклических напряжений**

Для мягких и конструкционных сталей при малых амплитудах деформаций (когда напряжения не превышают предела текучести  $\sigma_T$ ) площадь петли гистерезиса относительно невелика, а ветви разгрузки и повторного нагружения практически совпадают. Это соответствует преимущественно упругому поведению материала с незначительной долей остаточных деформаций. По мере увеличения амплитуды напряжений, когда они превышают  $\sigma_T$ , в материале возникают пластические деформации, петля гистерезиса расширяется и приобретает асимметричную форму с проявлением эффекта Баушингера. Это соответствует переходу к упруго-пластическому режиму нагружения, при котором энергия рассеивания за цикл (пропорциональная площади петли) возрастает, а усталостная долговечность снижается.

### **Особенности работы околошовной зоны сварного стыка**

В стальных пролетных строениях железнодорожных мостов сварные соединения используются в узлах крепления рёбер жёсткости к стенкам балок, продольных и поперечных балок, ортотропных плит, а также в стыках поясов и стенок балок, что делает их чувствительными к нагрузкам от подвижного состава. Усталостная долговечность таких соединений определяется спектром циклических воздействий от движения поездов, величиной концентрации напряжений в геометрически сложных зонах и состоянием зоны термического влияния сварных стыков (далее – ЗТВ) [1].

ЗТВ представляет собой область основного металла, подвергшуюся нагреву ниже температуры плавления, но достаточно высокому для фазовых и структурных превращений. При сварке низко- и высокопрочных сталей в ЗТВ

формируется изменённая структура вследствие рекристаллизации, перераспределения легирующих элементов и различной скорости охлаждения, что приводит к изменению прочности, твёрдости, пластичности и вязкости по сравнению с основным металлом.

В исследованиях сварных соединений мостовых конструкций из сталей 10ХСНД и 15ХСНД [2] показано, что из-за воздействия температурного поля, неизбежного при сварке, наиболее слабым участком сварного соединения считается зона сплавления основного и наплавляемого металла. Эта зона состоит из частично оплавившихся зерен основного металла и характеризуется значительной химической неоднородностью.

Дальнейшая кристаллизация подплавленных участков может привести к образованию надрывов, связанных с более поздним затвердеванием жидкой фазы, обогащенной легкоплавкими элементами, а высокий уровень внутренних напряжений и деформаций будет способствовать их росту в микро- и макротрещины. Наличие микронадрывов и хрупких фаз, имеющих большую площадь, снижает механические свойства этой зоны и может вызвать необратимое падение ударной вязкости, которое не удастся устранить последующей термообработкой [4].

Дополнительным негативным фактором являются остаточные сварочные напряжения растяжения, возникающие из-за неравномерного нагрева, усадки и структурных изменений металла и достигающие максимальных значений в зоне шва. Максимальные остаточные напряжения действуют в зоне сварного шва, а их величина в ряде случаев может достигать 600 МПа при образовании закалочных структур.

Важным фактором, определяющим долговечность сварного стыка, являются концентраторы напряжений, к которым могут относиться дефекты технологического процесса сварки (шлаковые включения, поры, окислы в наплавляемом металле, трещины, непровары и т.д.). Зоны с такими дефектами представляют собой очаги усталостных разрушений. Под воздействием статической нагрузки такие дефекты шва заметно не снижают прочность, однако при вибрационной становятся опасными, вызывая усталость металла и значительно понижают динамическую прочность.

В совокупности остаточные и эксплуатационные циклические напряжения, а также напряжения, возникающие в области микродефектов в переходной зоне шва и основного металла, приводят к существенному снижению усталостной долговечности сварного соединения.

### **Гистерезис в околошовной зоне и основном металле**

Поведение сварных соединений и основного металла под действием циклической нагрузки демонстрирует очевидные различия в форме и параметрах петель гистерезиса, обусловленные структурной неоднородностью сварного узла. Для цельных металлических элементов, при уровне напряжений незначительно превышающих предел текучести металла, площадь петли гистерезиса невелика, а ветви разгрузки и повторной нагрузки близки к упругой прямой, что соответствует малому уровню накопления необратимых деформаций.

В сварных соединениях, особенно в зоне перехода «шов — околошовная зона — основной металл», локальные напряжения превышают номинальные из-за концентрации напряжений и остаточных сварочных напряжений, что приводит к более раннему переходу в упруго-пластическую область, уширению петли и росту энергии, рассеиваемой за цикл. Остаточные напряжения, действующие в зоне сварного шва, влияют на устойчивость и выносливость элементов конструкций, особенно при циклических нагрузках. Локальные пластические деформации в околошовной зоне приводят к более стремительному увеличению ширины петель гистерезиса по сравнению с однородным участком основного металла при близкой номинальной нагрузке [5].

### **Способы увеличения долговечности сварных стыков**

Для проектирования сварных элементов необходимо применять современные методы расчета и программные комплексы, поскольку недооценка циклических воздействий в зоне шва приводит к снижению требуемой усталостной долговечности несущих элементов конструкции. В российских стандартах для стальных железнодорожных мостов в целях снижения концентрации напряжений и повышения усталостной прочности конструкций, установлены жёсткие требования к точности изготовления, подготовке кромок свариваемых элементов и качеству выполнения заводских и монтажных сварных швов.

Дополнительная обработка околошовной зоны позволяет не только уменьшить локальную концентрацию напряжений, но и существенно снизить остаточные напряжения, что по данным экспериментальных исследований снижает вероятность зарождения микротрещин. При большом количестве циклов нагружения элементов конструкции пролетного строения, снижение уровня локальных напряжений в них приводит к уменьшению площади петель

гистерезиса и, соответственно, к снижению скорости накопления усталостных повреждений в наиболее опасных зонах.

В работах по долговечности сварных соединений мостовых конструкций [3] так же отмечено, что без дополнительной обработки переходной зоны шва, усталостная долговечность таких соединений может быть существенно ниже по сравнению с основным.

### Вывод

При циклических нагружениях элементов металлических конструкций, в частности железнодорожных мостов, поведение участков, находящихся в околошовной зоне сварных стыков, существенно отличается от поведения металлических элементов, что связано со структурными изменениями в околошовной зоне сварного соединения, остаточными сварочными напряжениями и концентрацией напряжений. Эти факторы приводят к изменению параметров петель гистерезиса, увеличению рассеиваемой энергии за цикл в околошовной зоне и снижению усталостной долговечности по сравнению с основным металлом при близких номинальных уровнях внешних напряжений.

В условиях действия циклической нагрузки от подвижного состава на железнодорожных мостах наиболее уязвимыми оказываются зоны перехода от металла шва к основному металлу, где инициируются усталостные трещины, распространяющиеся в основном металле. Повышение усталостной долговечности достигается за счёт оптимизации геометрии швов, применения методов поверхностного пластического деформирования и термомеханической обработки околошовной зоны, а также учёта реальных циклических диаграмм деформирования и параметров петель гистерезиса при расчёте ресурса по деформационным и энергетическим критериям.

### Список литературы

1. Жунев К.О. Усталостная долговечность сварных соединений ребер жесткости в пролетных строениях железнодорожных мостов: автореферат дис. ... кандидата техн. наук: 2.1.8. Новосибирск, 2021. 24 с.
2. Иванайский Е.А. Повышение хладостойкости сварных соединений мостовых конструкций из сталей 10ХСНДА и 15ХСНДА, микролегированных ниобием и ванадием, и разработка технологических основ выполнения монтажных швов: автореферат дис. ... кандидата техн. наук: 05.03.06. Барнаул, 1999. 23 с.

3. Усольцев, А. М. Комплексный подход к обеспечению долговечности сварных пролетных строений железнодорожных мостов / А. М. Усольцев, Е. Г. Попова, М. Ю. Маликов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 3(54). – С. 72-86. – EDN PККВXL.

4. Полетаев, Ю. В. Механизм локального разрушения зоны термического влияния сварных соединений при малоцикловом нагружении / Ю. В. Полетаев // Инженерный вестник Дона. – 2011. – № 4(18). – С. 398-405. – EDN OYESOZ.

5. Галкин А.А., Кабалдин Ю.Г., Мордовина Ю.С., Аносов М.С. Исследование малоциклового усталости зон сварного соединения стали класса прочности Х70. Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия. 2024;67(4):409-416.

© Филиппов И.С.

# СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА

## ДОМЕННАЯ АДАПТАЦИЯ ПРИЗНАКОВЫХ ПРОСТРАНСТВ ДЛЯ ПОВТОРНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ СОГЛАСОВАННОСТИ

Савков Максим Вениаминович

аспирант

СибГУ имени М.Ф. Решетнева

**Аннотация:** Повторная идентификация человека по визуальным данным (Person Re-Identification, Re-ID) демонстрирует высокое качество в контролируемых условиях, однако при переносе обученной модели на данные новой системы видеонаблюдения качество идентификации резко снижается — нередко на 15-25 пп по Rank-1 — вследствие доменного сдвига между признаковыми пространствами исходного и целевого доменов. В работе предложен метод доменной адаптации, основанный на функции циклической согласованности и работающий непосредственно в компактном признаковом пространстве Re-ID ( $d = 512$ ), а не в пространстве пикселей изображений. Модуль адаптации включает два обучаемых нелинейных преобразования, связанных функциями циклической согласованности, тождественности и состязательными потерями, что обеспечивает выравнивание распределений доменов при сохранении идентификационного содержания признаков. Не требуя разметки целевого домена, метод снижает расстояние Фреше между признаковыми распределениями с 28,4 до 11,7. В режиме внутримоменного тестирования на наборах Market-1501 и MSMT17 достигается Rank-1 = 95,4% и 88,1%, mAP = 89,4% и 71,1% соответственно. В режиме кросс-доменного переноса (Market-1501 → MSMT17 без целевых меток) метод обеспечивает Rank-1 = 56,8% и mAP = 28,3%, превосходя CycleGAN-адаптацию на 5,6 пп и 3,7 пп при времени обучения адаптационного компонента, в 14 раз меньшем.

**Ключевые слова:** повторная идентификация человека; доменная адаптация; доменный сдвиг; циклическая согласованность; признаковое пространство; состязательное обучение; перенос без учителя.

## DOMAIN ADAPTATION OF FEATURE SPACES FOR HUMAN RE-IDENTIFICATION BASED ON CYCLIC CONSISTENCY

**Savkov Maksim Veniaminovich**

**Abstract:** Person re-identification from visual data (Person Re-Identification, Re-ID) demonstrates high performance under controlled conditions. However, when transferring a trained model to data from a new video surveillance system, identification performance drops sharply—often by 15-25 rank-1 points—due to a domain shift between the feature spaces of the source and target domains. This paper proposes a domain adaptation method based on the cyclic consistency function and operating directly in the compact Re-ID feature space ( $d = 512$ ), rather than in the image pixel space. The adaptation module includes two trainable nonlinear transformations coupled by cyclic consistency, identity, and adversarial loss functions, which align domain distributions while preserving the identification content of features. Without requiring target domain labeling, the method reduces the Fréchet distance between feature distributions from 28.4 to 11.7. In the within-domain testing mode on the Market-1501 and MSMT17 datasets, it achieves Rank-1 = 95.4% and 88.1%, and mAP = 89.4% and 71.1%, respectively. In the cross-domain transfer mode (Market-1501 → MSMT17 without target labels), the method achieves Rank-1 = 56.8% and mAP = 28.3%, outperforming CycleGAN adaptation by 5.6 and 3.7 points, respectively, with the adaptation component training time 14 times shorter.

**Key words:** human re-identification; domain adaptation; domain shift; cyclic consistency; feature space; adversarial learning; unsupervised transfer.

Введение: Повторная идентификация человека по визуальным данным (Person Re-Identification, Re-ID) предполагает поиск изображений конкретного человека в галерее по изображению-запросу в условиях мультикамерной системы наблюдения [1]. Современные методы Re-ID на основе глубокого обучения демонстрируют высокое качество в контролируемых условиях: Rank-1 на наборе Market-1501 достигает 95–96% для лучших архитектур [2, 3]. Однако при переносе обученной модели на данные другой системы видеонаблюдения качество идентификации резко падает — нередко на 15-25 пп по Rank-1.

Причиной является эффект доменного сдвига: статистические характеристики признаков пространств исходного (source) и целевого (target) доменов значительно расходятся вследствие различий в характеристиках камер, условиях освещения, разрешении изображений и

плотности потока людей. Обученная модель усваивает специфику конкретной системы наблюдения и плохо обобщается на новые условия. Разрыв Rank-1 между наборами Market-1501 и MSMT17 для стандартных CNN-методов составляет 25-30 пп, для трансформерных — 10-12 пп [4].

Существующие подходы к доменной адаптации в задаче Re-ID сводятся к трём классам. Адаптация на уровне изображений (CycleGAN и его варианты) переводит изображения из исходного домена в целевой с сохранением идентификационной информации, однако требует обучения объёмных генеративных моделей и нестабильна при значительном доменном разрыве. Адаптация через псевдо-метки применяет кластеризацию признаков целевого домена для генерации псевдо-разметки и дообучения модели, но чувствительна к качеству кластеризации. Адаптация на уровне признакового пространства посредством функции согласованности работает непосредственно с признаковыми векторами Re-ID и не требует явной генерации изображений.

В настоящей работе предлагается метод доменной адаптации на уровне признакового пространства Re-ID, основанный на функции циклической согласованности. В отличие от CycleGAN, работающего в пространстве пикселей, предложенный метод применяет принцип цикличности к компактным признаковым векторам, что снижает вычислительную стоимость адаптации в 14 раз и повышает устойчивость обучения.

Метод доменной адаптации признаковых пространств. Постановка задачи. Пусть  $S = \{(x_s, y_s)\}$  — исходный домен с размеченными изображениями людей,  $T = \{x_t\}$  — целевой домен без разметки. Базовая Re-ID-модель  $E : X \rightarrow \mathbb{R}^d$  обучается на  $S$  и извлекает признаковый вектор  $f = E(x) \in \mathbb{R}^d$  ( $d = 512$ ). Цель доменной адаптации — найти преобразование пространства признаков исходного домена, при котором расстояние между распределениями  $P_s(f)$  и  $P_t(f)$  минимизируется, а идентификационная информация в признаках сохраняется.

Ключевое ограничение задачи состоит в отсутствии разметки целевого домена: для  $T$  неизвестны ни идентификаторы личностей, ни количество уникальных личностей. Тем самым стандартные подходы контролируемого переноса знаний неприменимы.

Архитектура модуля доменной адаптации. Предлагаемый модуль доменной адаптации (DA) включает два обучаемых нелинейных преобразования:  $G_{\text{feat}} : \mathbb{R}^{d_s} \rightarrow \mathbb{R}^{d_t}$  переводит признаки из исходного домена в целевой,  $F_{\text{feat}} : \mathbb{R}^{d_t} \rightarrow \mathbb{R}^{d_s}$  выполняет обратное преобразование. Оба

преобразования реализованы как однослойные полносвязные сети с нормализацией по батчу и активацией GELU. Намеренное ограничение глубины одним слоем (в отличие от глубоких многослойных перцептронов) снижает ёмкость модели адаптации, уменьшая риск потери идентификационной информации при преобразовании и обеспечивая устойчивость совместного обучения.

Функция циклической согласованности. Принцип цикличности гласит: если признак  $f_s$  исходного домена перевести в целевой домен и вернуть обратно, должен восстановиться исходный признак. Аналогично — для признаков целевого домена. Это позволяет обучать преобразования  $G\_feat$  и  $F\_feat$  в отсутствие попарной разметки соответствий между доменами. Функция циклической согласованности:

$$L\_cyc = E_{\{f_s \sim P_s\}} [\|F\_feat(G\_feat(f_s)) - f_s\|_1] + E_{\{f_t \sim P_t\}} [\|G\_feat(F\_feat(f_t)) - f_t\|_1].$$

Норма  $L_1$  выбрана вместо  $L_2$  как менее чувствительная к выбросам в признаковом пространстве. Применение нормы  $L_1$  также способствует разреженности остаточных ошибок, что эмпирически улучшает качество адаптации на MSMT17 на 0,4 пп mAP по сравнению с  $L_2$ .

Функция сохранения идентификационной информации. Функция цикличности  $L\_cyc$  обеспечивает обратимость преобразований, однако не гарантирует явного сохранения идентификационного содержания признаков. Для предотвращения коллапса — ситуации, когда  $G\_feat$  отображает все признаки в одну точку целевого пространства, — вводится функция идентичности на признаковом уровне:

$$L\_id\_feat = E_{\{f_t \sim P_t\}} [\|G\_feat(f_t) - f_t\|_1] + E_{\{f_s \sim P_s\}} [\|F\_feat(f_s) - f_s\|_1].$$

Эта функция штрафует преобразование  $G\_feat$  за изменение признаков, которые уже принадлежат целевому домену, вынуждая преобразование оставаться близким к тождественному вблизи целевого распределения. Указанный приём аналогичен identity loss в CycleGAN [4], адаптированному к признаковому пространству.

Дискриминаторы и состязательная составляющая. Для более точного выравнивания распределений вводятся два дискриминатора:  $D_s$  и  $D_t$ . Дискриминатор  $D_t$  обучается отличать истинные признаки целевого домена  $f_t$  от синтетических  $G\_feat(f_s)$ . Дискриминатор  $D_s$  — истинные признаки исходного домена  $f_s$  от синтетических  $F\_feat(f_t)$ . Функция состязательных потерь для преобразования  $G\_feat$ :

$$L\_GAN(G\_feat, D_t) = E_{\{f_t\}} [\log D_t(f_t)] + E_{\{f_s\}} [\log(1 - D_t(G\_feat(f_s)))].$$

Суммарная функция потерь модуля доменной адаптации:

$L_{DA} = L_{GAN}(G_{feat}, D_t) + L_{GAN}(F_{feat}, D_s) + \lambda_c \cdot L_{cyc} + \lambda_i \cdot L_{id\_feat}$ , где  $\lambda_c = 10$  и  $\lambda_i = 5$  — веса, подобранные абляционным исследованием. Большее значение  $\lambda_c$  относительно  $\lambda_i$  объясняется приоритетом обратимости над тождественностью: цикличность критична для предотвращения режима коллапса, тогда как тождественность дополнительно уточняет поведение вблизи целевого распределения.

Интеграция с конвейером Re-ID. Модуль DA встраивается в конвейер Re-ID следующим образом. На этапе обучения энкодер E обучается совместно с потерями Re-ID (перекрёстная энтропия по идентификаторам  $L_{ID}$  и триплетная потеря  $L_{triplet}$ ) на размеченных данных исходного домена S, а модуль DA — на признаках обоих доменов без разметки целевого. Суммарная функция потерь системы:

$$L_{total} = L_{ID} + \lambda_t \cdot L_{triplet} + \lambda_{da} \cdot L_{DA}, \quad \lambda_t = 1,0, \quad \lambda_{da} = 0,3.$$

На этапе тестирования признаки запроса и галереи из целевого домена T проходят через  $G_{feat}$  для приведения к единому признаковому пространству перед вычислением расстояний. Адаптация выполняется непосредственно в пространстве d-мерных признаковых векторов ( $d = 512$ ), а не в пространстве изображений ( $3 \times H \times W$ ), что существенно снижает размерность объекта преобразования: типичный признаковый вектор имеет 512 измерений против  $3 \times 256 \times 128 = 98\,304$  для пиксельного представления. В результате время обучения модуля DA составляет 4–7 минут на RTX 3090 против 90–120 минут для CycleGAN-адаптации на тех же данных.

Экспериментальная оценка. Условия экспериментов: оценка проводилась в трёх режимах. В режиме внутридоменного тестирования модель обучалась и тестировалась на одном наборе данных (Market-1501 [4] или MSMT17) по стандартному протоколу разбиения. В режиме кросс-доменного переноса модель обучалась целиком на Market-1501 и тестировалась на MSMT17 без каких-либо целевых меток. В режиме несупервизированной адаптации к целевому домену модуль DA дообучался на признаках MSMT17 без разметки. Набор Market-1501 содержит 32 668 изображений 1 501 личности (6 камер), MSMT17 — 126 441 изображение 4 101 личности (15 камер, различные условия освещения и время суток). Базовая архитектура — ResNet-50 с Bag of Tricks [3]. Программная среда: Python 3.10, PyTorch 2.0.1, CUDA 11.8, GPU NVIDIA RTX 3090.

Результаты внутридоменного тестирования. При внутридоменном тестировании предлагаемый метод доменной адаптации вносит прирост на

обоих наборах данных даже без явного межсистемного переноса — за счёт выравнивания статистик признаков внутри набора данных (между тренировочными и тестовыми разбиениями). На Market-1501 полная система с модулем DA достигает Rank-1 = 95,4%, mAP = 89,4%, mINP = 46,7% против 94,5% / 85,9% / 42,1% у базовой модели без адаптации. На MSMT17 прирост более выражен: Rank-1 = 88,1% и mAP = 71,1% против 83,7% / 66,2% у базовой модели, что соответствует +4,4 пп Rank-1 и +4,9 пп mAP. Большая эффективность DA на MSMT17 согласуется с природой набора: 15 камер с принципиально различными характеристиками порождают существенный внутренний доменный сдвиг даже в рамках одного набора данных.

Результаты кросс-доменного переноса. Режим кросс-доменного переноса (обучение на Market-1501, тестирование на MSMT17 без целевых меток) является наиболее практически значимым, так как отражает сценарий реального развёртывания системы наблюдения. В данном режиме базовая модель без адаптации достигает Rank-1 = 42,3% и mAP = 19,8% — результат существенно хуже внутримоделного тестирования, что подтверждает наличие значительного межсистемного доменного сдвига.

Применение модуля DA с функцией циклической согласованности без разметки целевого домена повышает Rank-1 до 56,8% (+14,5 пп) и mAP до 28,3% (+8,5 пп). Для сравнения: метод адаптации на уровне изображений CycleGAN [5] в аналогичном режиме достигает Rank-1 = 51,2% и mAP = 24,6%, что ниже предложенного метода на 5,6 пп и 3,7 пп соответственно, тогда как время обучения адаптационного компонента у CycleGAN в 14 раз больше. Метод адаптации через псевдо-метки достигает Rank-1 = 60,1%, однако требует итеративной кластеризации признаков целевого домена, существенно усложняя конвейер развёртывания.

Статистическая значимость преимущества над CycleGAN-адаптацией подтверждена критерием Вилкоксона ( $p < 0,01$ ) на пяти независимых запусках с различными инициализациями. Выигрыш объясняется тем, что адаптация в компактном признаковом пространстве (512 измерений) значительно более стабильна, чем в пространстве пикселей: градиентный сигнал не размывается по высокоразмерному пиксельному представлению и напрямую воздействует на идентификационно значимые компоненты признаков.

Абляционный анализ компонентов функции потерь. Абляционное исследование по компонентам функции  $L_{DA}$  проводилось в режиме кросс-доменного переноса Market-1501 → MSMT17. При использовании только состязательной составляющей  $L_{GAN}$  (без  $L_{cyc}$  и  $L_{id\_feat}$ ) модель

достигает Rank-1 = 48,7% / mAP = 22,1% — прирост над базовой линией есть, однако наблюдается нестабильность обучения в 2 из 5 запусков (коллапс дискриминатора). Добавление функции циклической согласованности  $L_{\text{cyc}}$  стабилизирует обучение и повышает результат до Rank-1 = 54,1% / mAP = 26,8%. Дополнительное включение функции тождественности  $L_{\text{id\_feat}}$  обеспечивает итоговый результат 56,8% / 28,3%. Тем самым вклад каждого компонента строго положителен:  $L_{\text{cyc}}$  добавляет +5,4 пп Rank-1,  $L_{\text{id\_feat}}$  — ещё +2,7 пп.

Исследование чувствительности к весовым коэффициентам  $\lambda_{\text{c}}$  и  $\lambda_{\text{i}}$  показало, что модель устойчива в диапазоне  $\lambda_{\text{c}} \in [7, 13]$  и  $\lambda_{\text{i}} \in [3, 7]$ : разброс Rank-1 в данных диапазонах не превышает 0,8 пп. При  $\lambda_{\text{c}} < 5$  обучение теряет устойчивость, при  $\lambda_{\text{c}} > 15$  преобразование  $G_{\text{feat}}$  вырождается в тождественное, и состязательная составляющая не оказывает эффекта.

Анализ признакового пространства. Визуализация признаковых пространств методом t-SNE (рис. 1, в работе не приводится ввиду ограничений объёма) демонстрирует следующее. Без адаптации признаки исходного и целевого доменов образуют два хорошо разделённых кластера, что соответствует значительному доменному разрыву. После применения модуля DA распределения двух доменов существенно перекрываются при сохранении внутрикластерной структуры по идентификаторам. Количественно это выражается в снижении расстояния Фреше между признаковыми распределениями (FD) с 28,4 до 11,7 после адаптации. Для сравнения: CycleGAN-адаптация снижает FD до 14,2, что хуже предложенного метода, несмотря на явную пиксельную трансляцию изображений.

Заключение: в работе предложен и экспериментально обоснован метод доменной адаптации признаковых пространств для задачи повторной идентификации человека на основе функции циклической согласованности. Ключевым отличием от ранее известных методов является работа непосредственно в компактном признаковом пространстве Re-ID ( $d = 512$ ) вместо пространства изображений, что обеспечивает стабильность обучения и снижает вычислительную стоимость адаптационного компонента в 14 раз по сравнению с CycleGAN.

В режиме внутримодечного тестирования метод обеспечивает Rank-1 = 95,4% / 88,1% и mAP = 89,4% / 71,1% на наборах Market-1501 / MSMT17 соответственно. В наиболее практически значимом режиме кросс-доменного переноса (Market-1501 → MSMT17 без целевых меток) достигается Rank-1 = 56,8% и mAP = 28,3%, что превышает результаты CycleGAN-адаптации на 5,6

пп и 3,7 пп. Абляционный анализ подтвердил положительный вклад каждого из трёх компонентов функции потерь:  $L_{GAN}$ ,  $L_{сус}$  и  $L_{id\_feat}$ .

Перспективным направлением является расширение метода на многоисточниковую адаптацию (несколько исходных доменов) и исследование совместного обучения модуля ДА с другими компонентами конвейера Re-ID – неконтролируемой сегментацией и семантическими признаками.

### Список литературы

1. Ye M., Shen J., Lin G., Xiang T., Shao L., Hoi S. C. H. Deep Learning for Person Re-Identification: A Survey and Outlook // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2022. Vol. 44, No. 6. P. 2872–2893. URL: <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2021.3054775> (дата обращения 15.01.2026).

2. Nguyen V. D., Mirza S., Zakeri A., et al. Tackling Domain Shifts in Person Re-Identification: A Survey and Analysis // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW). Seattle, USA, 17–21 June. 2024. P. 4149–4159. URL: [https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2024W/CLVISION/html/Nguyen\\_Tackling\\_Domain\\_Shifts\\_in\\_Person\\_Re-Identification\\_A\\_Survey\\_and\\_Analysis\\_CVPRW\\_2024\\_paper.html](https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2024W/CLVISION/html/Nguyen_Tackling_Domain_Shifts_in_Person_Re-Identification_A_Survey_and_Analysis_CVPRW_2024_paper.html) (дата обращения 15.01.2026).

3. Luo H., Gu Y., Liao X., Lai S., Jiang W. Bag of Tricks and a Strong Baseline for Deep Person Re-Identification // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW). Long Beach, USA, 16–20 June. 2019. P. 1487–1495. URL: [https://openaccess.thecvf.com/content\\_CVPRW\\_2019/html/TRMTMCT/Luo\\_Bag\\_of\\_Tricks\\_and\\_a\\_Strong\\_Baseline\\_for\\_Deep\\_Person\\_CVPRW\\_2019\\_paper.html](https://openaccess.thecvf.com/content_CVPRW_2019/html/TRMTMCT/Luo_Bag_of_Tricks_and_a_Strong_Baseline_for_Deep_Person_CVPRW_2019_paper.html) (дата обращения 15.01.2026).

4. Zheng L., Shen L., Tian L., Wang S., Wang J., Tian Q. Scalable Person Re-Identification: A Benchmark // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). Santiago, Chile, 7–13 December. 2015. P. 1116–1124. URL: [https://openaccess.thecvf.com/content\\_iccv\\_2015/html/Zheng\\_Scalable\\_Person\\_Re-Identification\\_ICCV\\_2015\\_paper.html](https://openaccess.thecvf.com/content_iccv_2015/html/Zheng_Scalable_Person_Re-Identification_ICCV_2015_paper.html) (дата обращения 15.01.2026).

© Савков М.В., 2026

**TRUSTCHAIN ADMISSION CONTROLLER: ДОМЕННО-ЗАВИСИМЫЙ  
ДОПУСК КОНТЕЙНЕРНЫХ АРТЕФАКТОВ НА ОСНОВЕ  
ПРОВЕРЯЕМЫХ СВИДЕТЕЛЬСТВ**

**Шерихов Александр Владимирович**

магистрант

**Гродзенский Яков Сергеевич**

кандидат технических наук, доцент

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Аннотация:** В статье представлен TrustChain Admission Controller (ТСА) как прикладной механизм доменно-зависимого допуска контейнерных программных артефактов в защищённой цепочке непрерывной интеграции и поставки гибридной облачной среды. Предлагаемый подход рассматривает спецификацию состава программного обеспечения (SBOM), провенанс, криптографическую подпись, отчёт анализа уязвимостей и результаты проверки политик не как разрозненные проверки, а как пакет проверяемых свидетельств, на основе которого формируется воспроизводимое решение о допуске или отказе в допуске. Внутренняя логика ТСА основана на формализованной модели Admission(A, d, t), Trust(A, d, t) и Risk(A, d, t). Показано, что при междоменном переносе доверие к артефакту не переносится автоматически: пакет свидетельств должен повторно проверяться с учётом требований домена-приёмника. Пилотная апробация через сценарии R0 и S1-S4 показывает применимость ТСА для отклонения артефактов при отсутствии обязательных свидетельств, недопустимом уязвимостном профиле и междоменном переносе без повторной верификации; сценарий изменения конвейера уточняет необходимость дополнительных SCM/CI-контролей.

**Ключевые слова:** TrustChain Admission Controller, CI/CD, DevSecOps, контейнерные артефакты, SBOM, провенанс, policy-as-code, admission control, Zero Trust, гибридное облако.

**TRUSTCHAIN ADMISSION CONTROLLER:  
DOMAIN-DEPENDENT ADMISSION OF CONTAINER  
ARTIFACTS BASED ON VERIFIABLE EVIDENCE**

**Sherikhov Aleksandr Vladimirovich**

Master's student

**Grodzensky Yakov Sergeevich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

National Research Nuclear University «MEPhI»

**Abstract:** The paper presents TrustChain Admission Controller (TCA) as an applied mechanism for domain-dependent admission of container software artifacts in a secure continuous integration and delivery chain of a hybrid cloud environment. The proposed approach treats a software bill of materials (SBOM), provenance, cryptographic signature, vulnerability analysis report and policy-check results not as isolated checks, but as a verifiable evidence bundle used to produce a reproducible admission or rejection decision. The internal logic of TCA is based on the formal Admission(A,d,t), Trust(A,d,t) and Risk(A,d,t) model. Interdomain transfer is interpreted as a separate trust-boundary event: evidence must be reverified for the target domain instead of being trusted automatically. The pilot evaluation over scenarios R0 and S1-S4 shows that TCA can reject artifacts with missing mandatory evidence, an unacceptable vulnerability profile and interdomain transfer without re-verification; the pipeline-change scenario clarifies the applicability boundary of TCA and the need for additional SCM/CI controls.

**Key words:** TrustChain Admission Controller, CI/CD, DevSecOps, container artifacts, software supply chain, SBOM, provenance, policy-as-code, admission control, Zero Trust, hybrid cloud.

### **Введение**

Современный цикл разработки ПО всё чаще использует такие технические средства как контейнеризация, Kubernetes, и автоматические конвейеры в системах CI/CD. Это ускоряет цикл разработки, но делает цепочку поставки ПО самостоятельным объектом для анализа и защиты.

В цепочке поставок контейнерный этап проходит разные этапы, и переходы между ними требуют перепроверки доверия, потому что каждый этап имеет разный контекст [1, 2].

Для гибридной облачной среды задача усложняется тем, что один и тот же образ может быть допущен для использования в тестовом контуре, но не в

продуктовом. Таким образом, вопрос смещается с универсальной безопасности образа к возможности допуска артефакта в конкретный контур.

Современные подходы к защите цепочки поставки ПО опираются на несколько ключевых видов проверяемых сведений, таких как состав артефакта, происхождение, криптографическую целостность, профиль уязвимостей и так же соответствию политикам безопасности [3-8]. Поодиночке эти сведения являются полезными, но наибольшую ценность они дают, когда соединяются в целостное и воспроизводимое решение о допуске артефакта.

ТСА обеспечивает воспроизводимость решения о допуске благодаря агрегации свидетельств и применению конкретного профиля домена.

### **TrustChain Admission Controller как прикладной механизм**

В этой работе формальная модель допуска артефакта рассматривается через прикладную реализацию — TrustChain Admission Controller (ТСА). Он собирает сведения об артефакте, соотносит их с требованиями принимающего домена и формирует решение о допуске или недопуске.

В основе контроллера лежит научная модель Admission-Trust-Risk.

Данный контроллер выполняет роль точки принятия решений о политике (Policy Decision Point, PDP) согласно ГОСТ [2, 9]. Для этого он использует инструменты генерации SBOM, инструменты для поиска уязвимостей, сверяет подписи артефактов, контролирует GitOps, и политики Kubernetes.

В свою очередь — шлюз CI/CD, Kyverno, ArgoCD, OPA или механизмы контроля доступа в Kubernetes, могут выполнять роль точки выполнения политики (Policy Enforcement Point, PEP) согласно ГОСТ [2, 8-12].

ТСА формирует решение в формате объекта JSON на основе следующих свидетельств: хэш-сумма артефакта, хэш коммита, сведения о домене, сведения о проверке подписи, файла провенанса, отчёта SBOM, отчёта VEX, отчёта сканнера на уязвимости, проверки политик, журналов CI/CD и контекста переноса между доменами (при наличии такого контекста).

Объект состоит из числового значения трех функций Admission, Trust, Risk, причину решения и ссылку на итоговый пакет свидетельств.

Разнесение точек PDP и PEP практически важно, поскольку ТСА соединяет сведения из различных точек в единую картину.

Авторский вклад состоит в разработке и реализации прикладного решения, которое реализует формальный метод допуска или недопуска артефакта на основе доменно-зависимой логики.

Для этого ТСА рассчитывает параметры  $G$ ,  $Trust$ ,  $Risk$ , применяя профиль заданного домена, и затем формирует решение  $Admission$ .

### Внутренняя логика ТСА: $Admission$ , $Trust$ и $Risk$

ТСА построен вокруг функций  $G(A, d, t)$ ,  $Trust(A, d, t)$ ,  $Risk(A, d, t)$ . В этих функциях  $A$  — это контейнерный артефакт (образ),  $d$  — домен применения артефакта,  $t$  — время оценки. Время является обязательным параметром, поскольку условия могут отличаться в разные моменты времени.

Функция  $G(A, d, t)$  проверяет наличие каждого из компонентов свидетельств.

Формально, это можно представить так:

$$G(A, d, t) = Prov(A, d, t) \wedge Sig(A, d, t) \wedge SBOM(A, d, t) \wedge Vul(A, d, t) \wedge Pol(A, d, t) \quad (1)$$

В данном контексте:

1.  $Prov(A, d, t)$  — указывает наличие и валидность провенанса;
2.  $Sig(A, d, t)$  — правильность подписи;
3.  $SBOM(A, d, t)$  — наличие и согласованность SBOM;
4.  $Vul(A, d, t)$  — профиль уязвимостей домена;
5.  $Pol(A, d, t)$  — соответствие активным политикам безопасности.

Каждое условие является обязательным. Если хотя бы одно не выполнено — шлюз формирует отказ.

При успешном прохождении шлюза, далее оценивается качество доказательной базы с помощью функции  $Trust$ . Категории свидетельств пересекаются между  $G$  и  $Trust$ , но они интерпретируются по-разному.

Функция  $Trust(A, d, t)$  проверяет следующее:

1. Происхождение артефакта (провенанс) —  $P$ ;
2. Криптографическая целостность —  $S$ ;
3. Прозрачность SBOM —  $B$ ;
4. Профиль уязвимостей —  $V$ ;
5. Эксплуатационная пригодность —  $O$ ;

Формально мы можем записать функцию  $Trust$  следующим образом:

$$Trust(A, d, t) = w_P \cdot P(A, d, t) + w_S \cdot S(A, d, t) + w_B \cdot B(A, d, t) + w_V \cdot V(A, d, t) + w_O \cdot O(A, d, t), \quad (2)$$

$$w_P, w_S, w_B, w_V, w_O \geq 0, w_P + w_S + w_B + w_V + w_O = 1$$

Риск оценивается согласно заданным сценариям, так функция  $Risk(A, d, t)$  не сводится к простому пересчёту количества применимых CVE.

Сценарный подход предполагает оценку применимости конкретной уязвимости, оценку экспозиции сервиса, определение целевого домена, оценку качества компенсирующих мер (митигация), и оценку потенциальных последствий (например, отказ в обслуживании, локальное повышение привилегий, удаленное выполнение кода).

Оценка риска  $Risk(A, d, t)$  строится сценарно. Она не сводится к механическому подсчёту CVE. Важны применимость уязвимости, экспозиция сервиса, домен, качество компенсирующих мер и критичность последствий [13]. Поэтому артефакт с одинаковым составом может получить разные решения в test и prod-on-prem.

Формально, ТСА принимает решение допустить артефакт, если выполняется следующее правило:

$$Admission(A, d, t) = \begin{cases} allow, & \text{если } G(A, d, t) = 1 \wedge Risk(A, d, t) \leq \theta_R(d) \wedge Trust(A, d, t) \geq \theta_T(d) \\ deny, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (3)$$

Если условия не выполняются, то выдается отказ (deny).

Для тонкой настройки предназначены пороги  $\theta_T(d)$  и  $\theta_R(d)$ , которые позволяют настроить механизм сообразно целевой среде. Например, для тестовой среды сделать его менее жестким, а для продуктовой — более строгим.

Таким образом, мы видим, что  $G$  фактически выступает бинарным шлюзом и быстро определяет, возможна ли оценка или нет. Функция  $Trust$  оценивает качество и целостность доказательной базы, а функция  $Risk$  определяет, насколько допустим уровень риска для конкретного домена.

### Архитектурный поток решения

На рис. 1 показана наглядная схема работы прикладного решения. Здесь акцент сделан на инженерной реализации продукта. ТСА принимает пакет свидетельств и выполняет роль точки принятия решений о политике (PDP). Результат передается далее в точку исполнения политики (PEP) [2, 9].

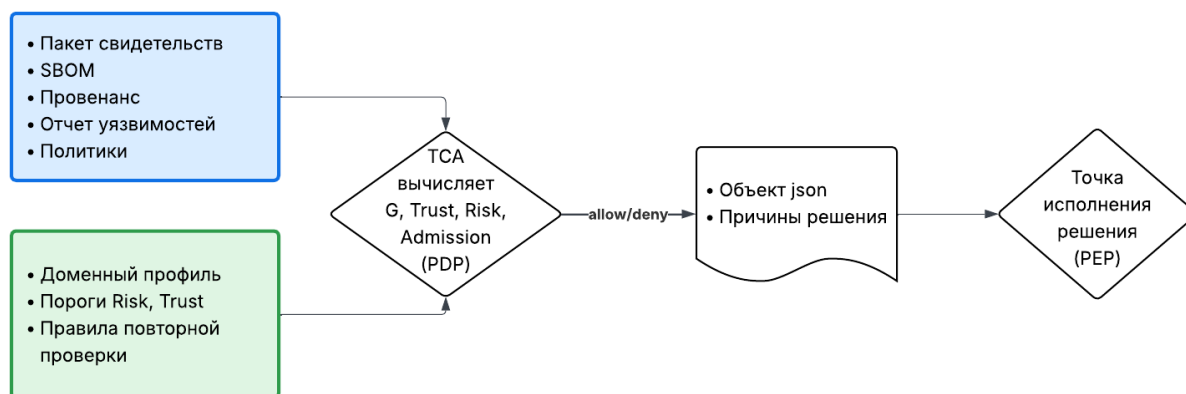


Рис. 1. Прикладная схема работы ТСА

### Междоменный перенос и повторная проверка

Ключевая особенность гибридной среды состоит в том, что артефакт движется между доменами. При таком движении меняются требования к доказательствам и допустимому риску. Поэтому доверие к артефакту не должно автоматически переноситься вместе с ним [2]. Успешная проверка в prod-cloud не означает автоматический допуск в prod-on-prem или в более строгий контур.

В ТСА этот принцип реализуется через повторную верификацию на границе доверия. При переносе между доменами проверяются подпись, провенанс, SBOM/VEX, результаты анализа уязвимостей, политики и сам факт согласованности пакета свидетельств с текущим `artifact_digest`. После этого заново рассчитываются  $Trust(A, d, t)$ ,  $Risk(A, d, t)$  и  $Admission(A, d, t)$ .

Иными словами, ранее принятое положительное решение в менее строгом домене не является достаточным основанием для допуска артефакта в домен с более высокими требованиями. При междоменном переносе требуется повторная проверка состава, происхождения, подписи, результатов анализа уязвимостей и применимых политик.

### Сценарии экспериментальной проверки

Для краткой прикладной проверки использованы контрольный сценарий R0 и четыре негативных сценария S1-S4. Они не исчерпывают все возможные атаки на цепочку поставки, но покрывают основные ситуации, влияющие на решение ТСА: штатный релиз, изменение конвейера, отсутствие обязательных свидетельств, недопустимый риск и междоменный перенос без повторной проверки.

Смысл сценариев удобно разделить на две группы. S1 и S2 проверяют локальные барьеры и обязательность пакета свидетельств. S3 и S4 показывают собственный вклад доменно-зависимой модели: решение зависит не только от факта проверки, но и от риска, домена, порогов и повторной верификации.

Таблица 1

Сценарии экспериментальной проверки ТСА

Сценарий	Проверяемое нарушение	Ожидаемая реакция ТСА	Смысл для модели
R0	Штатный релиз без преднамеренного нарушения.	$Admission(A, d, t)=allow$ при валидном пакет свидетельств и приемлемом риске.	Проверяет, что ТСА не создаёт ложную блокировку.
S1	Вредоносное изменение CI/CD-конвейера или манифеста.	Факт должен быть трассируемым; для ранней блокировки нужны дополнительные SCM/CI-контроли.	Показывает границу применимости: ТСА оценивает артефакт, но не заменяет весь контроль SCM/CI.
S2	Неподписанный или неаттестованный артефакт.	$G(A, d, t)=0$ ; итоговое решение deny.	Проверяет обязательность подписи и провенанса.
S3	Критичная уязвимость или недопустимый уязвимостный профиль.	$Risk(A, d, t)>\theta_R(d)$ ; итоговое решение deny.	Показывает доменно-зависимую интерпретацию риска.
S4	Междоменный перенос без повторной верификации.	Требуется повторный расчёт Trust/Risk/Admission; без него перенос отклоняется.	Проверяет, что доверие не переносится автоматически.

## Результаты и обсуждение

Пилотная апробация показывает, что прикладная ценность ТСА проявляется в ситуациях, где решение о допуске должно приниматься не по одной проверке, а на основании согласованного пакета свидетельств. В целевом состоянии ТСА связывает `artifact_digest`, подпись, провенанс, SBOM, отчёт анализа уязвимостей, результаты политик и доменный профиль в единый объект решения `decision.json`. Это делает решение воспроизводимым, объяснимым и пригодным для последующего аудита.

В контрольном сценарии R0 при валидном пакете свидетельств и приемлемом уровне риска формируется  $Admission(A, d, t)=allow$ , что подтверждает отсутствие ложной блокировки штатного релиза. В сценариях S2-S4 в целевом состоянии формируется  $Admission(A, d, t)=deny$ : отсутствие подписи или провенанса нарушает обязательный шлюз  $G(A, d, t)$ , недопустимый уязвимостный профиль превышает доменный порог риска, а междоменный перенос без повторной проверки отклоняется как недостаточно подтверждённый. В серии из пяти повторений по каждому из сценариев S2-S4 блокирующий результат был получен во всех попытках.

Сценарий S1 требует отдельной интерпретации. Он относится к изменению управляющего слоя SCM/CI до формирования итогового пакета свидетельств. Поэтому ТСА не должен рассматриваться как единственный механизм защиты от такого сценария. Его результат показывает границу применимости модели допуска и необходимость дополнительных мер управления изменениями конвейера: защищённых ветвей, обязательного ревью конфигурации CI/CD, CODEOWNERS, подписанных коммитов и отдельных политик изменения конвейера.

Следовательно, ТСА не является универсальным механизмом защиты всего контура разработки. Его область ответственности ограничена оценкой допустимости сформированного артефакта и связанного с ним пакета свидетельств; контроль изменений SCM/CI требует отдельного набора организационно-технических мер.

В совокупности результаты показывают, что ТСА полезен именно как слой принятия решения о допуске артефакта: он повышает объяснимость и воспроизводимость решения, но не подменяет контроль исходного кода, конфигурации конвейера и процедур управления изменениями.

## Заключение

Представленный механизм ТСА переводит результаты разрозненных проверок цепочки поставки в воспроизводимое доменно-зависимое решение о

допустимости контейнерного артефакта. Основное отличие предложенного подхода состоит в том, что решение принимается не только по факту наличия подписи, спецификации состава или отчёта сканирования, а по совокупности обязательных свидетельств, их качества, доменного риска и правил повторной проверки при междоменном переносе.

Внутренняя логика ТСА основана на связке  $G(A, d, t)$ ,  $Trust(A, d, t)$ ,  $Risk(A, d, t)$  и  $Admission(A, d, t)$ . Благодаря этому результаты отдельных инструментов — SBOM, провенанс, подпись, сканирование и policy-as-code — не остаются разрозненными фактами, а преобразуются в единое, объяснимое и журналируемое решение о допустимости артефакта.

Практическое значение ТСА состоит в возможности встроить его в существующий DevSecOps-контур как слой принятия решений. При этом исполнение решения может выполняться внешними компонентами: CI/CD-шлюзами, GitOps-контуром, Kyverno, OPA или Kubernetes admission-механизмами [1, 8, 10-12]. Дальнейшее развитие связано с промышленной реализацией admission webhook, автоматизацией VEX-контуров, повторной оценкой ранее допущенных артефактов и усилением SCM/CI-контролей.

### Список литературы

1. OWASP Foundation. OWASP Top 10 CI/CD Security Risks. Version 1.0. OWASP Foundation, 2022.
2. Rose S., Borchert O., Mitchell S., Connelly S. Zero Trust Architecture: NIST Special Publication 800-207. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2020. DOI: 10.6028/NIST.SP.800-207.
3. OpenSSF. Supply-chain Levels for Software Artifacts (SLSA) Specification. Version 1.2. Open Source Security Foundation, 2026.
4. ECMA-424:2025. CycloneDX Bill of Materials Specification. 2nd ed. Geneva: Ecma International, 2025.
5. OpenVEX Project. OpenVEX Specification. Version 0.2.0. OpenVEX Project, 2023.
6. Newman Z., Meyers J. S., Torres-Arias S. Sigstore: Software Signing for Everybody // Proceedings of the 2022 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. New York: Association for Computing Machinery, 2022. P. 2353-2367. DOI: 10.1145/3548606.3560596.
7. Torres-Arias S., Afzali H., Kuppusamy T. K., Curtmola R., Cappos J. in-toto: Providing Farm-to-Table Guarantees for Bits and Bytes // Proceedings of the

28th USENIX Security Symposium. Berkeley: USENIX Association, 2019. P. 1393-1410. DOI: 10.5555/3361338.3361435.

8. Open Policy Agent Authors. Open Policy Agent Documentation: Policy Language. Official documentation. Open Policy Agent, 2026.

9. ГОСТ Р 59383-2021. Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности. Основы управления доступом. М.: Стандартинформ, 2021. Введ. 2021-11-30.

10. Kubernetes Authors. Kubernetes Documentation: Dynamic Admission Control. Official documentation. Kubernetes, 2026.

11. Kyverno Authors. Kyverno Documentation: ImageValidatingPolicy. Official documentation. Kyverno Project, 2026.

12. Argo Project Authors. Argo CD Documentation: Declarative GitOps CD for Kubernetes. Official documentation. The Argo Project, 2026.

13. ISO/IEC 27005:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection — Guidance on managing information security risks. Geneva: International Organization for Standardization, 2022.

© Шерихов А.В., Гродзенский Я.С., 2026

**СЕКЦИЯ  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

**УСЛОВНАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ И ФОРМУЛА БАЙЕСА:  
ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Грибунов Игорь Олегович  
Лесник Александру Вячеславович  
Беспалов Егор Александрович  
Костин Богдан Денисович**  
студенты  
РТУ МИРЭА

**Аннотация:** Статья посвящена систематическому изложению теории условной вероятности и теоремы Байеса как фундаментального аппарата математической статистики и прикладного анализа данных. Рассматриваются аксиоматическое определение условной вероятности в рамках подхода А.Н. Колмогорова, теорема умножения вероятностей, понятие независимости событий. Подробно излагаются формула полной вероятности и формула Байеса, смысл априорных и апостериорных вероятностей. Анализируется байесовский вывод как метод последовательного обновления знаний при поступлении новых данных. Рассматриваются классические и современные приложения: медицинская диагностика, байесовская фильтрация спама, наивный байесовский классификатор в машинном обучении, байесовские сети и оценка надёжности технических систем.

**Ключевые слова:** условная вероятность, теорема Байеса, формула полной вероятности, априорная вероятность, апостериорная вероятность, байесовский вывод, независимость событий, наивный байесовский классификатор, медицинская диагностика, машинное обучение.

**CONDITIONAL PROBABILITY AND BAYES'S FORMULA:  
THEORY AND APPLICATIONS**

**Gribunov Igor Olegovich  
Lesnik Alexandru Vyacheslavovich  
Bespalov Egor Aleksandrovich  
Kostin Bogdan Denisovich**

**Abstract:** This article provides a systematic exposition of conditional

probability theory and Bayes's theorem as fundamental tools in mathematical statistics and applied data analysis. The article discusses the axiomatic definition of conditional probability within the framework of A.N. Kolmogorov's approach, the probability multiplication theorem, and the concept of independence of events. The total probability formula and Bayes's formula, as well as the meaning of prior and posterior probabilities, are discussed in detail. Bayesian inference is analyzed as a method for sequentially updating knowledge when new data is acquired. Classic and modern applications are considered: medical diagnostics, Bayesian spam filtering, naive Bayesian classifiers in machine learning, Bayesian networks, and reliability assessment of technical systems.

**Key words:** conditional probability, Bayes' theorem, total probability formula, prior probability, posterior probability, Bayesian inference, independence of events, naive Bayesian classifiers, medical diagnostics, machine learning.

## 1. Введение

Понятие условной вероятности является одним из центральных в теории вероятностей: оно отражает тот фундаментальный факт, что наступление одного события способно изменить вероятность другого. В реальных задачах мы почти никогда не наблюдаем события в «чистом» вакууме — нам известен некоторый контекст, предыстория или условие, и именно в этих рамках происходит вычисление вероятности интересующего нас исхода [1, с. 42]. Формула Байеса, выводимая непосредственно из определения условной вероятности, даёт аппарат для «обращения» условной вероятности: зная  $P(B|A)$ ,  $P(A)$  и  $P(B)$ , можно вычислить  $P(A|B)$ . Именно это свойство делает теорему Байеса незаменимым инструментом статистического вывода, машинного обучения и научного познания.

Значимость данной темы определяется её двойственным характером: с одной стороны, это строгий математический аппарат, органично вписанный в аксиоматику Колмогорова [2, с. 34]; с другой — практическая методология, применяемая в медицине, информатике, физике, экономике и технике. Цель настоящей статьи — последовательно изложить математические основы условной вероятности и теоремы Байеса, а затем рассмотреть наиболее важные области их применения.

## 2. Условная вероятность: определение и свойства

Пусть  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  — вероятностное пространство в смысле аксиоматики Колмогорова. Условной вероятностью события  $A$  при условии события  $B$ ,  $P(B)$

$> 0$ , называется величина  $P(A|B) = P(A \cap B) / P(B)$  [2, с. 42]. Геометрически это означает, что мы «сужаем» пространство элементарных исходов до множества  $B$  и рассматриваем вероятность  $A$  внутри этого суженного пространства. Условная вероятность  $P(\cdot|B)$  сама является вероятностной мерой на  $\Omega$ , то есть удовлетворяет всем трём аксиомам Колмогорова [3, с. 58].

Из определения непосредственно следует теорема умножения вероятностей:  $P(A \cap B) = P(A|B) \cdot P(B) = P(B|A) \cdot P(A)$ . В обобщённой форме для  $n$  событий:  $P(A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2|A_1) \cdot P(A_3|A_1 \cap A_2) \cdot \dots \cdot P(A_n|A_1 \cap \dots \cap A_{n-1})$  [1, с. 51]. Эта формула лежит в основе цепных правил вероятности, широко используемых в байесовских сетях и вероятностных графических моделях [4, с. 112].

Два события  $A$  и  $B$  называются независимыми, если  $P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$ , что равносильно  $P(A|B) = P(A)$  при  $P(B) > 0$ . Независимость означает, что информация о наступлении  $B$  не изменяет вероятности  $A$  [1, с. 55]. Следует подчеркнуть, что независимость — это строгое вероятностное понятие, которое не следует отождествлять с несовместностью: два несовместных события ( $A \cap B = \emptyset$ ) при  $P(A) > 0$  и  $P(B) > 0$  являются зависимыми, поскольку  $P(A|B) = 0 \neq P(A)$  [3, с. 61].

### 3. Формула полной вероятности

Пусть события  $H_1, H_2, \dots, H_n$  образуют полную группу несовместных гипотез:  $H_i \cap H_j = \emptyset$  при  $i \neq j$ , и  $\cup H_i = \Omega$ ,  $P(H_i) > 0$  для всех  $i$ . Тогда для любого события  $A$  выполняется формула полной вероятности:  $P(A) = \sum_i P(A|H_i) \cdot P(H_i)$  [1, с. 63]. Смысл формулы состоит в том, что вероятность события  $A$  разбивается на вклады от каждой гипотезы: если  $H_i$  реализовалась (с вероятностью  $P(H_i)$ ), то условная вероятность  $A$  при этой гипотезе равна  $P(A|H_i)$ .

Формула полной вероятности представляет собой закон «когерентного смешения»: если нам известны условные вероятности  $A$  при каждой гипотезе и априорные вероятности гипотез, то безусловная вероятность  $A$  получается как их взвешенная сумма [5, с. 88]. Классический пример — задача о контроле качества продукции:  $n$  цехов производят изделия с разными долями брака, а формула полной вероятности позволяет найти вероятность того, что произвольно выбранное изделие окажется бракованным [1, с. 65].

### 4. Теорема Байеса и байесовский вывод

Теорема Байеса, впервые опубликованная посмертно в 1763 году английским священником Томасом Байесом и обобщённая Пьером-Симоном

Лапласом, позволяет пересчитать вероятности гипотез после наблюдения события  $A$ . Если  $P(A) > 0$ , то для каждой гипотезы  $H_i$ :  $P(H_i|A) = P(A|H_i) \cdot P(H_i) / P(A) = P(A|H_i) \cdot P(H_i) / \sum_j P(A|H_j) \cdot P(H_j)$  [2, с. 48]. Вероятности  $P(H_i)$  называются априорными (до наблюдения  $A$ ), а  $P(H_i|A)$  — апостериорными (после наблюдения  $A$ ).

Содержательный смысл теоремы Байеса: наблюдение события  $A$  является «свидетельством», которое обновляет наши знания о гипотезах. Если  $P(A|H_i)$  велико, то  $H_i$  «хорошо объясняет» наблюдение  $A$ , и её апостериорная вероятность растёт относительно априорной; если  $P(A|H_i)$  мало — убывает [5, с. 94]. Множитель  $P(A|H_i)$  в статистической литературе называется функцией правдоподобия (likelihood), а знаменатель  $P(A)$  — маргинальной вероятностью или нормирующей константой [4, с. 118].

Байесовский вывод (Bayesian inference) — это методология, в которой теорема Байеса применяется последовательно по мере накопления новых данных. Апостериорное распределение после первого наблюдения становится априорным перед вторым наблюдением, и так далее [4, с. 125]. Этот итеративный механизм обновления знаний принципиально отличает байесовскую статистику от классической (частотной): в байесовском подходе вероятность интерпретируется как степень обоснованного доверия к гипотезе, а не как предельная частота в бесконечной серии испытаний [3, с. 74].

## 5. Медицинская диагностика как классическое приложение

Одним из наиболее наглядных и практически значимых приложений теоремы Байеса является медицинская диагностика. Рассмотрим стандартную постановку задачи. Пусть  $H_1$  — «пациент болен»,  $H_2$  — «пациент здоров»,  $P(H_1) = p$  — априорная распространённость болезни в популяции (prevalence). Диагностический тест обладает чувствительностью  $Se = P(T^+|H_1)$  — вероятностью положительного результата у больного, и специфичностью  $Sp = P(T^-|H_2)$  — вероятностью отрицательного результата у здорового [6, с. 312].

По теореме Байеса, апостериорная вероятность болезни при положительном тесте (положительная прогностическая ценность, PPV) равна:  $P(H_1|T^+) = Se \cdot P(H_1) / (Se \cdot P(H_1) + (1 - Sp) \cdot P(H_2))$ . Принципиальный результат состоит в том, что PPV существенно зависит от априорной распространённости болезни  $p$ : при низкой распространённости (редкая болезнь) даже очень точный тест даёт большую долю ложноположительных результатов [6, с. 315]. Например, при  $Se = Sp = 0,99$  и  $p = 0,001$  PPV составляет лишь около 9%, то есть из 100 положительных результатов около 91 окажутся ложными.

Это так называемый «парадокс базовой частоты» (base rate fallacy) — широко известная когнитивная ошибка, при которой интуиция недооценивает роль априорной вероятности, сосредотачиваясь лишь на точности теста [6, с. 318]. Понимание данного эффекта критически важно при массовых скрининговых программах, проверке на редкие генетические заболевания и оценке результатов антидопингового контроля.

## 6. Наивный байесовский классификатор и фильтрация спама

В задачах классификации текстов и фильтрации спама теорема Байеса реализуется в виде наивного байесовского классификатора (NBC). Пусть необходимо классифицировать документ  $d$  с признаками (словами)  $w_1, w_2, \dots, w_n$  как принадлежащий одному из классов  $C \in \{c_1, c_2, \dots\}$ . По теореме Байеса:  $P(C|w_1, \dots, w_n) \propto P(C) \cdot P(w_1, \dots, w_n|C)$  [4, с. 201]. Наивность классификатора состоит в предположении условной независимости признаков при данном классе:  $P(w_1, \dots, w_n|C) = \prod_i P(w_i|C)$ , что радикально упрощает вычисления.

Применительно к фильтрации спама алгоритм работает следующим образом: на обучающей выборке писем для каждого слова оценивается  $P(\text{слово}|\text{спам})$  и  $P(\text{слово}|\text{не спам})$ . При поступлении нового письма его апостериорная вероятность принадлежности к спаму вычисляется по формуле Байеса как произведение правдоподобий отдельных слов, умноженное на априорную долю спама в выборке [4, с. 205]. Несмотря на «наивное» предположение о независимости, NBC демонстрирует высокую точность на практике, быстро обучается и хорошо масштабируется на большие коллекции документов [7, с. 63].

Важной проблемой при реализации NBC является обнуление произведения при встрече неизвестного слова: если  $P(w_i|C) = 0$ , то всё произведение обращается в ноль. Для устранения этого эффекта применяется сглаживание Лапласа (лапласовская поправка): к числителю и знаменателю оценки вероятности прибавляется малая константа  $\alpha > 0$  [4, с. 208]. Это технически реализует байесовский вывод с равномерным априорным распределением Дирихле — тем самым NBC оказывается частным случаем байесовской оценки с конъюгированным априором.

## 7. Байесовские сети и оценка надёжности технических систем

Байесовские сети (байесовские доверительные сети) — это вероятностные графические модели, в которых зависимости между случайными величинами описываются ориентированным ациклическим графом. Каждый узел графа соответствует случайной переменной, а дуги указывают причинно-

следственные связи; условные распределения  $P(X_i|\text{родители}(X_i))$  параметризуют модель совместного распределения всех переменных через цепное правило вероятности [4, с. 245]. Байесовский вывод в такой сети позволяет распространять «свидетельства» — наблюдения отдельных переменных — по всей сети и обновлять апостериорные вероятности всех остальных переменных.

В технических приложениях байесовские сети используются для оценки надёжности и диагностики отказов сложных систем. Классическая задача — определение вероятности отказа системы при наблюдении отдельных симптомов или результатов тестирования компонентов. Байесовский подход позволяет органично сочетать статистические данные об отказах из эксплуатационной истории с экспертными априорными оценками для новых или редко отказывающих компонентов, по которым ещё мало накопленной статистики [4, с. 205].

В эконометрике и финансовом анализе байесовский вывод применяется для оценки параметров регрессионных моделей с учётом априорной информации об их значениях. Байесовская информационная регуляризация (в частности, байесовский аналог гребневой регрессии — *ridge regression*) уменьшает риск переобучения при малых выборках, что имеет большое значение в задачах финансового прогнозирования и оценки кредитных рисков [4, с. 268].

## 8. Сравнение байесовского и частотного подходов

Байесовский и частотный (фреквентистский) подходы представляют две принципиально различные философии статистического вывода. В частотной статистике вероятность определяется как предельная относительная частота в длинной серии опытов; параметры модели считаются фиксированными неизвестными константами, а не случайными величинами [3, с. 72]. Отсюда — доверительные интервалы, *p*-значения и нулевые гипотезы как основные инструменты вывода. В байесовском подходе вероятность — мера обоснованного доверия; параметры имеют априорные распределения, которые обновляются данными в апостериорные [4, с. 137].

Практически при больших объёмах данных и при использовании неинформативных (слабых) априорных распределений байесовские оценки приближаются к частотным; принципиальные различия проявляются прежде всего при малых выборках и при наличии содержательных априорных знаний [8, с. 120]. Именно в этих ситуациях — редкие болезни, малые клинические

испытания, надёжность уникального оборудования — байесовский аппарат обнаруживает свои преимущества, позволяя принимать обоснованные решения в условиях неполноты данных.

### Заключение

Условная вероятность и теорема Байеса образуют единый математический аппарат, охватывающий широчайший круг задач — от классических вероятностных расчётов до современного машинного обучения и статистической физики. Их теоретическая основа — аксиоматика Колмогорова — обеспечивает строгость и однозначность определений, а богатство приложений свидетельствует о глубокой математической природе рассматриваемых понятий [1; 2; 3].

Ключевая идея байесовского подхода — последовательное обновление знаний при поступлении новых данных — имеет значение, выходящее за рамки математики: она формализует рациональный способ мышления в условиях неопределённости. Понимание «парадокса базовой частоты» и умение корректно применять формулу Байеса являются необходимыми компетенциями для специалиста в области анализа данных, медицины, инженерии и любой другой дисциплины, требующей принятия решений на основе неполной информации [4; 5; 6].

### Список литературы

1. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей: учебник. — 8-е изд., испр. и доп. — М.: Едиториал УРСС, 2005. — 448 с.
2. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. — 2-е изд. — М.: Наука, 1974. — 120 с.
3. Ширяев А.Н. Вероятность. В 2 т. Т. 1. — 3-е изд. — М.: МЦНМО, 2007. — 552 с.
4. Барбер Д. Байесовские рассуждения и машинное обучение / Пер. с англ. А.А. Слинкина. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 648 с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник. — 12-е изд. — М.: КноРус, 2018. — 664 с.
6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: для инженеров и научных работников. — М.: Физматлит, 2006. — 816 с.

7. Мэннинг К., Рагхаван П., Шютце Х. Введение в информационный поиск / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2011. — 528 с.
8. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Теория вероятностей и прикладная статистика. В 2 т. Т. 1. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. — 656 с.

© Беспалов Е.А., Лесник А.В.,  
Грибунов И.О., Костин Б.Д., 2026

**СЕКЦИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ  
НАУКИ**

УДК 712.4

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ГОРОДСКИХ ГАЗОНОВ В ФОРМИРОВАНИИ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ МЕГАПОЛИСА

Ткачева Дарья Александровна

студент

ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева»

**Аннотация:** Газонные покрытия имеют большое экологическое значение как одни из ключевых элементов городской зеленой инфраструктуры. В данной статье были проанализированы микроклиматические, санитарно-гигиенические, водорегулирующие и психоэмоциональные аспекты воздействия газонов на урбанизированную среду. Особое внимание уделено способности газонных экосистем снижать антропогенную нагрузку посредством аккумуляции загрязняющих веществ, стабилизации температурно-влажностного режима и регулирования поверхностного стока. Обоснована необходимость научного подхода к созданию и эксплуатации газонных покрытий как важного условия обеспечения экологической устойчивости современных мегаполисов.

**Ключевые слова:** городское озеленение, газонные покрытия, экология мегаполиса, микроклимат, декоративность, антропогенная нагрузка, качество среды.

## THE ECOLOGICAL ROLE OF URBAN LAWNS IN CREATING A COMFORTABLE ENVIRONMENT IN A MEGAPOLIS

Tkacheva Darya Alexandrovna

**Abstract:** Lawn coverings are of great ecological importance as one of the key elements of urban green infrastructure. This article analyzes the microclimatic, sanitary-hygienic, water-regulating and psycho-emotional aspects of the impact of lawns on the urbanized environment. Special attention is paid to the ability of lawn ecosystems to reduce anthropogenic load through the accumulation of pollutants, stabilization of temperature and humidity conditions and regulation of surface runoff. The necessity of a scientific approach to the creation and maintenance of lawn

coverings as an important condition for ensuring the environmental sustainability of modern megacities is substantiated.

**Key words:** urban landscaping, lawn coverings, ecology of a metropolis, microclimate, decorativeness, anthropogenic load, environmental quality.

### Введение

Современные мегаполисы представляют собой сложные урбоэкосистемы, характеризующиеся высокой степенью антропогенной трансформации природных ландшафтов. Интенсивное развитие транспортной, промышленной и жилой инфраструктуры сопровождается сокращением площадей естественных экосистем, ухудшением состояния атмосферного воздуха, нарушением водного баланса территорий и формированием неблагоприятных микроклиматических условий.

В данных условиях возрастает значение элементов городской зеленой инфраструктуры, выполняющих функции экологической компенсации и обеспечивающих поддержание благоприятных параметров городской среды. Среди различных компонентов озеленения особое место занимают газонные покрытия благодаря их широкому распространению, устойчивости к антропогенным нагрузкам и способности выполнять комплекс экологических функций. Газонные покрытия рассматриваются не только как декоративный элемент благоустройства, но и как важный компонент экологического каркаса города. Как отмечается в современных исследованиях, «газонное покрытие – это важнейший элемент городского благоустройства, который защищает землю от водноветровой эрозии, улучшает структуру почвы, а также является существенным декоративным элементом городского озеленения» [1, с. 3]. Значение газонов определяется их способностью снижать уровень загрязнения окружающей среды, регулировать температурно-влажностный режим, уменьшать поверхностный сток, а также формировать комфортное визуальное и рекреационное пространство для населения.

**Цель работы** – провести комплексный анализ экологических функций газонных покрытий и оценку их значения в формировании комфортной и экологически безопасной городской среды.

### Микроклиматическая функция газонных покрытий

Одной из важнейших функций городских газонов является участие в регулировании микроклиматических параметров урбанизированной среды. В условиях плотной городской застройки и преобладания искусственных

покрытий формируется эффект так называемого «теплового острова», обусловленный высокой теплоемкостью асфальта, бетона и иных строительных материалов.

Согласно результатам исследований, «один квадратный метр газонного покрытия за 1 час способен испарять 200 г воды, вследствие чего воздух на поверхности газона охлаждается» [1, с. 3]. В масштабах городской территории это способствует уменьшению интенсивности теплового загрязнения и повышению комфортности пребывания населения в открытых пространствах. Дополнительное значение газонов заключается в поддержании оптимального уровня влажности воздуха. В условиях жаркого и засушливого периода травянистые покрытия препятствуют чрезмерному иссушению воздушных масс и способствуют стабилизации микроклиматических параметров городской среды.

### **Санитарно-гигиеническая функция газонов**

Газонные покрытия являются важным конструктивным элементом объектов ландшафтной архитектуры и выполняют санитарно-гигиенические, декоративные и рекреационные функции [2, с. 130]. Существенную роль газоны играют в обеспечении санитарно-гигиенического состояния городской среды. Травянистые растения выступают в качестве естественного биофильтра, способного задерживать твердые аэрозольные частицы, пыль и газообразные загрязнители.

Особое значение имеет способность злаковых трав аккумулировать соединения тяжелых металлов, углекислый газ и компоненты автомобильных выхлопов. В литературе подчеркивается, что «злаковые травы обладают высокой поглотительной способностью: нейтрализуя и поглощая антропогенные загрязнения (включая углекислый газ, газообразные соединения выхлопных газов и соединения солей тяжёлых металлов), они способствуют абсорбции токсичных соединений из окружающей среды» [3, с. 59]. Согласно имеющимся данным, один гектар газонного покрытия способен ежегодно поглощать значительные объемы углекислого газа и одновременно продуцировать кислород, необходимый для поддержания экологического равновесия городской среды. Кроме того, травянистые сообщества выделяют фитонциды – биологически активные вещества, обладающие бактерицидными свойствами и способствующие снижению концентрации патогенной микрофлоры в воздухе.

Не менее важной является шумопоглощающая функция газонов. В отличие от твердых покрытий, отражающих акустические волны, травяной покров способствует их частичному поглощению и рассеиванию, что позволяет снижать уровень шумового загрязнения в городской среде.

### **Водорегулирующая функция газонных покрытий**

Важным направлением экологического воздействия газонов является участие в регулировании водного режима урбанизированных территорий. Одной из характерных проблем современных городов выступает преобладание водонепроницаемых покрытий, препятствующих естественной инфильтрации атмосферных осадков.

В результате значительная часть дождевых и талых вод направляется в системы ливневой канализации, что приводит к их перегрузке, развитию эрозионных процессов и локальным подтоплениям. Газонные покрытия благодаря наличию дернины и пористой структуры почвы обеспечивают эффективное поглощение и удержание влаги. Корневая система трав способствует повышению водопроницаемости грунта и переводу поверхностного стока во внутрипочвенный. Как показывают исследования, газоны способны существенно уменьшать объем поверхностного стока, снижая нагрузку на городские дренажные системы и предотвращая развитие эрозионных процессов. Кроме того, фильтрация воды через почвенный слой и корневую систему растений способствует ее естественной очистке от загрязняющих веществ.

### **Психоэмоциональное значение газонов**

Экологическая роль газонов не ограничивается исключительно физико-химическими характеристиками окружающей среды. Существенное значение имеет их воздействие на психоэмоциональное состояние населения.

Многочисленные исследования в области экологической психологии подтверждают положительное влияние озелененных пространств на эмоциональное состояние человека. Зеленый цвет воспринимается зрительной системой как наиболее комфортный и физиологически благоприятный, способствуя снижению уровня нервного напряжения и психоэмоционального стресса. Согласно данным исследований, «Воздействие цвета на человека было зафиксировано на основе его психофизиологических показателей: зеленый – уменьшает кровяное давление, успокаивает» [4, с. 65]. Газонные покрытия формируют визуально благоприятную среду, повышают эстетическую привлекательность городской территории и создают условия для

рекреационной деятельности населения. В условиях высокой плотности застройки и интенсивного информационного воздействия наличие озелененных пространств становится важным фактором сохранения психологического благополучия городских жителей.

### Выводы

Проведенный анализ свидетельствует о том, что газонные покрытия являются важнейшим элементом городской зеленой инфраструктуры и выполняют широкий комплекс экологических, санитарно-гигиенических и социально значимых функций.

Установлено, что газоны способствуют регулированию температурно-влажностного режима городской среды, снижению уровня атмосферного и акустического загрязнения, улучшению водного баланса территорий и повышению психоэмоционального комфорта населения. Эффективность реализации экологического потенциала газонных покрытий во многом определяется соблюдением научно обоснованных технологий их создания и эксплуатации.

К числу основных условий относятся правильный подбор травосмесей с учетом природно-климатических особенностей региона, систематическое проведение агротехнических мероприятий и применение современных методов повышения плодородия почвы. Газоны следует рассматривать как неотъемлемый компонент устойчивого развития современных мегаполисов и важный инструмент формирования экологически безопасной, функционально сбалансированной и комфортной городской среды.

### Список литературы

1. Голоктионов И. И. Изучение влияния почвенных кондиционеров при выращивании газонных трав / И. И. Голоктионов // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова : сборник статей, Москва, 06–08 июня 2022 года. Том 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 311-314. – EDN JCIERU.
2. Теодоронский В.С., Сабо Е.Д., Фролова В.А. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры. – М.: Академия, 2008. – 352 с.

3. Голоктионов И. И. Оценка влияния почвенных кондиционеров на плотность травостоя газонного покрытия в условиях г. Москвы / И. И. Голоктионов // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, Саратов, 15-16 мая 2024 года. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», 2024. – С. 59-62. – EDN VQAVBI.

4. Лапшина Е.А. Цвет в архитектурно-ландшафтной композиции. Ч. 2: учебное пособие для вузов/Политехнический институт ДВФУ. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2022 – 1 CD. [65 с.].

© Ткачева Д.А., 2026

**СЕКЦИЯ  
ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

**АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК В СФЕРЕ ИТ-КОММУНИКАЦИИ:  
ТЕРМИНЫ, ПЕРЕПИСКА, ПЕРЕГОВОРЫ**

**Гончаров Никита Всеволодович**

студент

Научный руководитель: **Зенина Людмила Владимировна**

к.н.п., доцент кафедры иностранных языков № 2

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова

**Аннотация:** В статье рассматриваются лексические, грамматические и коммуникативные особенности английского языка в сфере ИТ. На основе профессиональных источников систематизированы ключевые термины, аббревиатуры и речевые формулы, необходимые для технической переписки, совещаний, переговоров с заказчиком и общения внутри команды разработки. Выделены регистры общения, представлены фразы для обсуждения требований, сроков, ошибок, релизов и безопасности. Приведён кейс исправления типичной ошибки в ИТ-переписке. Ко всем конструкциям дан перевод на русский язык.

**Ключевые слова:** ИТ-коммуникация, английский язык, техническая переписка, переговоры, терминология, аббревиатуры, релиз, баг, дедлайн.

**ENGLISH IN IT COMMUNICATION:  
TERMS, CORRESPONDENCE, NEGOTIATIONS**

**Goncharov Nikita Vsevolodovich**

Scientific adviser: **Zenina Ludmila Vladimirovna**

**Abstract:** The article examines the lexical, grammatical and communicative features of English in the field of IT. Based on professional sources, key terms, abbreviations and speech formulas required for technical correspondence, meetings, negotiations with customers and communication within a development team are systematized. Communication registers are identified, and examples of phrases for discussing requirements, deadlines, bugs, releases and security issues are provided. A case study demonstrating the correction of a typical error in IT correspondence is included. Russian translations are provided for all structures.

**Key words:** IT communication, English language, technical correspondence, negotiations, terminology, abbreviations, software development, release, bug, deadline.

### **Актуальность**

Развитие цифровой экономики и международных IT-проектов делает английский язык основным инструментом профессионального общения в технологической сфере. В одной команде могут работать разработчики, тестировщики, аналитики, дизайнеры, менеджеры продукта и заказчики из разных стран. Большая часть взаимодействия происходит письменно: в системах управления задачами, корпоративных чатах, письмах, комментариях к коду и документации. Поэтому специалисту важно не только знать лексику, но и уметь точно описывать требования, ошибки, сроки и результаты работы. Цель работы — систематизировать нормы английского языка в IT-среде и представить речевые формулы для типовых ситуаций.

### **Понятие и свойства IT-коммуникации**

IT-коммуникация — это профессиональное взаимодействие участников технологического проекта, направленное на создание, внедрение и сопровождение цифрового продукта. Её отличают точность, краткость и ориентация на результат. Сообщение должно ясно показывать, что произошло, кто отвечает за действие, какой срок установлен и по каким критериям задача считается выполненной. В международной среде важна простота формулировок, так как участники проекта могут владеть английским языком на разном уровне. Неясное сообщение способно привести к задержке релиза, неверной реализации функции или финансовым потерям.

### **Регистры общения в IT-среде**

Выделяются три регистра: формальный, полужуральный и рабочий неформальный [1; 3]. Формальный используется в коммерческих предложениях, договорах, документации по безопасности и письмах заказчику. Полужуральный характерен для переписки, отчётов, встреч и обсуждения требований. Рабочий неформальный регистр применяется во внутренних чатах, комментариях к задачам и быстрых уточнениях. Неверный выбор регистра нарушает деловой тон: разговорные сокращения в письме клиенту выглядят непрофессионально, а чрезмерно официальный стиль во внутреннем чате замедляет работу.

## Языковые особенности английского языка в IT-коммуникации

Основные особенности можно объединить в три группы: терминологические, грамматические и прагматические.

*Терминологические требования.* IT-английский активно использует профессиональные термины и сокращения: «API» — программный интерфейс приложения, «SDK» — набор средств разработки, «UI» — пользовательский интерфейс, «UX» — пользовательский опыт, «MVP» — минимально жизнеспособный продукт, «QA» — обеспечение качества, «bug» — ошибка, «feature» — функция, «deployment» — развёртывание, «rollback» — откат версии, «hotfix» — срочное исправление. Многие слова имеют специальное значение: «issue» — карточка задачи или проблемы, «environment» — программная среда, «commit» — зафиксированное изменение в системе контроля версий [2; 4].

*Грамматические требования.* В технической переписке используются краткие, но полные предложения. Активный залог удобен для распределения задач: «The backend team will update the endpoint» (Backend-команда обновит endpoint). Пассивный залог применяется при описании состояния системы: «The bug has been reproduced in the staging environment» (Ошибка воспроизведена в тестовой среде). В запросах предпочтительны вежливые косвенные вопросы: «Could you please confirm the expected behavior?» (Не могли бы вы подтвердить ожидаемое поведение?).

*Стилистические и прагматические ограничения.* В IT-среде ценятся ясность, проверяемость и нейтральный тон. Не следует писать «something is broken» (что-то сломано); лучше указать конкретный факт: «The login button does not respond after the latest update» (Кнопка входа не реагирует после последнего обновления). Критика должна быть направлена на проблему, а не на человека: вместо «You made a mistake in the code» уместнее «There seems to be an issue in the authentication module» (Похоже, в модуле аутентификации есть проблема).

## Профессиональные речевые формулы

Ниже представлены формулы для ключевых ситуаций с переводом:

○ *Обсуждение требований.* «Could you clarify the acceptance criteria for this feature?» (Не могли бы вы уточнить критерии приёмки для этой функции?). «We need additional information about the user flow» (Нам нужна дополнительная информация о пользовательском сценарии). «The requirement is not clear enough to start implementation» (Требование недостаточно ясно для начала реализации).

«Let us align on the scope before we proceed» (Давайте согласуем объём работ, прежде чем продолжить).

○ *Сроки и приоритеты.* «The task can be completed by Friday if the scope remains unchanged» (Задача может быть выполнена к пятнице, если объём работ не изменится). «This issue has a high priority because it affects production users» (Эта проблема имеет высокий приоритет, потому что затрагивает пользователей в рабочей среде). «We may need to postpone the release due to unresolved critical bugs» (Возможно, нам придётся перенести релиз из-за нерешённых критических ошибок).

○ *Ошибки и техническая поддержка.* «The issue has been reproduced and logged in the tracking system» (Проблема воспроизведена и зарегистрирована в системе отслеживания). «A hotfix has been deployed to production» (Срочное исправление развёрнуто в рабочей среде). «Please clear the cache and try again» (Пожалуйста, очистите кэш и попробуйте снова). «We are investigating the root cause of the outage» (Мы изучаем основную причину сбоя).

○ *Безопасность и конфиденциальность.* «Please do not share credentials in public channels» (Пожалуйста, не отправляйте учётные данные в открытых каналах). «The vulnerability has been reported to the security team» (Уязвимость передана команде безопасности). «Access will be granted on a need-to-know basis» (Доступ будет предоставлен только тем, кому он необходим для работы). «The data must be encrypted both in transit and at rest» (Данные должны быть зашифрованы как при передаче, так и при хранении).

○ *Извинение и исправление ошибки.* В IT-переписке извинение должно включать признание проблемы, причину и план действий. Кейс: плохой вариант — «Sorry, it does not work» (Извините, это не работает). Хороший вариант — «We apologize for the service disruption caused by a configuration error. The issue has been fixed, and we are adding an automated check» (Мы приносим извинения за сбой сервиса, вызванный ошибкой конфигурации. (Проблема исправлена, и мы добавляем автоматическую проверку). Для задержки релиза: «We regret to inform you that the release has been delayed due to a critical security issue» (Мы с сожалением сообщаем, что релиз задержан из-за критической проблемы безопасности).

### Коммуникативные форматы

В IT-проектах используются электронные письма, корпоративные чаты, системы управления задачами, совещания и презентации. В письме важна понятная тема: «Clarification required: payment API integration» (Требуется

уточнение: интеграция платёжного API). Структура письма включает контекст, проблему, ожидаемое действие и срок ответа. В чатах сообщение должно быть коротким, но информативным: вместо «It is broken» следует писать «The checkout page returns a 500 error after payment confirmation» (Страница оформления заказа возвращает ошибку 500 после подтверждения оплаты). В карточке задачи указываются шаги воспроизведения, ожидаемый и фактический результат, окружение и вложения. На встречах применяются фразы: «If I understand correctly...» (Если я правильно понимаю...), «Let us confirm the owner and the deadline» (Давайте подтвердим ответственного и срок), «To summarize...» (Подводя итог...).

### Заключение

Владение английским языком в IT-коммуникации выходит за рамки знания отдельных терминов. Эффективное общение требует умения точно описывать требования, ошибки, сроки, риски и результаты работы. Важны корректная терминология, ясная структура сообщений, нейтральный тон и адаптация объяснения к адресату. В письменной коммуникации сообщение должно содержать факты, контекст и ожидаемое действие. В переговорах ключевую роль играют уточняющие вопросы и согласование объёма работ. Таким образом, владение английским языком в IT-среде становится необходимым условием успешной работы в международных проектах.

### Список литературы

1. Кожемякина В. А. Английский язык для специалистов в сфере информационных технологий: учебное пособие. – Москва: Флинта, 2021. – 128 с.
2. English for Information Technology 1: Course Book / David Hill. – Harlow: Pearson Education, 2012. – 80 p.
3. Microsoft Writing Style Guide [Электронный ресурс] // Microsoft Learn. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/style-guide/>.
4. Atlassian Agile Coach [Электронный ресурс] // Atlassian. – URL: <https://www.atlassian.com/agile>.

© Гончаров Н.В., 2026

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ 2026**

Сборник статей

Международной научно-практической конференции,  
состоявшейся 25 мая 2026 г. в г. Петрозаводске.

Ответственные редакторы:

Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.

Подписано в печать 27.05.2026.

Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 7.61.

МЦНП «НОВАЯ НАУКА»

185002, г. Петрозаводск,

ул. С. Ковалевской, д.16Б, помещ.35

[office@sciencen.org](mailto:office@sciencen.org)

[www.sciencen.org](http://www.sciencen.org)



**НОВАЯ НАУКА**

Международный центр  
научного партнерства



**NEW SCIENCE**

International Center  
for Scientific Partnership

МЦНП «НОВАЯ НАУКА» - член Международной ассоциации издателей научной литературы  
«Publishers International Linking Association»

## **ПРИГЛАШАЕМ К ПУБЛИКАЦИИ**

- 1. в сборниках статей Международных  
и Всероссийских научно-практических конференций**

<https://www.sciencen.org/konferencii/grafik-konferencij/>



- 2. в сборниках статей Международных  
и Всероссийских научно-исследовательских,  
профессионально-исследовательских конкурсов**

<https://www.sciencen.org/novaja-nauka-konkursy/grafik-konkursov/>



- 3. в составе коллективных монографий**

<https://www.sciencen.org/novaja-nauka-monografii/grafik-monografij/>



<https://sciencen.org/>