

ЭЛЕКТРОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В ОТРАСЛЯХ

ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ: СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Получено: 03.10.2025

Доработано: 05.12.2025

Принято: 12.12.2025

УДК 338.24:656.07

JEL R48, O33, L51

DOI <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2025-8-4-4-21>

Карелина Мария Юрьевна

Д-р техн. наук, д-р пед. наук, проректор, зав. каф. логистики и транспортно-технологических систем; Государственный университет управления, г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0003-0335-7550, e-mail: myu_karelina@guu.ru

Терентьев Алексей Вячеславович

Ст. науч. сотр., проф. каф. логистики и транспортно-технологических систем; Государственный университет управления, г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0001-5835-4678, e-mail: av_terentev@guu.ru

Ершов Владимир Сергеевич

Зав. Лаборатории цифровой и интеллектуальной мобильности; Государственный университет управления, г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-6189-0129, e-mail: vs_ershov@guu.ru

Кутков Владимир Дмитриевич

Мл. науч. сотр., специалист Центра управления инжиниринговыми проектами; Государственный университет управления, г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0009-0005-0988-1355, e-mail: vd_kutkov@guu.ru

Талдыкин Дмитрий Сергеевич^{1,2}

Мл. науч. сотр.¹, ассист. каф. деталей машин и теории механизмов²; ¹Государственный университет управления, г. Москва, Российская Федерация

²Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0009-0008-5071-426X, e-mail: ds_taldykin@guu.ru

АННОТАЦИЯ

Представлен комплексный экономико-управленческий анализ процесса цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации на примере внедрения интеллектуальных транспортных систем (далее – ИТС). Обоснована экономическая обусловленность перехода от экстенсивной модели развития физической инфраструктуры к интенсивной, основанной на интеллектуализации управленческих процессов. Проведен анализ технологического ландшафта ИТС, в рамках которого технологии классифицированы по уровням готовности и экономическому назначению в цепочке создания добавленной стоимости: от сбора данных до реализации управляющих воздействий. Установлено, что максимальный социально-экономический эффект достигается не за счет внедрения отдельных технологий, а посредством создания комплексных, синергетических систем. Рассмотрена применяемая в Российской Федерации методология оценки проектов ИТС на основе расширенной чистой приведенной стоимости (ENPV), позволяющая монетизировать ключевые внешние эффекты. Выявлено, что основной барьер на пути к повышению уровня зрелости ИТС лежит не в технологической, а в институционально-регуляторной плоскости. Ключевыми сдерживающими факторами определены институциональная фрагментация, терминологическая и стандартная неоднозначность, а также дефицит специализированных компетенций. Сформулированы практические рекомендации, направленные на преодоление выявленных барьеров, включая необходимость разработки единой национальной архитектуры ИТС, гармонизации стандартов и формирования центров компетенций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС), цифровая трансформация, экономическая эффективность, транспортная отрасль, оценка проектов, транспортная стратегия

БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы, реализуемой за счет средств федерального бюджета по теме: «Научные, методологические и практические основы разработки и применения интеллектуальных технологий и систем поддержки принятия решений с учетом факторов неопределенности для обеспечения устойчивого развития транспортной отрасли Российской Федерации» (шифр научной темы FZNW-2025-0023).

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Карелина М.Ю., Терентьев А.В., Ершов В.С., Кутков В.Д., Талдыкин Д.С. Экономико-управленческие основы цифровой трансформации транспортной отрасли: системный анализ внедрения интеллектуальных транспортных систем в российской федерации // E-Management. 2025. Т. 8, № 4. С. 4–21.

© Карелина М.Ю., Терентьев А.В., Ершов В.С., Кутков В.Д., Талдыкин Д.С., 2025.

Статья доступна по лицензии Creative Commons “Attribution” («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



ELECTRONIC MANAGEMENT IN VARIOUS FIELDS

ECONOMIC AND MANAGERIAL FOUNDATIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE TRANSPORT SECTOR: SYSTEM ANALYSIS OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS IMPLEMENTATION IN RUSSIA

Received 03.10.2025

Revised 05.12.2025

Accepted 12.12.2025

Maria Yu. Karelina

Dr. Sci. (Engr.), Dr. Sci. (Ped.), Vice-Rector, Head of the Logistics and Transport Technology Systems Department; State University of Management, Moscow, Russian Federation

ORCID: 0000-0003-0335-7550, e-mail: myu_karelina@guu.ru

Alexey V. Terentiev

Senior Researcher, Prof. at the Logistics and Transport Technology Systems Department; State University of Management, Moscow, Russian Federation

ORCID: 0000-0001-5835-4678, e-mail: av_terentev @guu.ru

Vladimir S. Ershov

Head of the Laboratory of Digital and Intelligent Mobility; State University of Management, Moscow, Russian Federation

ORCID: 0000-0002-6189-0129, e-mail: vs_ershov@guu.ru

Vladimir D. Kutkov

Junior Researcher, Specialist of the Center for Engineering Project Management; State University of Management, Moscow, Russian Federation

ORCID: 0009-0005-0988-1355, e-mail: vd_kutkov@guu.ru

Dmitry S. Taldykin^{1,2}

Junior Researcher¹, Assistant at the Machine Parts and Theory of Mechanisms Department²; ¹State University of Management, Moscow, Russian Federation

²State Technical University – MADI, Moscow, Russian Federation

ORCID: 0009-0008-5071-426X, e-mail: ds_taldykin@guu.ru

ABSTRACT

A comprehensive economic and managerial analysis of the process of digital transformation of the Russian transport industry has been carried out using the example of implementing intelligent transport systems. The economic conditionality of transition from an extensive model of physical infrastructure development to an intensive one based on management processes intellectualization has been substantiated. The analysis of the intelligent transport system technological landscape has been carried out, in which technologies have been classified according to levels of readiness and economic purpose in the value chain: from data collection to control actions implementation. It has been established that the maximum socio-economic effect is achieved not through individual technologies implementation, but through integrated, synergetic systems creation. The methodology used in Russia for evaluating intelligent transport system projects based on extended net present value (ENPV), which allows key externalities monetization, has been considered. It has been revealed that the main barrier to increasing the level of intelligent transport system maturity lies not in the technological, but in the institutional and regulatory plane. The key constraints identified are institutional fragmentation, terminological and standard ambiguity, as well as a lack of specialized competencies. Practical recommendations aimed at overcoming the identified barriers have been formulated, including the need to develop a unified national intelligent transport system architecture, harmonize standards, and form competence centers.

KEYWORDS

Intelligent transportation systems, digital transformation, economic efficiency, transport sector, institutional barriers, regulatory environment, project evaluation, transport strategy, Extended Net Present Value (ENPV)

ACKNOWLEDGEMENTS

The article was prepared as part of a research project funded by the federal budget on the topic: “Scientific, methodological, and practical foundations for development and application of intelligent technologies and decision support systems, considering uncertainty factors, to ensure sustainable development of the Russian transport industry” (scientific topic code FZNW-2025-0023).

FOR CITATION

Karelina M.Yu., Terentiev A.V., Ershov V.S., Kutkov V.D., Taldykin D.S. (2025) Economic and managerial foundations of digital transformation in the transport sector: system analysis of intelligent transportation systems implementation in Russia. *E-Management*, vol. 8, no. 4, pp. 4–21. DOI: 10.26425/2658-3445-2025-8-4-4-21

© Karelina M.Yu., Terentiev A.V., Ershov V.S., Kutkov V.D., Taldykin D.S., 2025.

Статья доступна по лицензии Creative Commons “Attribution” («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Транспортно-логистическая отрасль представляет собой системообразующий комплекс национальной экономики, обеспечивающий территориальную связанность и являющийся фундаментальным условием для функционирования производственных цепочек и мобильности населения. Эффективность данного комплекса напрямую коррелирует с уровнем макроэкономических показателей, определяя величину транзакционных издержек, скорость оборота капитала и степень интеграции региональных рынков в единое экономическое пространство. Вместе с тем экстенсивное развитие транспортной инфраструктуры в условиях плотной городской застройки и ограниченности ресурсов достигает своих пределов, что проявляется в хронической перегруженности улично-дорожной сети (далее – УДС), росте негативных экстерналий, таких как увеличение времени в пути, снижение уровня безопасности дорожного движения и повышенное воздействие на окружающую среду. Эти факторы формируют прямой экономический ущерб, выражающийся в потерях валового регионального продукта и снижении качества жизни населения.

В данном контексте наблюдается глобальный и национальный тренд на смену парадигмы развития отрасли: от преимущественно экстенсивного наращивания физической инфраструктуры к интенсивному развитию, основанному на интеллектуализации. Данный переход, определяемый как цифровая трансформация, находит свое отражение в ключевых документах стратегического планирования, в частности в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.¹ В качестве основного инструментария для реализации такой трансформации выступают интеллектуальные транспортные системы (далее – ИТС), представляющие собой совокупность взаимоувязанных автоматизированных систем, решающих задачи управления, мониторинга и информирования в транспортном комплексе. Управленческий аспект эволюционирует от реактивного реагирования на инциденты к проактивному, что требует фундаментального пересмотра подходов к планированию, финансированию и оценке эффективности отраслевых проектов.

Центральным элементом трансформации являются формирование и развитие «интеллектуально-информационной компоненты» управления транспортной отраслью. Данная компонента включает не просто внедрение отдельных технологических решений, а построение целостной системы, обеспечивающей сбор, обработку, анализ и использование данных для принятия экономически обоснованных управленческих решений в режиме реального времени. Технологии, представленные в Реестре технологий искусственного интеллекта в транспортной отрасли 2024 г., Ассоциации «Цифровой транспорт и логистика», такие как обработка технологии работы с большими данными, предиктивная аналитика и компьютерное зрение, являются инструментами для наращивания именно компоненты². Их применение позволяет перейти от статического регулирования к динамической оптимизации транспортных потоков, что напрямую влияет на экономические показатели: пропускную способность, среднюю скорость движения, расход топлива и, как следствие, себестоимость перевозок.

Несмотря на активное внедрение элементов ИТС в российских агломерациях, что подтверждается реализацией национального проекта «Безопасные качественные дороги», научная и практическая базы для системной оценки их вклада в экономику отрасли остаются недостаточно проработанными. Существует научная проблема, заключающаяся в разрыве между стратегическими целями цифровизации и отсутствием комплексной, научно обоснованной методики оценки экономического эффекта от повышения уровня зрелости ИТС. Принятие управленческих решений о выборе и масштабировании тех или иных технологий зачастую основывается на их технической доступности, а не на количественно доказанной социально-экономической эффективности. Более того, системные институциональные и регуляторные барьеры, включая терминологическую неоднозначность и отсутствие единых стандартов, существенно замедляют процесс интеграции разрозненных подсистем в единую, эффективно функционирующую ИТС национального масштаба.

Целью настоящего исследования является разработка экономико-управленческой модели анализа процесса цифровой трансформации транспортной отрасли. Данная модель призвана установить взаимосвязь между технологическими трендами, существующей регуляторной средой и показателями экономической эффективности для формирования научно обоснованных рекомендаций по повышению уровня зрелости ИТС.

¹ Постановление Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734 «Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года». Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZIOOpQhLl0nUT91RjCbeR.pdf> (дата обращения: 30.09.2025).

² Реестр технологий искусственного интеллекта в транспортной отрасли (2024). Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/13491> (дата обращения: 30.09.2025).

Для достижения цели в работе решаются следующие задачи:

- систематизируются стратегические и экономические предпосылки для интеллектуализации отрасли;
- анализируются технологический ландшафт и уровень готовности ключевых технологий ИТС;
- адаптируется существующая нормативная методология оценки проектов для сравнительного анализа различных технологических конфигураций ИТС;
- выявляются и классифицируются основные институциональные и регуляторные барьеры, препятствующие эффективной цифровой трансформации [Алексеев и др., 2020].

Научная новизна исследования заключается в формировании комплексного подхода к анализу ИТС не как набора технологий, а как сложной социотехнической системы, эволюция которой (повышение уровня зрелости) является ключевым фактором роста экономической эффективности транспортной отрасли.

Практическая значимость исследования состоит в разработке инструментария для поддержки принятия управленческих решений в сфере государственного планирования и регулирования развития интеллектуальных транспортных систем на федеральном и региональном уровнях. В работе последовательно анализируются стратегические императивы, технологические возможности, методологический аппарат оценки и системные барьеры, что в совокупности позволяет сформировать целостное представление о текущем состоянии и перспективах цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации (далее – РФ, Россия).

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ВЕКТОРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ / ECONOMIC PREREQUISITES AND STRATEGIC VECTORS OF TRANSPORT INDUSTRY INTELLECTUALIZATION

Транспортно-логистический комплекс является фундаментальной инфраструктурной основой национальной экономики, определяющей скорость и эффективность товарно-денежных потоков, уровень транзакционных издержек и степень мобильности трудовых ресурсов. Экономический рост неразрывно связан с увеличением нагрузки на транспортную систему, что в условиях ограниченности пропускной способности УДС в крупных агломерациях приводит к возникновению негативных экстерналий. Хроническая перегруженность УДС, рост числа дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) и увеличение негативного воздействия на окружающую среду формируют прямой и косвенный экономический ущерб, выражающийся в непроизводительных потерях времени экономически активным населением, прямых затратах на ликвидацию последствий ДТП, а также в снижении инвестиционной привлекательности территорий. Данные факторы обуславливают объективную экономическую необходимость перехода от экстенсивной модели развития транспортной инфраструктуры, основанной на физическом расширении сети, к интенсивной модели, ядром которой является интеллектуализация управленческих процессов.

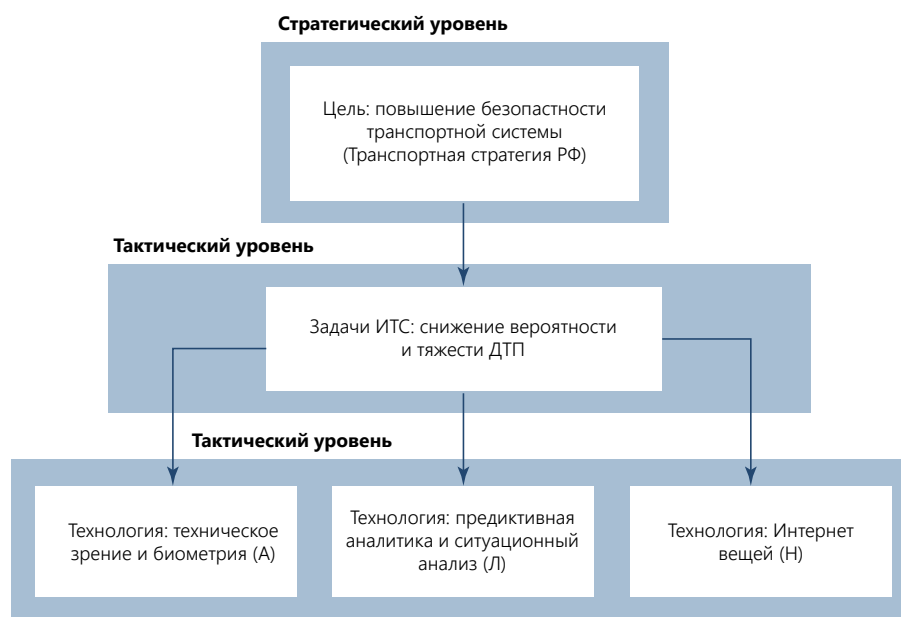
С теоретической точки зрения данная трансформация представляет собой процесс минимизации транзакционных издержек в транспортной системе [Williamson, 2009.]. Хроническая перегруженность УДС и непрозрачность транспортных процессов генерируют значительные издержки поиска информации, ведения переговоров и контроля исполнения. Внедрение интеллектуальных систем, обеспечивающих сбор, обработку и предоставление данных в режиме реального времени, напрямую снижает данные издержки для всех экономических агентов, что приводит к повышению аллокативной эффективности и ускорению оборота капитала в региональной экономике

Данный парадигмальный сдвиг закреплён в ключевых документах стратегического планирования, в первую очередь в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.³. Анализ документа показывает, что декларируемые цели, такие как «формирование единого транспортного пространства», «повышение уровня безопасности» и «обеспечение доступности и качества транспортно-логистических услуг», имеют четко выраженную экономическую подоплеку. Их достижение напрямую связано со снижением логистических издержек в конечной стоимости продукции, повышением скорости оборота капитала за счет сокращения времени доставки, а также с увеличением производительности труда через повышение мобильности населения. В качестве основного инструмента для достижения целей Стратегия определяет создание и развитие ИТС, что свидетельствует о признании на государственном уровне управленческого аспекта как ключевого фактора повышения эффективности отрасли.

³ Постановление Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734 «Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года». Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZIOOpQhLl0nUT91RjCbR.pdf> (дата обращения: 30.09.2025).

Формируется фундаментальный переход в управленческой логике: от управления физическими объектами инфраструктуры к управлению данными и транспортными потоками. Центральным элементом перехода становится развитие «интеллектуально-информационной компоненты» транспортной системы. Компонента представляет собой сложную социотехническую систему, обеспечивающую сбор, обработку, анализ и использование данных для принятия экономически обоснованных управленческих решений в режиме реального времени. Именно ее развитие позволяет перейти от реактивного управления, направленного на устранение последствий уже случившихся событий (заторов, ДТП), к проактивному, основанному на прогнозировании и превентивном воздействии на транспортную ситуацию [Гашкова, Морозова, 2022].

Декомпозиция стратегических целей на уровень конкретных технологических задач демонстрирует прямую связь между экономическими потребностями и функционалом ИТС. Каждая цель, сформулированная в Стратегии, может быть сопоставлена с определенным набором технологий (рис. 1)⁴.



Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Рис. 1. Декомпозиция стратегических целей на технологические задачи ИТС

Fig. 1. Strategic goals decomposition into intelligent transport system technological tasks

Как видно из представленной схемы, достижение стратегической цели по повышению безопасности напрямую зависит от способности системы превентивно выявлять потенциально опасные ситуации и информировать участников движения. Задача решается посредством синергии технологий: «Компьютерное (техническое) зрение» обеспечивает сбор первичных данных о дорожной обстановке, «Интернет вещей» позволяет получать данные с транспортных средств и элементов инфраструктуры, а «Предиктивная аналитика» обрабатывает эти потоки данных для выявления аномалий и прогнозирования рисков. Выбор и интеграция конкретных технологий становятся ключевой управленческой задачей, направленной на решение конкретных экономических проблем.

Анализ глобальных и национальных трендов в области интеллектуализации транспорта выявляет существенные различия в акцентах, которые, в свою очередь, отражают фундаментальные различия в экономико-управленческих моделях. Если глобальный вектор развития ИТС в значительной степени формируется рыночными механизмами и технологическими инновациями частного сектора, то российский вектор исторически определяется государственными приоритетами и задачами макроэкономического масштаба [Гребенкина, Гребенкина, Благодир, 2020].

Контент-анализ ключевых стратегических документов и отраслевых исследований выявляет фундаментальные различия в подходах, что находит отражение в доминирующей терминологии. В российском дискурсе преобладают термины, отражающие государственный, патерналистский подход: безопасность, контроль, оптимизация, единое пространство, доступность, стандартизация. Экономическая логика подхода заключается в минимизации прямых и косвенных государственных издержек. «Безопасность» и «контроль» направлены на снижение бюджетных

⁴ Реестр технологий искусственного интеллекта в транспортной отрасли (2024). Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/13491> (дата обращения: 30.09.2025).

потерь от ДТП и последствий транспортных коллапсов. «Единое пространство» и «доступность» являются макроэкономическими категориями, нацеленными на повышение связности территорий, мобильности трудовых ресурсов и снижение региональных диспропорций, что критически важно для страны с обширной территорией и низкой плотностью населения. Модель можно охарактеризовать как публично-ориентированную, где государство выступает основным заказчиком и бенефициаром, стремясь оптимизировать функционирование транспортной системы как общественного блага. Экономический эффект здесь измеряется преимущественно через сокращение издержек и повышение эффективности использования существующих активов в масштабах всей страны [Гребенкина, Гребенкина, Благодар, 2020; Рублева, Рублева, 2020; Булатова, Дугина, Доржиева, 2024].

В то же время глобальный технологический вектор, отраженный в анализе зарубежного опыта, характеризуется преобладанием терминологии, связанной с рыночными механизмами и созданием новой добавленной стоимости: искусственный интеллект, большие данные (набор технологий сбора, хранения, обработки и анализа массивов данных, объем и требуемые скорости обработки которого превышают возможности традиционных систем управления базами данных), data-driven подход (подход, основанный на принятии решений и построении моделей исключительно на основе эмпирических данных), технологии цифровых двойников, предиктивная аналитика, API, облачная архитектура, MaaS-platform (англ. Mobility-as-a-Service Platform – платформа «мобильность как услуга», интегрирующая в единую цифровую экосистему различные виды транспорта и сервисов для планирования, бронирования и оплаты поездок). Экономическая основа подхода – создание конкурентных преимуществ через более эффективную обработку информации и формирование новых бизнес-моделей. Технологии искусственного интеллекта и предиктивной аналитики становятся инструментом не просто оптимизации, а создания новых продуктов и услуг (например, предиктивное техническое обслуживание, динамическое ценообразование). Понятия API и платформы отсылают к моделям платформенной экономики, где ценность создается не одним провайдером, а целой экосистемой независимых разработчиков и поставщиков услуг. Данный подход можно определить как рыночно-ориентированный, движимый частной инициативой и поиском новых источников дохода, включая монетизацию данных и сервисные модели подписки. Экономический эффект здесь измеряется не только ростом эффективности, но и созданием новых рынков и мультипликативными эффектами в смежных отраслях.

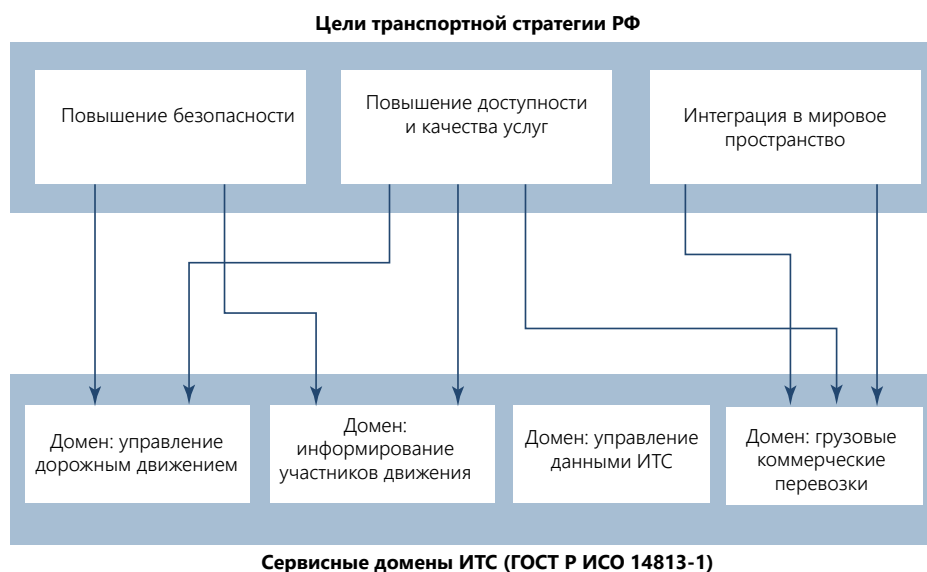
Для того чтобы рыночно-ориентированная модель могла эффективно функционировать в такой регулируемой государством сфере, как транспорт, необходим общий институциональный каркас, снижающий транзакционные издержки и информационную асимметрию для всех участников. Роль каркаса выполняет система стандартизации. В России таким системообразующим документом является ГОСТ Р ИСО 14813-1⁵. Данный стандарт вводит иерархическую структуру: сервисные домены, сервисные группы и сервисы. С экономической точки зрения данная таксономия является инструментом снижения неопределенности для инвесторов и разработчиков, создавая единый понятийный аппарат и очерчивая границы потенциальных рыночных ниш. Она позволяет структурировать сложную отрасль, выделяя функциональные блоки, которые могут стать основой для коммерческих продуктов и услуг. Соотнесение целей Стратегии со структурой сервисных доменов, предложенной в ГОСТ, позволяет наглядно продемонстрировать инструментальную роль ИТС в решении макроэкономических задач (рис. 2)⁶.

Как демонстрирует матрица соответствия на рис. 2, сервисные домены ИТС не являются самоцелью, а выступают в качестве обеспечивающих подсистем для достижения стратегических экономических и социальных целей. Примечательно, что такие домены, как «Информирование участников движения» и «Управление дорожным движением», вносят вклад в достижение сразу нескольких целей, что указывает на их высокий мультипликативный потенциал. В то же время домены, ориентированные на создание рыночных продуктов, например, «Грузовые коммерческие перевозки», напрямую способствуют цели интеграции в мировое транспортное пространство, создавая основу для конкурентоспособных логистических сервисов. Таким образом, государственная стандартизация в области ИТС формирует необходимый мост между макроэкономическими задачами государства и потенциалом рыночных механизмов, создавая предпосылки для синергии публично-ориентированного и рыночно-ориентированного подходов к цифровой трансформации⁷.

⁵ ГОСТ Р ИСО 14813-1-2011. Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200086739> (дата обращения: 30.09.2025).

⁶ Постановление Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734 «Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года». Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kfZIOOpQhLI0nUT91RjCbeR.pdf> (дата обращения: 30.09.2025).

⁷ Проект обновленного национального стандарта ГОСТ Р ИСО 14813-1-2023 «Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры



Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Рис. 2. Сравнительный анализ векторов развития ИТС на основе контент-анализа стратегических документов

Fig. 2. Comparative analysis of intelligent transport system development vectors based on content analysis of strategic documents

В конечном счете экономические предпосылки и стратегические векторы формируют четкий запрос на интеллектуализацию транспортной отрасли. С одной стороны, государство заинтересовано в снижении издержек и повышении управляемости национальной транспортной системой. С другой стороны, глобальные технологические тренды открывают возможности для создания новых рынков и бизнес-моделей. Успешность цифровой трансформации будет зависеть от того, насколько эффективно удастся совместить эти два вектора, если использовать стандартизацию как инструмент для создания предсказуемой и благоприятной среды для инвестиций и инноваций.

Определив стратегические рамки и экономическую мотивацию, мы переходим к анализу конкретного технологического инструментария, доступного для решения поставленных задач, и оценим его текущий уровень готовности к масштабному внедрению в экономику отрасли.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЛАНДШАФТ И УРОВЕНЬ ГОТОВНОСТИ ИТС В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ / TECHNOLOGICAL LANDSCAPE AND INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM READINESS LEVEL IN THE TRANSPORT INDUSTRY

Сформированный на стратегическом уровне экономический запрос на интеллектуализацию транспортной отрасли находит свое отражение в конкретном технологическом предложении, представляющем собой диверсифицированный портфель решений с различной степенью зрелости, инвестиционной привлекательности и потенциального экономического эффекта. Систематизированный перечень данных технологий представлен в Реестре технологий искусственного интеллекта в транспортной отрасли, который является базовым документом для анализа технологического ландшафта. Ключевым параметром для оценки зрелости и, следовательно, инвестиционной привлекательности каждой технологии является Уровень готовности технологий (далее – УГТ), представляющий собой метрику, позволяющую оценить не только техническую осуществимость, но и уровень инвестиционного риска, связанного с внедрением. Шкала УГТ, где 9 соответствует серийно выпускаемой и успешно эксплуатируемой системе, а 4–6 – лабораторным прототипам и макетам, является, по сути, инструментом экономической классификации, разделяющим технологии на группы по степени их готовности к коммерциализации и масштабированию⁸.

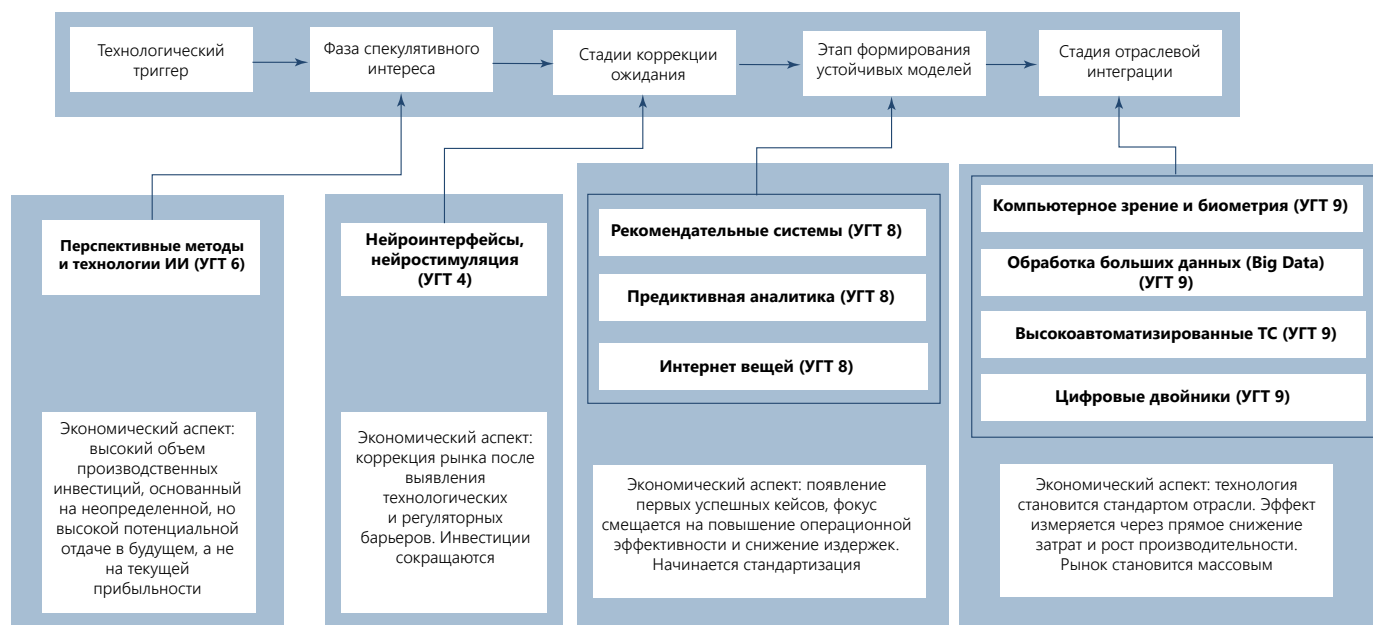
Для наглядного представления текущего технологического ландшафта целесообразно распределить технологии из Реестра по стадиям их жизненного цикла, используя модель, аналогичную циклу зрелости технологий

интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы» (2023). Режим доступа: https://rosdormii.ru/upload/iblock/fac/r7kt32viaogiww3pn7lhx6ieqvqy1y0/GOST-14813_1.pdf (дата обращения: 30.09.2025).

⁸ Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 25 марта 2020 г. № АК-60-р «Об утверждении Методики оценки и ранжирования локальных проектов в целях реализации мероприятия “Внедрение интеллектуальных транспортных систем...”». Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/10/11079> (дата обращения: 30.09.2025).

(англ. Gartner Hype Cycle). Данная модель позволяет визуализировать не только текущий уровень готовности, но и динамику ожиданий, связанных с каждой технологией, что является важным фактором при принятии долгосрочных инвестиционных решений.

Технологический ландшафт ИТС экономически целесообразно рассматривать как вертикально-интегрированную цепочку создания добавленной стоимости (рис. 3). Сенсорный уровень (сбор данных) формирует первичный информационный актив, аналитический уровень преобразует данный актив в прогностическую информацию и управленческие инсайты, а исполнительный уровень (адаптивное управление, рекомендательные системы) монетизирует информацию через конкретные управляющие воздействия, генерирующие измеримый экономический эффект. Эффективность всей системы определяется не столько совершенством отдельных элементов, сколько качеством связей и полнотой данной цепочки.



Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Рис. 3. Экономико-технологическая модель цикла зрелости технологий ИТС
Fig. 3. Economic-technological lifecycle model for intelligent transport system technologies

Анализ карты зрелости позволяет сделать ряд экономически значимых выводов. Технологии, находящиеся на стадии отраслевой интеграции, или 9-ом уровне готовности технологии, такие как «Компьютерное зрение», «Обработка больших данных» и «Цифровые двойники», представляют собой основу для проектов с коротким инвестиционным циклом и предсказуемым экономическим эффектом. Именно эти технологии являются ядром текущих программ внедрения ИТС в рамках национального проекта «Безопасные качественные дороги», поскольку их применение позволяет достичь быстрых и измеримых результатов в части повышения пропускной способности и снижения аварийности. С экономической точки зрения инвестиции в данные технологии характеризуются низким риском и направлены на оптимизацию существующих бизнес-процессов, а не на создание новых.

Технологии на этапе формирования устойчивых моделей применения (УГТ 8), такие как «Предиктивная аналитика» и «Интернет вещей», представляют собой следующий эшелон для стратегических инвестиций. Их внедрение сопряжено с более высокими интеграционными издержками и требованиями к качеству данных, однако их потенциальный экономический эффект значительно выше, так как они позволяют перейти от мониторинга к прогнозированию и проактивному управлению. Для частного бизнеса данные технологии являются источником конкурентного преимущества, а для государства – инструментом повышения эффективности использования бюджетных средств в долгосрочной перспективе [Пьянкова, Ергунова; Митрофанова, 2023].

Технологии с уровнем готовности 4–6, соответствующие фазам завышенных ожиданий и последующей коррекции, такие как «Нейроинтерфейсы» и «Перспективные методы в искусственном интеллекте», с экономической точки зрения представляют собой объекты венчурного инвестирования и научно-исследовательских

и опытно-конструкторских работ. Их развитие сопряжено со значительными капитальными затратами, поскольку требуемые вычислительные мощности для обучения передовых моделей искусственного интеллекта демонстрируют экспоненциальный рост, удваиваясь каждые несколько месяцев, что требует долгосрочного стратегического планирования ресурсов^{9,10}. Более того, их масштабирование может столкнуться с фундаментальными ресурсными ограничениями, такими как исчерпание доступных человечеством данных для обучения¹¹. Вследствие этого прямой экономический эффект от внедрения таких технологий в краткосрочной перспективе не является очевидным, а отдача от инвестиций сопряжена с высоким риском. Тем не менее эти технологии обладают подрывным потенциалом, способным не просто оптимизировать существующие процессы, а фундаментально трансформировать саму модель функционирования транспортной системы. Государственная поддержка данных направлений является стратегической инвестицией в будущую конкурентоспособность национальной транспортной отрасли.

Качественная классификация, основанная на уровне готовности, формирует основу для принятия стратегических инвестиционных решений. Однако для операционного и тактического управления, а также для формирования конкретных проектных портфелей требуется более глубокий анализ, связывающий технические характеристики каждой технологии с ее конкретным экономическим назначением и потенциальными барьерами для внедрения. Необходимо декомпозировать каждую технологию, определить какие именно экономические проблемы она решает и какие ресурсы для этого требуются [Пьянкова, Ергунова, Митрофанова, 2023; Торопов, Федосеев, 2023].

Для более глубокого экономико-управленческого анализа необходимо классифицировать технологии не только по уровню зрелости, но и по их функциональному назначению в рамках производственного цикла транспортной услуги. С этой точки зрения все многообразие технологий ИТС можно свести к трем основным экономическим категориям: технологии сбора данных (сенсорный уровень), технологии анализа и прогнозирования (аналитический уровень) и технологии выработки и реализации управляющих воздействий (исполнительный уровень). Данная классификация позволяет оценить не просто отдельную технологию, а ее место в цепочке создания добавленной стоимости в рамках интеллектуальной системы управления (табл. 1).

Таблица 1. Классификация технологий ИТС по экономическому назначению и уровню готовности

Table 1. Classification of intelligent transport system technologies by economic purpose and technology readiness level

Технология (Литера)	УГТ	Экономическая категория	Основное экономическое применение	Ключевые технические барьеры для внедрения
Компьютерное зрение и биометрия (А)	9	Сбор данных	Автоматизация сбора данных о транспортных потоках, инцидентах, нарушениях правил дорожного движения, снижение затрат на ручной мониторинг	Требования к качеству видеосенсоров, вычислительные мощности для обработки, зависимость от погодных условий
Интернет вещей (Н)	8	Сбор данных	Получение данных в реальном времени от транспортных средств и инфраструктуры, основа для предиктивного технического обслуживания и ремонта и динамического управления	Обеспечение покрытия беспроводными сетями, стандартизация протоколов, кибербезопасность
Обработка больших данных (З)	9	Анализ и прогнозирование	Выявление скрытых закономерностей в транспортных потоках, оптимизация маршрутов, основа для долгосрочного планирования	Стоимость хранения и обработки данных, обеспечение качества и полноты данных, дефицит специалистов
Предиктивная аналитика (Л)	8	Анализ и прогнозирование	Прогнозирование заторов, спроса на перевозки, вероятности ДТП, переход от реактивного к проактивному управлению	Зависимость от качества исторических данных, сложность моделей, потребность в верификации прогнозов

⁹ Sevilla J., Roldan E. Training compute of frontier AI models grows by 4–5x per year. Epoch AI. Режим доступа: <https://epoch.ai/blog/training-compute-of-frontier-ai-models-grows-by-4-5x-per-year> (дата обращения: 30.09.2025).

¹⁰ Dean R. Compute Forecast. AI 2027. Режим доступа: <https://ai-2027.com/research/compute-forecast> (дата обращения: 30.09.2025).

¹¹ Villalobos P., Ho A., Sevilla J. et al. Will we run out of data? Limits of LLM scaling based on human-generated data. Epoch AI. Режим доступа: <https://epoch.ai/blog/will-we-run-out-of-data-limits-of-llm-scaling-based-on-human-generated-data> (дата обращения: 30.09.2025).

Окончание табл. 1

Технология (Литера)	УГТ	Экономическая категория	Основное экономическое применение	Ключевые технические барьеры для внедрения
Цифровые двойники (М)	9	Анализ и прогнозирование	Моделирование сценариев «что, если», тестирование управленческих решений без риска для реальной системы, оптимизация	Высокая стоимость создания и калибровки модели, потребность в постоянном обновлении данных
Рекомендательные системы (Г)	8	Управляющее воздействие	Персонализированное информирование участников движения, динамическая маршрутизация, снижение непроизводительных пробегов	Необходимость точных данных в реальном времени, сложность алгоритмов персонализации, интерпретируемость рекомендаций
Высокоавтоматизированные ТС (К)	9	Управляющее воздействие	Повышение пропускной способности за счет оптимизации движения в потоке, снижение аварийности, потенциал для снижения затрат на водителей	Высокая стоимость, регуляторные и юридические барьеры, вопросы этики и безопасности, требования к инфраструктуре

Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Анализ табл. 1 выявляет ключевую экономическую закономерность: технологии сбора данных, несмотря на высокий УГТ, сами по себе генерируют ограниченную добавленную стоимость. Их основная ценность заключается в том, что они являются «сырьем» для технологий аналитического уровня. В свою очередь, аналитические технологии (большие данные, предиктивная аналитика) создают новую информацию – прогнозы и инсайты, – которая является основой для принятия более эффективных управленческих решений. Максимальный экономический эффект достигается на уровне управляющих воздействий, где проанализированная информация трансформируется в конкретные действия, напрямую влияющие на экономические показатели системы (снижение задержек, оптимизация расхода топлива и т.д.)¹².

Следовательно, с точки зрения государственного управления и инвестиционной политики наиболее эффективной является стратегия комплексного, вертикально-интегрированного внедрения технологий. Инвестиции исключительно в сенсорный уровень (установка камер и датчиков) без соответствующего развития аналитических и управляющих систем приводят к накоплению «мертвых данных» и низкой отдаче от вложенных средств. Попытки внедрить сложные управляющие системы без адекватной инфраструктуры сбора и анализа данных обречены на неудачу из-за отсутствия качественной информационной подпитки.

Данный вывод подтверждается анализом зарубежного опыта. Успешные проекты представляют собой именно комплексные платформы, объединяющие все три уровня, от сбора данных с дорожных сенсоров до адаптивного управления светофорными циклами в реальном времени. Их экономическая эффективность достигается за счет синергии, когда каждый последующий уровень в технологической цепочке мультиплицирует ценность, созданную на предыдущем. Например, данные с детекторов потока (сбор) используются для построения краткосрочного прогноза (анализ), на основе которого система вносит корректировки в план координации светофоров (управление), минимизируя суммарные задержки в сети [Пьянкова, Ергунова, Митрофанова, 2023].

Технологический ландшафт ИТС представляет собой не просто набор разрозненных инструментов, а структурированную экосистему, эффективность которой определяется полнотой и качеством связей между ее элементами. Понимание данной структуры является критически важным для формирования эффективной стратегии цифровой трансформации. Оно позволяет перейти от тактики «лоскутной автоматизации» к стратегии построения целостной, многоуровневой системы управления, способной генерировать максимальный социально-экономический эффект. В результате определения какие технологии существуют и как они взаимосвязаны в цепочке создания ценности следующим логическим шагом является разработка и применение

¹² Приложение № 5 «Архитектура интеллектуальной транспортной системы городской агломерации» к Методике оценки и ранжирования локальных проектов в целях реализации мероприятия «Внедрение интеллектуальных транспортных систем...», утв. Распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации от 25 марта 2020 г. № АК-60-р. Режим доступа: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-mintransa-rossii-ot-25032020-n-ak-60-r/metodika-otsenki-i-ranzhirovaniia-lokalnykh-prilozhenie-n-5/> (дата обращения: 30.09.2025).

универсального инструментария для количественной оценки их потенциального экономического вклада, что позволит сделать выбор между различными технологическими конфигурациями и проектными решениями не интуитивным, а экономически обоснованным.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОЦЕНКА ПРОЕКТОВ ИТС: ОТ МЕТОДОЛОГИИ К ПРАКТИКЕ / ECONOMIC EFFICIENCY AND INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM PROJECT ASSESSMENT: FROM METHODOLOGY TO PRACTICE

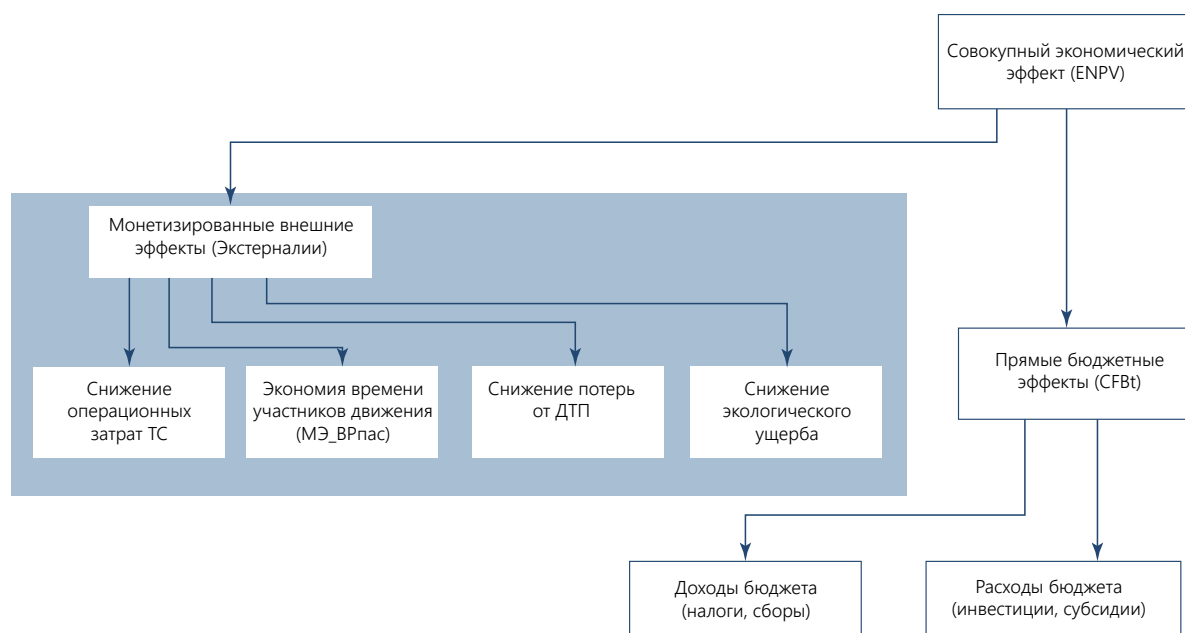
Оценка экономической эффективности проектов по внедрению ИТС представляет собой нетривиальную задачу, выходящую за рамки стандартного финансового анализа. Классические подходы, основанные на расчете чистой приведенной стоимости (англ. Net Present Value, далее – NPV) и внутренней нормы доходности (англ. Internal Rate of Return, IRR), ориентированы на оценку прямых денежных потоков проекта и не способны в полной мере учесть его совокупное влияние на экономику и общество. Специфика ИТС заключается в том, что их основной экономический эффект генерируется не через прямые доходы, а через создание значительных положительных экстерналий – внешних эффектов, которые проявляются в виде выгод для третьих лиц (участников дорожного движения, жителей агломераций, смежных отраслей) и общества в целом. К таким эффектам относятся сокращение временных потерь, снижение числа и тяжести ДТП, уменьшение операционных затрат на транспорт, а также снижение негативного воздействия на окружающую среду. Игнорирование данных экстерналий при оценке проектов приводит к систематической недооценке их реальной социально-экономической значимости и, как следствие, к неоптимальному распределению инвестиционных ресурсов.

В России этот методологический вызов нашел свое отражение в нормативно-правовой базе, регулирующей отбор проектов для государственного финансирования. Таким документом является Методика оценки и ранжирования локальных проектов в целях реализации мероприятия «Внедрение интеллектуальных транспортных систем, предусматривающих автоматизацию процессов управления дорожным движением в городских агломерациях, включающих города с населением свыше 300 тысяч человек» в рамках федерального проекта «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства» национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», утвержденная Министерством транспорта РФ¹³. Данная методика представляет собой значительный шаг вперед по сравнению с традиционным финансовым анализом, поскольку вводит в практику оценки понятие расширенной чистой приведенной стоимости (англ. Extended Net Present Value, далее – ENPV). С экономической точки зрения ENPV является интегральным показателем, который агрегирует не только прямые бюджетные потоки, но и монетизированную оценку ключевых внешних эффектов, что позволяет оценить проект с позиции его вклада в общественное благосостояние¹⁴.

Структура ENPV, согласно Методике, включает несколько ключевых компонентов, каждый из которых имеет четкую экономическую интерпретацию (рис. 4). Основой для расчета является денежный поток проекта с учетом внешних эффектов (S_i), который декомпозируется на две составляющие: денежные потоки бюджетов всех уровней (англ. Cash Flow of Budgets at Time, CFB_i) и монетизированную экономию времени для всех категорий пассажиров (МЭ_ВРпас). В развернутом виде структура денежного потока проекта с учетом внешних эффектов (S_i) в рамках данной методики включает алгебраическую сумму капитальных затрат (англ. Capital Expenditures, CAPEX), операционных затрат (англ. Operational Expenditures, OPEX), прямых бюджетных доходов (налоги, сборы, штрафы), а также монетизированной оценки экстерналий. К последним, помимо экономии времени в пути, относятся эффекты от снижения количества и тяжести ДТП, сокращения операционных расходов перевозчиков (топливо, износ транспортных средств) и уменьшения экологического ущерба. Именно учет данных нерыночных по своей природе эффектов является фундаментальным отличием ENPV от классического NPV.

¹³ Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 25 марта 2020 г. № АК-60-р «Об утверждении Методики оценки и ранжирования локальных проектов в целях реализации мероприятия “Внедрение интеллектуальных транспортных систем...”». Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/10/11079> (дата обращения: 30.09.2025).

¹⁴ Приложение № 5 «Архитектура интеллектуальной транспортной системы городской агломерации» к Методике оценки и ранжирования локальных проектов в целях реализации мероприятия «Внедрение интеллектуальных транспортных систем...», утв. Распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации от 25 марта 2020 г. № АК-60-р. Режим доступа: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-mintransa-rossii-ot-25032020-n-ak-60-r/metodika-otsenki-i-ranzhirovaniia-lokalnykh/prilozhenie-n-5/> (дата обращения: 30.09.2025).



Примечание: ТС – транспортное средство

Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Рис. 4. Структура совокупного ENPV от внедрения ИТС

Fig. 4. Structure of the ENPV from intelligent transport system implementation

Как показано на рис. 4, прямой бюджетный эффект (CFBt) отражает фискальное воздействие проекта на государственную казну и включает как инвестиционные и операционные расходы бюджетов всех уровней, так и дополнительные доходы (например, от сбора платы за проезд или штрафов). Однако основной вклад в ENPV вносят именно монетизированные внешние эффекты. Наиболее значимым из них, что прямо отражено в формуле Методики, является экономия времени участников движения. Данный показатель рассчитывается через монетизацию высвобождаемого времени экономически активного населения, стоимость которого приравнивается к среднемесячной номинальной заработной плате в регионе. Такой подход позволяет перевести социальный эффект (повышение комфорта и скорости передвижения) в прямую экономическую категорию, отражающую рост потенциальной производительности труда и увеличение свободного времени населения, которое может быть использовано для потребления или досуга. Таким образом, регуляторная база в лице Методики предоставляет готовый и экономически обоснованный инструментарий для оценки и сравнения проектов ИТС. Она трансформирует управленческую задачу из плоскости «внедрить технологию» в плоскость «выбрать технологическую конфигурацию, максимизирующую ENPV». Это позволяет на единой методологической основе сравнивать проекты с разным технологическим наполнением, например, проект по созданию адаптивной системы светофорного управления и проект по внедрению системы информирования водителей. Критерием выбора становится не техническое совершенство, а максимальный интегральный социально-экономический эффект на единицу вложенных бюджетных средств.

Практическое применение данной методологии требует решения двух ключевых задач:

- установления четкой количественной связи между внедряемыми технологиями ИТС и первичными физическими показателями эффективности дорожного движения;
- корректной монетизации изменений данных показателей.

Методика оценки предоставляет набор критериев и индикаторов, которые могут быть использованы для решения первой задачи. Анализ Приложений к Методике позволяет построить прямую аналитическую связь между технологическим функционалом ИТС и экономическими расчетами (табл. 2).

Как следует из табл. 3, ключевые технологии ИТС, такие как «Рекомендательные системы» (Г), «Предиктивная аналитика» (Л) и «Цифровые двойники» (М), оказывают комплексное воздействие сразу на несколько экономических показателей. Это подтверждает тезис о необходимости системного, а не фрагментарного подхода к внедрению. Например, внедрение системы адаптивного светофорного управления (технологии Г, Л) одновременно снижает среднюю задержку (экономия времени), уменьшает показатель перегруженности (экономия

топлива, снижение выбросов) и за счет сглаживания потока косвенно влияет на снижение числа ДТП. Таким образом, экономический эффект от внедрения ИТС носит синергетический характер, и оценка отдельных технологий в отрыве друг от друга может привести к существенной недооценке их совокупного вклада¹⁵.

Таблица 2. Адаптация показателей методики оценки для анализа технологий ИТС

Table 2. Mapping of evaluation methodology indicators to intelligent transport system technologies and their economic impact

Первичный показатель (Методика Минтранса)	Ед. изм.	Технологии ИТС, влияющие на показатель	Механизм влияния и экономическая интерпретация
Средняя задержка, ч/авт. в сутки	ч/авт.	Г, К, Л, М	Снижение времени в пути за счет оптимизации светофорных циклов, динамической маршрутизации и сглаживания транспортного потока
Временной индекс	ед.	Г, Л, М	Повышение предсказуемости времени в пути. Снижает издержки планирования для коммерческого транспорта и повышает комфорт для частных пользователей
Показатель перегруженности дорог	ед.	А, Г, З, Л, М	Снижение вероятности возникновения заторов, повышение средней скорости. Напрямую влияет на расход топлива, износ транспортных средств и уровень выбросов
Число погибших при ДТП	чел. на 100 тыс.	А, К, Л	Снижение вероятности ДТП за счет предиктивного выявления опасных ситуаций, автоматического торможения и информирования водителей. Прямой экономический эффект через снижение потерь валового регионального продукта
Объем выбросов загрязняющих веществ	прив. т-км	Г, К, Л, М	Снижение выбросов за счет оптимизации скоростного режима, уменьшения числа разгонов/торможений и сокращения времени работы двигателя на холостом ходу в заторах

Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Проблема заключается в высокой чувствительности итоговых расчетов ENPV к качеству исходных данных и точности прогнозных моделей. Зарубежный опыт указывает на то, что заявленные эффекты от внедрения ИТС могут существенно варьироваться. Например, система Miovision Adaptive в Питтсбурге позволила снизить время в пути на 25 % и выбросы – на 20 %, в то время как в пилотном проекте в Питерборо снижение задержек достигло 41,3 %. Такой разброс объясняется различиями в исходном состоянии транспортной системы, плотности УДС, качестве внедрения и калибровки системы. Это означает, что прямое экстраполирование зарубежных кейсов на российские условия некорректно и сопряжено с высокими рисками.

Данная вариативность эффектов актуализирует проблему информационной обеспеченности расчетов. Точность оценки ENPV находится в прямой зависимости от качества и гранулярности входных данных, получаемых с систем мониторинга. Отсутствие верифицированных данных о транспортных потоках, корреспонденциях, средней скорости и задержках на конкретных участках УДС вынуждает использовать усредненные или экспертные значения, что кратно снижает достоверность итоговых расчетов и повышает риск принятия неоптимальных инвестиционных решений.

Ключевой управленческой задачей становится не только применение правильной методики оценки, но и обеспечение ее качественными входными данными. Это требует развития систем мониторинга дорожного движения, которые должны стать не просто инструментом оперативного контроля, а поставщиком верифицированных данных для экономического моделирования и прогнозирования. Национальный проект «Безопасные качественные дороги» и связанные с ним методические документы Министерства транспорта РФ создают для этого необходимую нормативную базу, определяя перечень и порядок сбора ключевых параметров дорожного движения.

¹⁵ Проект обновленного национального стандарта ГОСТ Р ИСО 14813-1-2023 «Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы» (2023). Режим доступа: https://rosdormii.ru/upload/iblock/fac/r7kt32viaogiww3pn7lxbx6ieqvqy1y0/GOST-14813_1.pdf (дата обращения: 30.09.2025).

В России сформирован целостный методологический контур для экономически обоснованного управления процессом внедрения ИТС. Он включает:

- стратегическую цель – повышение социально-экономической эффективности транспортной системы;
- технологический инструментарий – реестр апробированных и перспективных технологий ИТС;
- методику оценки – экономико-математический аппарат (ENPV), позволяющий количественно оценить и сравнить различные проекты с учетом их совокупного влияния на общественное благосостояние (следует отметить, что, несмотря на прогрессивность данного подхода, применяемая методика имеет ограничения, поскольку она фокусируется преимущественно на прямых и легко монетизируемых эффектах, оставляя за рамками анализа более сложные для оценки косвенные и мультипликативные эффекты, к которым можно отнести влияние повышения транспортной доступности на капитализацию недвижимости, рост производительности труда в смежных отраслях за счет повышения предсказуемости логистики, а также агломерационные эффекты, возникающие вследствие интенсификации экономических связей);
- информационную базу – систему мониторинга дорожного движения, обеспечивающую сбор исходных данных для проведения расчетов.

Наличие данного контура создает предпосылки для перехода к следующему этапу цифровой трансформации – от пилотных внедрений отдельных подсистем к масштабированию комплексных, интегрированных решений, выбор которых основан на строгом экономическом расчете. Однако, как показывает практика, наличие формализованной методологии не всегда гарантирует ее эффективное применение. Существует ряд системных барьеров институционального и регуляторного характера, которые препятствуют полномасштабной реализации данного подхода и тормозят переход к более высоким уровням зрелости ИТС. Анализ этих барьеров является следующим необходимым шагом для понимания текущих проблем и формирования путей их решения.

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ И РЕГУЛЯТОРНЫЕ БАРЬЕРЫ НА ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ ИТС / INSTITUTIONAL AND REGULATORY BARRIERS TO INCREASING INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM MATURITY

Наличие стратегических целей, технологического инструментария и методологии экономической оценки формирует необходимый, но недостаточный базис для успешной цифровой трансформации транспортной отрасли. Практическая реализация потенциала ИТС сталкивается с рядом системных барьеров, которые носят преимущественно не технологический, а институциональный и регуляторный характер. Данные барьеры замедляют темпы внедрения, увеличивают транзакционные издержки и препятствуют достижению синергетического эффекта от интеграции различных подсистем, тем самым ограничивая переход к более высоким уровням зрелости ИТС. Анализ текущей практики и нормативной базы позволяет классифицировать эти барьеры и оценить их экономические последствия [Пьянкова, Ергунова, Митрофанова, 2023; Торопов, Федосееенкова, 2023].

Одним из наиболее существенных барьеров является институциональная и информационная фрагментация. Исторически сложилось так, что различные сегменты транспортной системы (управление светофорами, общественный транспорт, парковочное пространство, дорожные службы) управляются разными ведомствами и организациями. Каждая из них внедряет собственные автоматизированные системы, зачастую несовместимые друг с другом по протоколам обмена данными и архитектуре. Это приводит к созданию «цифровых колодез» – замкнутых информационных контуров, неспособных к эффективному взаимодействию. Экономическая сущность проблемы заключается в субоптимизации системы вследствие локальной оптимизации ее отдельных подсистем. Управление светофорными объектами в отрыве от данных о движении общественного транспорта или управление парковочным пространством без интеграции с системами навигации приводит к возникновению отрицательных межсегментных экстерналий. В результате улучшение показателей в одном сегменте (например, пропускной способности на перекрестке) может приводить к ухудшению показателей в другом (например, к увеличению времени в пути для общественного транспорта), снижая совокупный социально-экономический эффект. Экономические последствия такой фрагментации значительны:

- дублирование затрат – каждое ведомство вынуждено инвестировать в собственную инфраструктуру сбора и обработки данных (серверы, сети связи, центры обработки данных), что приводит к многократному дублированию капитальных и операционных расходов;
- невозможность комплексной оптимизации – оптимизация одного сегмента (например, светофорного регулирования) в отрыве от других (например, движения общественного транспорта) часто приводит

к субоптимальным решениям для системы в целом, и отсутствие единого информационного пространства не позволяет реализовывать сложные сценарии управления, такие как динамическое предоставление приоритета общественному транспорту с учетом реального пассажиропотока и дорожной обстановки;

- эффект Vendor Lock-in – использование проприетарных, закрытых протоколов от конкретных поставщиков оборудования создает зависимость заказчика от одного вендора, ограничивает конкуренцию и приводит к завышению стоимости на этапах модернизации и масштабирования системы.

Тесно связанным с первым является барьер терминологической и стандартной неоднозначности. Как показано в исследовании Н.Ю. Торопова и Е.С. Федосеенковой, даже в отношении такого базового элемента ИТС, как средства отображения информации в нормативной документации, отсутствует единый понятийный аппарат [Торопова, Федосеенкова, 2023]. Термины «знак переменной информации», «табло с изменяющейся информацией» и «динамическое информационное табло» используются как взаимозаменяемые, но при этом отсылают к различным стандартам, что создает прямые регуляторные коллизии. Экономические последствия данной проблемы проявляются на нескольких уровнях:

- усложнение процедур сертификации и государственных закупок – неоднозначность терминологии создает риски для производителей оборудования при прохождении обязательной сертификации и формирует почву для оспаривания результатов тендеров, что замедляет реализацию проектов;

- снижение качества проектных решений – отсутствие четких, унифицированных требований к техническим характеристикам и правилам применения оборудования приводит к тому, что в разных регионах и даже в рамках одной агломерации могут внедряться несовместимые или неоптимальные с точки зрения эргономики и безопасности решения;

- торможение инноваций – неопределенность в регуляторной среде снижает мотивацию производителей инвестировать в разработку новых технологий, поскольку отсутствует гарантия того, что их продукция будет соответствовать будущим требованиям и сможет быть сертифицирована.

Третьим системным барьером являются дефицит компетенций и отсутствие единых центров ответственности на региональном и муниципальном уровнях. Эффективная эксплуатация и развитие ИТС требует наличия у заказчика (города или региона) не только финансовых ресурсов, но и глубоких компетенций в области транспортного планирования, анализа данных, системной инженерии и управления проектами. Как показывает практика, во многих регионах такие компетенции либо отсутствуют, либо рассредоточены по разным структурам. Это приводит к тому, что даже при наличии финансирования проекты реализуются медленно, а внедренные системы используются не в полную силу. Отсутствие единого центра ответственности за развитие ИТС в агломерации не позволяет проводить согласованную техническую политику и преодолевать ведомственную разобщенность.

Преодоление данных барьеров требует системных, скоординированных действий на федеральном уровне (табл. 4).

Таблица 4. Классификация барьеров зрелости ИТС и направления их преодоления

Table 4. Classification of barriers to intelligent transport system maturity and strategies for overcoming them

Тип барьера	Проявление	Экономические последствия	Направления для преодоления
Институциональный	Ведомственная разобщенность, отсутствие единого центра ответственности	Дублирование затрат, субоптимальные решения, низкая эффективность эксплуатации ИТС	Создание на региональном уровне единых центров управления ИТС, внедрение единой цифровой платформы
Регуляторный	Терминологическая неоднозначность, отсутствие единых стандартов и протоколов	Усложнение госзакупок, торможение инноваций, риски для производителей	Гармонизация и актуализация национальной системы стандартов, утверждение единой архитектуры ИТС
Кадровый	Дефицит специалистов по транспортному планированию и анализу данных на региональном уровне	Некачественная подготовка проектов, неэффективное использование внедренных систем, низкий уровень зрелости	Разработка федеральных образовательных программ, создание центров компетенций, повышение квалификации

Составлено авторами по материалам исследования / Compiled by the authors on the materials of the study

Технологическая сложность ИТС достигла того уровня, когда ее дальнейшее эффективное развитие невозможно без создания единой институциональной и регуляторной «операционной системы». Ключевыми элементами такой системы должны стать:

- единая национальная архитектура ИТС – документ, который на федеральном уровне закрепил бы основные принципы построения систем, функциональные требования к подсистемам и, что наиболее важно, открытые протоколы и форматы обмена данными между ними, что позволит обеспечить совместимость решений от разных производителей и создать конкурентный рынок;
- гармонизированная система стандартов – проведение ревизии и актуализации существующих ГОСТов и предварительного национального стандарта с целью устранения противоречий и формирования единого, непротиворечивого понятийного аппарата;
- формирование центров компетенций – создание на базе ведущих отраслевых институтов федеральных центров компетенций, ответственных за методическую поддержку регионов, ведение реестра апробированных технологий и участие в разработке стандартов.

Анализ показывает, что следующий шаг в цифровой трансформации транспортной отрасли лежит преимущественно в организационно-управленческой, а не в технологической плоскости. Без решения системных проблем институциональной фрагментации и регуляторной неопределенности дальнейшие инвестиции в технологии будут приносить убывающую отдачу, а достижение высоких уровней зрелости ИТС, характеризующихся полной интеграцией и проактивным управлением, останется невозможным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Проведенный комплексный анализ экономико-управленческих аспектов цифровой трансформации транспортной отрасли России позволяет сделать ряд концептуальных выводов. Установлено, что процесс внедрения ИТС является не столько технологическим трендом, сколько экономически обусловленной необходимостью, направленной на переход от экстенсивной модели развития физической инфраструктуры к интенсивной модели управления транспортными потоками и ресурсами. Данный переход закреплен в ключевых документах стратегического планирования и нацелен на решение фундаментальных экономических задач: снижение транзакционных издержек, минимизацию потерь от заторов и ДТП, а также повышение мобильности населения и связности экономического пространства страны.

Исследование показало, что в основе цифровой трансформации лежит развитие «интеллектуально-информационной компоненты» управления, представляющей собой вертикально-интегрированную цепочку от сбора первичных данных до анализа, прогнозирования и реализации проактивных управляющих воздействий. Анализ технологического ландшафта продемонстрировал, что максимальный социально-экономический эффект достигается не за счет внедрения отдельных, пусть и высокотехнологичных, решений, а посредством создания комплексных, синергетических систем, объединяющих технологии сбора, анализа и управления.

Установлено, что в Российской Федерации сформирована адекватная методологическая база для экономической оценки проектов ИТС. Методика оценки и ранжирования локальных проектов Министерства транспорта РФ, основанная на расчете расширенной чистой приведенной стоимости (ENPV), является прогрессивным регуляторным инструментом, позволяющим проводить количественную оценку проектов с учетом их совокупного влияния на общественное благосостояние, включая монетизацию таких внешних эффектов, как экономия времени и повышение безопасности. Данный подход создает основу для перехода к экономически обоснованному принятию решений при формировании портфелей инвестиционных проектов в отрасли.

Вместе с тем исследование выявило, что основной барьер на пути к повышению уровня зрелости ИТС лежит не в технологической или методологической, а в институциональной и регуляторной плоскости. Ключевыми сдерживающими факторами являются:

- институциональная фрагментация, приводящая к созданию несовместимых «цифровых колодцев»;
- терминологическая и стандартная неоднозначность, усложняющая процессы сертификации и госзакупок и создающая эффект Vendor Lock-In;
- дефицит специализированных компетенций на региональном и муниципальном уровнях.

Данные барьеры препятствуют эффективной интеграции подсистем, снижают отдачу от инвестиций и тормозят переход от простых систем мониторинга к комплексным системам проактивного управления.

На основе полученных выводов можно сформулировать следующие практические рекомендации. Во-первых, необходимо ускорить разработку и утверждение национальной архитектуры ИТС и пакета гармонизированных стандартов, определяющих открытые протоколы обмена данными, что создаст условия для формирования конкурентного рынка и снижения интеграционных издержек. Во-вторых, следует обеспечить обязательное применение методологии оценки проектов на основе ENPV для всех инициатив, претендующих на государственное финансирование, с целью повышения эффективности бюджетных расходов. В-третьих, целесообразно создание федерального центра компетенций по ИТС для оказания методической поддержки регионам, ведения реестра апробированных решений и координации работ по стандартизации.

Перспективным направлением дальнейших исследований является построение эконометрических моделей на основе панельных данных по регионам России для количественной оценки эластичности валового регионального продукта и других макроэкономических показателей по уровню инвестиций в различные компоненты ИТС. Получение таких оценок позволит перейти от оценки эффектов на уровне отдельных проектов к макроэкономическому прогнозированию и обоснованию объемов государственного финансирования цифровой трансформации транспортной отрасли. Необходимо проведение полномасштабных эконометрических исследований на основе панельных данных по российским агломерациям для получения количественных оценок вклада различных технологий ИТС в социально-экономические показатели. Кроме того, отдельного изучения требуют мультипликативные эффекты от внедрения ИТС для смежных отраслей экономики, а также социальные аспекты цифровизации, включая вопросы принятия технологий обществом и проблемы цифрового неравенства. Решение данных задач позволит перейти от качественного анализа к количественному прогнозированию и более точному стратегическому планированию цифровой трансформации транспортной отрасли России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев Е.В., Артамонова Л.С., Бочков С.П. и др. Финансы автотранспортной и дорожной отраслей в условиях цифровизации экономики. М.: Русайнс; 2020. 342 с.
- Булатова Н.Н., Дугина Е.Л., Доржиева Е.В. Цифровое развитие региональной транспортно-логистической инфраструктуры. *p-Economy*. 2024;1(17):41–54. <https://doi.org/10.31133/2658-7307-2024-1-41-54>
- Гашикова Л.В., Морозова О.Ю. Понятие и сущность цифровизации в транспортно-логистических процессах. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2022;4-1:44–51.
- Гребенкина С.А., Гребенкина И.А., Благодир А.Л. Интеллектуальные транспортные системы как фактор социально-экономического развития. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки*. 2020;2:317–329.
- Пьянкова С.Г., Ергунова О.Т., Митрофанова И.В. Влияние транспортной инфраструктуры на устойчивое развитие территории в условиях нестабильности. *Геополитика и экогеодинамика регионов*. 2023;1(9):44–57. <https://doi.org/10.18411/g-1-2023-44>
- Рублева А.А., Рублева П.А. Цифровизация систем управления транспортными перевозками. *Вопросы устойчивого развития общества*. 2020;8:261–264.
- Торопов Н.Ю., Федосеев Е.С. Развитие нормативной базы в области интеллектуальных транспортных систем. *Дороги и мосты*. 2023;2(50):13–28.
- Williamson O. Transaction Cost Economics: The Natural Progression. *Journal of Retailing*. 2009;3(86):215–226. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2010.07.005>

REFERENCES

- Alekseenko E.V., Artamonova L.S., Bochkov S.P. et al. Finance of the motor transport and road industries in the context of the digitalization of the economy. Moscow: Rusains; 2020. 342 p. (In Russian).
- Bulatova N.N., Dugina E.L., Dorzhieva E.V. Digital development of regional transport and logistics infrastructure. *p-Economy*. 2024;1(17):41–54. (In Russian). <https://doi.org/10.31133/2658-7307-2024-1-41-54>
- Gashkova L.V., Morozova O.Y. The concept and essence of digitalization in transport and logistics processes. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2022;4-1:44–51. (In Russian).

Grebenkina S.A., Grebenkina I.A., Blagodir A.L. Intelligent transport systems as a factor of socio-economic development. Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Socio-economic sciences. 2020;2:317–329. (In Russian).

Pyankova S.G., Ergunova O.T., Mitrofanova I.V. The impact of transport infrastructure on the sustainable development of the territory in conditions of instability. Geopolitics and ecogeodynamics of regions. 2023;1(9):44–57. (In Russian). <https://doi.org/10.18411/g-1-2023-44>

Rubleva A.A., Rubleva P.A. Digitalization of transportation management systems. Issues of sustainable development of society. 2020;8:261–264. (In Russian).

Toropov N.Yu., Fedoseenkova E.S. Development of the regulatory framework in the field of intelligent transport systems. Roads and bridges. 2023;2(50):13–28. (In Russian).

Williamson O. Transaction Cost Economics: The Natural Progression. Journal of Retailing. 2009;3(86):215–226. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2010.07.005>