

УДК 656.13

<http://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-6-728-737>

Организационно-технические аспекты внедрения интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях

Сергей Андреевич Кузнецов¹✉, Виктор Алексеевич Николаев²

^{1, 2} Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Москва, Россия

¹ sergeykuznetsov2013@bk.ru✉

² nikolaeva@mail.ru

Аннотация

Цель. Разработка научно обоснованных рекомендаций по оптимизации процесса внедрения интеллектуальных транспортных систем (далее — ИТС) в городских агломерациях на базе систематизации организационно-технических аспектов их функционирования.

Задачи. Рассмотреть современные подходы к внедрению ИТС в процесс управления транспортными потоками; выявить в указанном процессе ключевые организационные и технические барьеры; провести оценку эффективности существующих моделей внедрения ИТС в системе управления транспортом; сформулировать рекомендации по оптимизации рассматриваемого процесса.

Методология. При проведении исследования применены системный анализ, сравнительный анализ, мониторинг, статистические методы обработки данных.

Результаты. Выявлены ключевые организационно-технические барьеры внедрения ИТС, а также выполнен сравнительный анализ эффективности управления транспортными потоками в различных городских агломерациях. Кроме того, разработана методика оценки эффективности ИТС. Авторами сформулированы комплексные рекомендации по оптимизации процесса внедрения, включающие в себя организационные и технические аспекты.

Выводы. Эффективное внедрение ИТС требует системного подхода и сбалансированного развития всех ее компонентов. Наиболее результативны проекты, основанные на поэтапном внедрении, с обеспечением масштабируемости архитектуры и интеграции всех подсистем управления. Предложенные рекомендации позволят повысить результативность управления транспортом в городских агломерациях.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, городские агломерации, транспортный контроль, цифровая трансформация, умный город

Для цитирования: Кузнецов С. А., Николаев В. А. Организационно-технические аспекты внедрения интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях // Экономика и управление. 2025. Т. 31. № 6. С. 728–737. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-6-728-737>

Organizational and technical aspects of the implementation of intelligent transport systems in urban agglomerations

Sergey A. Kuznetsov¹✉, Viktor A. Nikolaev²

^{1, 2} The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

¹ sergeykuznetsov2013@bk.ru✉

² nikolaeva@mail.ru

Abstract

Aim. The work aimed to develop scientifically based recommendations for optimizing the process of implementing intelligent transport systems (hereinafter referred to as ITS) in urban agglomerations based on the systematization of the organizational and technical aspects of their functioning.

© Кузнецов С. А., Николаев В. А., 2025

Objectives. The work seeks to review modern approaches to the implementation of ITS in the process of managing traffic flows; to identify key organizational and technical barriers in this process; to assess the effectiveness of existing models of implementing ITS in the transport management system; to formulate recommendations for optimizing the process under consideration.

Methods. The study employed system analysis, comparative analysis, monitoring, and statistical methods of data processing.

Results. The key organizational and technical barriers to the implementation of ITS were identified, and a comparative analysis of the effectiveness of managing traffic flows in various urban agglomerations was performed. In addition, a methods for assessing the ITS effectiveness were developed. The authors have formulated comprehensive recommendations for optimizing the implementation process, including organizational and technical aspects.

Conclusions. Effective implementation of ITS requires a systematic approach and balanced development of all its components. The most effective projects are those based on phased implementation, ensuring scalability of the architecture and integration of all management subsystems. The proposed recommendations will improve the efficiency of transport management in urban agglomerations.

Keywords: *intelligent transport systems, urban agglomerations, transport controlling, digital transformation, smart city*

For citation: Kuznetsov S.A., Nikolaev V.A. Organizational and technical aspects of the implementation of intelligent transport systems in urban agglomerations. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2025;31(6):728-737. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-6-728-737>

Введение

Урбанизация и рост автомобилизации усложнили транспортные системы городов. Это привело к перегруженности дорог, увеличению аварийности и негативному воздействию на экологию. Решение указанных проблем требует системного подхода [1]. Интеллектуальные транспортные системы (далее — ИТС) интегрируют современные технологии, повышая эффективность и безопасность движения без кардинальной перестройки инфраструктуры [2].

Транспортные проблемы в российских городах вызывают существенные экономические потери, такие как прямые издержки, ухудшение экологической обстановки и снижение качества жизни населения. По оценкам экспертов, представленным в исследовании [3], экономические потери от неэффективной организации транспортных потоков в крупнейших агломерациях России достигают 7–9 % валового регионального продукта (ВРП). В крупных агломерациях высокая плотность населения и деловой активности усиливает нагрузку на транспортную инфраструктуру.

В отечественных исследованиях последних лет в области ИТС акцентировано внимание на интеграции технологий цифровых двойников, искусственного интеллекта и стандартизации архитектур ИТС. Так, в работе И. А. Евстигнеева [4] рассмотрены

особенности проведения испытаний кооперативных ИТС в России, указано на важность создания системы тестирования для обеспечения безопасности и эффективности внедрения новых технологий. В работе А. П. Гузь и С. В. Пальмова [5] проведен анализ внедрения цифровых двойников в ИТС. Авторами выделены ключевые преимущества технологии, в том числе повышение точности моделирования транспортных потоков, а также исследованы барьеры ее распространения в российских условиях. Кроме того, в статье Р. В. Колесникова и В. В. Сенцова [6] представлены результаты исследования об использовании искусственного интеллекта для обеспечения безопасности транспортной инфраструктуры России, включая анализ существующих систем и разработку новых моделей. Эти исследования отражают современные тенденции в развитии ИТС и указывают на необходимость комплексного подхода при их внедрении в условиях российских городских агломераций.

Теоретические основы внедрения ИТС в городских агломерациях

По определению С. В. Жанказиева, интеллектуальная транспортная система — это «система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии

Периодизация развития технологий ИТС

Table 1. Periodization of intelligent transport system technology development

Период, гг.	Поколение ИТС	Характеристики	Ключевые технологии
1970–1980	Первое	Локальные изолированные системы управления движением	Детекторы транспорта, адаптивные светофоры
1990–2000	Второе	Интегрированные системы управления дорожным движением	Камеры видеонаблюдения, централизованное управление светофорами
2000–2010	Третье	Информационные системы для участников движения	GPS-навигация, информационные табло, мобильные приложения
2010–2020	Четвертое	Кооперативные ИТС (C-ITS)	V2X-коммуникации, беспилотные транспортные средства
2020 — настоящее время	Пятое	Интегрированные мультимодальные транспортные системы	Искусственный интеллект, предиктивная аналитика, цифровые двойники

Источник: составлено авторами.

управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным комплексом региона, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств» [1, с. 15].

Архитектура современных ИТС включает в себя четыре взаимосвязанных уровня:

1) уровень сбора данных — мониторинг транспортных потоков через детекторы, камеры и датчики;

2) уровень обработки и управления — анализ собранных данных и принятие управленческих решений в центрах управления транспортной системой;

3) уровень воздействия — управление дорожным движением через светофоры, знаки переменной информации и другие исполнительные устройства;

4) уровень сервисов — предоставление информации участникам движения, управление общественным транспортом и электронные платежные системы [7].

Развитие ИТС прошло несколько этапов, как следует из таблицы 1. Каждый из них характеризуется определенным уровнем технологий и подходов к управлению дорожным движением.

Представленная периодизация отражает эволюцию технологических возможностей ИТС. Однако на практике внедрение этих технологий происходит с некоторым опозданием, что обусловлено организационными, финансовыми и нормативно-правовыми барьерами. Так, если в мировой практике уже активно внедряются технологии пятого поколения ИТС, то в России большинство

городов находятся на этапе перехода от третьего к четвертому поколению.

Развитие ИТС демонстрирует эволюцию от локальных решений к комплексным системам. На первом этапе реализованы изолированные функции управления светофорами, на втором — интегрированные системы управления движением. Третье поколение характеризовалось внедрением информационных сервисов для участников движения. Четвертое поколение принесло технологии Vehicle-to-Everything (V2X), обеспечивающие взаимодействие транспортных средств с инфраструктурой, другими участниками движения и сетями, а также кооперативные системы. Сегодня ИТС активно дополняют алгоритмами машинного обучения и когнитивными технологиями, а также внедрением цифровых двойников, позволяющих имитировать работу транспортной инфраструктуры в режиме реального времени. На текущем этапе развития ИТС эволюционируют от локальных решений к комплексным платформам, интегрирующим различные виды транспорта и обеспечивающим оптимизацию в целом транспортной системы городской агломерации по критериям сокращения времени в пути, повышения безопасности движения и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Анализ зарубежного опыта внедрения ИТС показывает значительное разнообразие подходов и решений, адаптированных к специфике конкретных городских агломераций. Наиболее успешные примеры реализации комплексных ИТС можно найти в Индонезии, Китае и Испании.

В Бандунге, в частности, система электронного дорожного ценообразования (ERP) показала высокую эффективность: на основных магистралях (Jalan Sukajadi, Dr. Djunjunan) прослеживается снижение трафика на 23–38 %, а также улучшение экономических показателей управления дорожным движением [8]. Этот опыт подтверждает рентабельность цифровых решений для развивающихся городов с высокой плотностью транспортных потоков.

При анализе 200 тыс. транзакций смарт-карт в мультимодальных системах в Китае выявлено, что лишь 40 % пассажиров выбирают ближайшую станцию для пересадки с автобуса на метро. Ключевыми факторами выбора стали длина пешего маршрута (пиковая чувствительность на дистанции 0,6 км), плотность коммерческой инфраструктуры вокруг станций и удаленность от центра города [9]. Эти данные говорят о необходимости поведенческого анализа при проектировании транспортных узлов.

Барселонская модель «Суперкварталы» (Superblock) реорганизует городское пространство, приоритизируя пешеходные зоны и общественный транспорт. Пилотные проекты показали снижение уровня шума на 5 дБ, сокращение выбросов NO₂ на 25 % и рост физической активности жителей на 15 % [10]. Несмотря на медленную реализацию, модель стала эталоном для европейских городов, сочетая экологические преимущества (снижение выбросов) и социальные выгоды (повышение качества жизни).

В России внедрение ИТС находится на этапе перехода от третьего к четвертому поколению. При этом в большей степени успехи в реализации систем пятого поколения с применением искусственного интеллекта и предиктивной аналитики достигнуты в Москве. Так, в столице России реализована комплексная ИТС, включающая в себя более 40 тыс. единиц периферийного оборудования, объединенных в одну систему управления.

Несмотря на успешную реализацию комплексной ИТС в Москве, состоящей из более 40 тыс. единиц периферийного оборудования, мегаполис сталкивался и продолжает сталкиваться с рядом проблем, особенно на начальных этапах внедрения. Однако значительные финансовые ресурсы и административная поддержка позволили в большей степени преодолеть типичные барьеры. В остальных городах России внедрение ИТС

сопровождается более существенными препятствиями. В их числе — ограниченное финансирование (недостаточное для полномасштабного развертывания систем), отсутствие единых стандартов и низкий уровень координации между различными ведомствами и организациями.

Развитие нормативно-правовой базы в области ИТС в России осуществляется в рамках национального проекта «Безопасные и качественные дороги» и Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г. [11] с прогнозом на период до 2035 г. Национальный проект «Безопасные и качественные дороги» предусматривает внедрение ИТС в 64 агломерациях с населением более 300 тыс. к 2030 г. Минтранс разработаны рекомендации по структуре, функциональности и характеристикам ИТС [11].

Дальнейшее развитие нормативно-правовой базы в области ИТС связано с гармонизацией российских стандартов с международными, разработкой стандартов для новых технологий пятого поколения ИТС, включая интеграцию искусственного интеллекта, цифровых двойников и беспилотного транспорта, а также созданием механизмов государственно-частного партнерства в сфере развития транспортной инфраструктуры, совершенствованием и расширением применения механизмов государственно-частного партнерства в сфере развития транспортной инфраструктуры, адаптацией их под специфику проектов ИТС.

Организационные аспекты внедрения ИТС

Успешное внедрение ИТС в городских агломерациях требует эффективного взаимодействия заинтересованных сторон. Развитие ИТС должно осуществляться на базе системного подхода с учетом интересов всех участников транспортного процесса. Выделяют несколько ключевых групп стейкхолдеров:

- 1) государственные органы управления (федеральные, региональные и муниципальные структуры, ответственные за транспортную политику);
- 2) транспортные операторы (предприятия общественного транспорта, такси, каршеринговые компании);
- 3) поставщики технологических решений (компании-разработчики компонентов ИТС, системные интеграторы);
- 4) научно-образовательные организации (вузы и НИИ, занимающиеся исследованиями в области транспорта);

Основные подходы к управлению рисками при внедрении ИТС

Table 2. Main approaches to risk management in intelligent transport system implementation

Группа рисков	Факторы риска	Методы управления
Технологические	Инновационность технологий, проблемы совместимости	Стандартизация технических решений, поэтапное внедрение, пилотные проекты
Организационные	Сложность координации, бюрократические барьеры	Создание единого центра управления, применение проектного подхода
Финансовые	Высокие затраты, неопределенность эффектов	Привлечение частных инвестиций, государственно-частное партнерство
Политические	Изменение приоритетов, административные барьеры	Нормативное закрепление стратегии развития ИТС, общественная поддержка
Экологические	Критические природно-климатические ситуации	Мониторинг, прогнозирование и разработка превентивных мер, направленных на снижение потерь

Источник: составлено авторами.

5) конечные пользователи (водители личного транспорта, пассажиры общественного транспорта, пешеходы, велосипедисты).

Успешное внедрение ИТС требует координации действий перечисленных выше групп стейкхолдеров. В Москве применяют многоуровневую модель: стратегический уровень (правительство города), тактический (профильные департаменты) и оперативный (исполнители проектов). Ключевую роль в этой структуре выполняет единый городской центр управления ИТС, обеспечивающий координацию действий участников и интеграцию различных подсистем в единый комплекс.

А. О. Меренков, исследуя организационные аспекты внедрения ИТС, предлагает модель управления данным процессом, основанную на принципах проектного подхода. Он выделяет следующие механизмы координации между участниками внедрения ИТС: институциональные, информационные, регламентные и контрактные. Эффективность этих механизмов во многом зависит от наличия адекватной нормативно-правовой базы и политической воли руководства региона [12].

С точки зрения О. А. Будника, В. А. Ткачёвой и Д. М. Локтева [13], к ключевым рискам внедрения ИТС относятся технологические, организационные, финансовые и политические, отраженные в таблице 2. Так, О. А. Будник, В. А. Ткачёва и Д. М. Локтев предлагают поэтапное внедрение ИТС, позволяющее постепенно расширять функциональность и оперативно устранять проблемы [13].

Управление рисками предполагает не только минимизацию последствий, но и проактивное предотвращение проблем. Важны комплексный подход, планирование, мони-

торинг и адаптация стратегии к изменяющимся условиям [13].

Дополняя рассмотренные теоретические подходы к организации внедрения ИТС, целесообразно проанализировать практический опыт реализации успешных технико-технологических проектов в российских и зарубежных городах, что находит отражение в таблице 3. Анализ практики реализации ИТС в России и за рубежом позволяет выделить главные организационно-технические условия, обеспечивающие эффективное внедрение этих систем:

1) формирование проектного офиса с межведомственными полномочиями;

2) этапность внедрения с непрерывной оценкой эффективности.

На основе анализа успешных проектов предлагаем следующие организационно-технические решения:

- разработку типовых функциональных спецификаций для компонентов ИТС с определением обязательных протоколов взаимодействия на федеральном уровне;
- включение в проекты внедрения ИТС обязательного компонента по формированию локального экспертного сообщества с финансированием научно-исследовательских работ в размере 3–5 % от общего бюджета;
- законодательное закрепление возможности применения механизмов гибкого бюджетирования для проектов ИТС, в том числе с использованием инструментов государственно-частного партнерства.

Технические аспекты внедрения ИТС

Архитектура ИТС представляет собой многоуровневую структуру, обеспечивающую функционирование всех ее компонентов.

Примеры успешных технико-технологических проектов внедрения ИТС

Table 3. Examples of successful technical and technological projects for the implementation of intelligent transport system

Город/страна	Проект	Ключевые особенности
Казань	Центр организации дорожного движения (ЦОДД) с прямым подчинением заместителю главы города	Централизованная структура с межведомственными полномочиями
Екатеринбург	«Умный трамвай»	Трехэтапная реализация с независимой оценкой каждого этапа
Новосибирск	Гибкие технические спецификации	Функциональные требования вместо детализированных технических
Томск	Лаборатория «Умный транспорт» на базе вуза	Подготовка специалистов и тестирование технологий
Тюмень	Гибкое бюджетирование	Базовый (60 %), адаптивный (30 %) и инновационный (10 %) бюджеты
Бандунг (Индонезия)	Электронное дорожное ценообразование (ERP)	Динамическое изменение тарифов в зависимости от загруженности дорог
Барселона (Испания)	Модель «суперкварталов» (Superblock)	Преобразование улиц в пешеходные зоны, приоритет общественного транспорта
Китай (глобальный кейс)	Анализ смарт-карт мультимодальных систем	Выявление поведенческих паттернов (40 % пассажиров не выбирают ближайшую станцию)

Источник: составлено авторами.

Согласно ГОСТ Р 56294-2014 архитектура ИТС включает в себя сбор данных (транспортные и погодные параметры), передачу (телекоммуникационную инфраструктуру), обработку (анализ, принятие решений) и представление (интерфейсы для операторов и пользователей).

Эффективность функционирования ИТС в значительной степени определена составом и характеристиками ее технологических компонентов. Анализ исследований А. И. Воробьева, М. В. Гаврилюка, М. Г. Плетьева [14] позволяет выделить ряд технологических компонентов:

1. Средства сбора данных о транспортных потоках и дорожных условиях.
2. Системы связи и телекоммуникаций.
3. Центры обработки данных и управления.
4. Исполнительные устройства и средства информирования.

Для реализации этих требований Д. В. Петрова рекомендует применять современные подходы к организации мониторинга пассажиропотоков, предусматривающие использование цифровых технологий и аналитических инструментов [2]. Особое внимание должно быть уделено защите критически значимых компонентов, таких как центры управления и системы адаптивного светофорного регулирования.

В таблице 4 указаны технические характеристики разных поколений ИТС [14].

Представленная в таблице 1 периодизация включает в себя пять поколений развития ИТС, в том числе новейшие разработки пятого поколения, находящиеся в настоящее время на начальном этапе внедрения. Однако с точки зрения технических характеристик и архитектурных решений наиболее значимые трансформации произошли в рамках трех основных поколений (первого, второго и третьего), как следует из таблицы 4. Четвертое и пятое поколения, хотя и вносят существенные изменения в организационные и функциональные аспекты ИТС, с технической точки зрения представляют эволюционное развитие архитектурных решений третьего поколения, обогащенных новыми технологиями искусственного интеллекта и беспроводных коммуникаций.

Методика оценки эффективности внедрения ИТС

Для объективной оценки эффективности внедрения ИТС необходимо использовать комплексный подход, учитывающий различные аспекты их функционирования. На основе анализа можно выделить ключевые показатели эффективности внедрения ИТС:

1. Транспортные показатели:
 - снижение времени в пути;
 - повышение пропускной способности дорожной сети;

КУЗНЕЦОВ С. А., НИКОЛАЕВ В. А. Организационно-технические аспекты внедрения интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях

Технические характеристики разных поколений ИТС

Table 4. Technical characteristics of different generations of intelligent transport systems

Характеристики	Первое поколение ИТС (1970–1990)	Второе поколение ИТС (1990–2010)	Третье поколение ИТС (с 2010 г.)
Архитектура	Централизованная, монолитная	Иерархическая, распределенная	Сервис-ориентированная, облачная
Источники данных	Стационарные детекторы	Детекторы + видеонаблюдение	Мультимодальные (детекторы, видео, мобильные, FCD)
Обработка данных	Детерминированные алгоритмы	Адаптивные алгоритмы	Интеллектуальные алгоритмы (искусственный интеллект, машинное обучение)
Коммуникации	Проводные, выделенные линии	Проводные + беспроводные (GSM)	Высокоскоростные проводные + беспроводные (5G, DSRC)
Масштабируемость	Низкая	Средняя	Высокая
Интеграция	Закрытые интерфейсы	Проприетарные API	Открытые стандарты, микросервисы

Источник: составлено авторами.

- снижение времени реагирования на инциденты.
- 2. Экономические показатели:
- сокращение транспортных издержек;
- снижение затрат на содержание и ремонт дорог;
- экономия топлива и энергоресурсов.

3. Социальные и экологические показатели:

- снижение количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП);
- уменьшение выбросов;
- снижение уровня шума.

Выбор указанных групп показателей для интегральной оценки основан на систематизации подходов к оценке эффективности ИТС, представленных в работах П. П. Пилипенко, Д. В. Петрова [2]. В отличие от подходов, изложенных в работах А. И. Воробьева, М. В. Гаврилюка, М. Г. Плетнёва [14], предлагаемый интегральный показатель позволяет адаптировать систему оценки к специфике конкретной городской агломерации благодаря гибкой системе весовых коэффициентов и возможности включения дополнительных критериев в зависимости от приоритетов развития транспортной системы.

Для комплексной оценки эффективности внедрения ИТС предлагаем использовать интегральный показатель, рассчитываемый по формуле $I = \sum(wi \times Ki)$, где I — интегральный показатель эффективности, wi — вес i -го показателя, Ki — нормированное значение i -го показателя.

Весовые коэффициенты (wi) определяет экспертная комиссия, формируемая из представителей органов управления транспортным комплексом, научного сообщества

и бизнес-структур, участвующих во внедрении ИТС. Как утверждают О. А. Будник, В. А. Ткачёва и Д. М. Локтев [13], при оценке эффективности ИТС важен дифференцированный подход, учитывающий местную специфику. Для повышения объективности оценки нами разработана процедура определения весов, основанная на методике экспертных оценок, описанной в работе А. О. Меренкова.

Сумма всех весовых коэффициентов должна быть равна единице. Это обеспечит нормализацию интегрального показателя и позволит проводить сравнительный анализ эффективности внедрения ИТС в различных городских агломерациях.

Разработанный интегральный показатель принимает значения от 0 до 1. При этом значения, близкие к единице, свидетельствуют о высокой эффективности внедрения ИТС. С помощью анализа опыта внедрения ИТС в Москве, Санкт-Петербурге и Казани предлагаем шкалу интерпретации значений:

- 0,75–1,00 — высокая эффективность внедрения ИТС (системный эффект достигнут по всем группам показателей);
- 0,50–0,74 — средняя эффективность (значительные улучшения наблюдаются по отдельным группам показателей);
- 0,25–0,49 — низкая эффективность (локальные улучшения отдельных параметров);
- 0,00–0,24 — неэффективное внедрение (отсутствие значимых улучшений).

Предложенная шкала позволяет не только оценить текущее состояние, но и определить динамику изменений при реализации мероприятий по совершенствованию ИТС.

Разработанная методика способствует учету различных аспектов функционирования ИТС и помогает получить обобщенную оценку эффективности ее внедрения, что видится важным для принятия управленческих решений о дальнейшем развитии системы.

Результаты анализа текущего состояния внедрения ИТС в городских агломерациях России

В рамках национального проекта «Безопасные и качественные дороги», реализуемого с 2019 г., предусмотрено внедрение ИТС в 64 городских агломерациях с населением более 300 тыс. человек. По данным Министерства транспорта РФ, на конец 2024 г. элементы ИТС различного уровня внедрены в 53 городских агломерациях [11].

Общий объем финансирования проектов по внедрению ИТС в 2019–2024 гг. составил около 42,5 млрд руб., из которых 34,8 млрд руб. (82 %) — средства федерального бюджета, а 7,7 млрд руб. (18 %) — средства региональных и муниципальных бюджетов [15]. К тому же наблюдается постепенное выравнивание в распределении средств: если в 2022 г. на пять крупнейших агломераций приходилось более 40 % всех инвестиций, то к концу 2024 г. эта доля снизилась до 36 %.

Отчеты о результатах внедрения ИТС указывают на ряд изменений ключевых показателей:

- в Москве, по данным Департамента транспорта за 2023–2024 гг. [15], наблюдается повышение средней скорости движения на 17 % по сравнению с 2019 г., снижение количества ДТП на 28 %, сокращение времени реагирования экстренных служб на инциденты на 32 %;
- в Санкт-Петербурге, согласно данным Комитета по транспорту за 2023–2024 гг. [15], выявлено повышение скорости движения общественного транспорта на 19 %, снижение среднего времени ожидания на остановках на 24 %;
- в Казани, по информации Исполнительного комитета города за 2024 г., достигнуто повышение пропускной способности ключевых магистралей на 22 %, сокращение времени в пути на 15 %;
- в Екатеринбурге, как показывает отчет Министерства транспорта Свердловской области за 2023–2024 гг., прослеживается снижение количества заторов на 19 %, уменьшение выбросов CO₂ на 14 %.

Рекомендации по совершенствованию процесса внедрения ИТС

На основе представленного анализа сформулированы рекомендации для эффективного внедрения ИТС в городских агломерациях.

1. Создание центров компетенций на федеральном и региональном уровнях для методической поддержки и координации участников.

2. Развитие государственно-частного партнерства для привлечения внебюджетных инвестиций.

3. Совершенствование нормативной базы.

В техническом аспекте ключевые рекомендации включают в себя:

1) разработку типовых архитектур ИТС для агломераций разного масштаба;

2) унификацию требований к интеграции компонентов, переход от закрытых интерфейсов к открытым стандартам для создания гибких и масштабируемых систем;

3) обеспечение модульности и масштабируемости;

4) развитие отечественных технологий для повышения информационной безопасности.

Выводы

Внедрение ИТС — сложный процесс, требующий системного подхода. Эффективность зависит не только от технологий, но и от организации их реализации. Лучшие результаты показывают проекты с интеграцией всех компонентов в единый комплекс.

В процессе анализа российского и зарубежного опыта выявлены следующие барьеры: несогласованность ведомств, фрагментарность внедрения, недостаточная нормативная база, техническая несовместимость и ограниченность финансирования. Их решение требует комплексного подхода, в частности совершенствования законодательства, координации участников, стандартизации технологий и диверсификации источников финансирования.

Сформулированы практические рекомендации по оптимизации процесса внедрения ИТС, включающие в себя создание единых центров компетенций, развитие механизмов государственно-частного партнерства, разработку типовых архитектурных решений, обеспечение технической совместимости компонентов и формирование эффективных методик финансирования.

Список источников

1. Пилипенко П. П., Бабынина Л. С., Тимошенко Г. А. Цифровые двойники в управлении транспортной инфраструктурой // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. 2022. Т. 11. № 4. С. 31–43. <https://doi.org/10.12737/2306-627X-2022-11-4-31-43>
2. Петрова Д. В. Современные подходы к организации мониторинга пассажиропотоков общественного транспорта городских агломераций // International Journal of Open Information Technologies. 2020. Т. 8. № 1. С. 47–57.
3. Прохорова И. С. Цифровая трансформация транспортного комплекса РФ: условия стимулирования инновационной восприимчивости // Экономические и социальные проблемы России. 2024. № 2. С. 48–72. <https://doi.org/10.31249/espr/2024/02.03>
4. Евстигнеев И. А. Основы испытаний кооперативных интеллектуальных транспортных систем. М., СПб.: КОСТА, 2023. 304 с.
5. Гузь А. Р., Пальмов С. В. Цифровой двойник в интеллектуальной транспортной системе // Региональная и отраслевая экономика. 2023. № 1. С. 112–116. https://doi.org/10.47576/2949-1916_2023_1_112
6. Колесников Р. В., Сенцов В. В. Искусственный интеллект в обеспечении безопасности транспортной инфраструктуры России // Вестник Воронежского института МВД России. 2024. № 2. С. 195–203.
7. Полтавская Ю. О. Определение показателей оценки эффективности интеллектуальных транспортных систем // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2022. № 19. С. 130–137.
8. Hamtam M. N., O R M. A., Nurwidya A O., Novriani S. Potential application of electronic road pricing (ERP) on Bandung city roads // Journal of World Science. 2024. Vol. 3. No. 10. P. 1340–1350. <https://doi.org/10.58344/jws.v3i10.1215>
9. Chen E., Stathopoulos A., Nie Y. Transfer station choice in a multimodal transit system: An empirical study // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2022. Vol. 165. P. 337–355. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.09.014>
10. The Superblock model: A review of an innovative urban model for sustainability, liveability, health and well-being / M. Nieuwenhuijsen, A. de Nazelle, M. C. Pradas et al. // Environmental Research. 2024. Vol. 251. Article 118550. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118550>
11. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/ (дата обращения: 20.03.2025).
12. Меренков А. О. Организационно-экономические аспекты формирования интеллектуальных транспортных систем в сфере городского пассажирского транспорта: дис. ... канд. экон. наук. М., 2016. 175 с.
13. Будник О. А., Ткачёва В. А., Локтев Д. М. Развитие интеллектуальных транспортных систем в России: аспекты законодательства // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2024. № 2.
14. Воробьев А. И., Гаврилюк М. В., Плетьов М. Г. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Интеллектуальные транспортные системы». М.: МАДИ, 2016. 44 с.
15. Транспорт России: информационно-статистический бюллетень (январь – декабрь 2024 года). М.: Министерство транспорта Российской Федерации, 2025. 39 с.

References

1. Pilipenko P.P., Babynina L.S., Timoshenko G.A. Digital twins in transport infrastructure management. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki. Ekonomika firmy = Scientific Research and Development. Economics of the Firm*. 2022;11(4):31-43. (In Russ.). <https://doi.org/10.12737/2306-627X-2022-11-4-31-43>
2. Petrova D.V. Modern approaches to the organization of public transport passenger traffic monitoring in urban agglomerations. *International Journal of Open Information Technologies*. 2020;8(1):47-57. (In Russ.).
3. Prokhorova I.S. Digital transformation of the transport complex of the Russian Federation: Conditions for stimulating innovative susceptibility. *Ekonomicheskie i sotsial'nye problemy Rossii = Economic and Social Problems of Russia*. 2024;(2):48-72. (In Russ.). <https://doi.org/10.31249/espr/2024/02.03>
4. Evstigneev I.A. Fundamentals of testing cooperative intelligent transport systems. Moscow, St. Petersburg: KOSTA; 2023. 304 p. (In Russ.).
5. Guz A.R., Palmov S.V. Digital twin in an intelligent transport system. *Regional'naya i otraslevaya ekonomika = Regional and Sectoral Economy*. 2023;(1):112-116. (In Russ.). https://doi.org/10.47576/2949-1916_2023_1_112
6. Kolesnikov R.V., Sentsov V.V. Artificial intelligence in ensuring the safety of Russian transport infrastructure. *Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii = The Bulletin*

of Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2024;(2):195-203. (In Russ.).

7. Poltavskaya Yu.O. Determination indicators assessing efficiency of intelligent transport systems. *Sbornik nauchnykh trudov Angarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2022;(19):130-137. (In Russ.).

8. Hammam M.N., Or M.A., Nurwidya A.O., Novriani S. Potential application of electronic road pricing (ERP) on Bandung city roads. *Journal of World Science*. 2024;3(10):1340-1350. <https://doi.org/10.58344/jws.v3i10.1215>

9. Chen E., Stathopoulos A., Nie Y. Transfer station choice in a multimodal transit system: An empirical study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2022;165:337-355. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.09.014>

10. Nieuwenhuijsen M., de Nazelle A., Pradas M.C., et al. The superblock model: A review of an innovative urban model for sustainability, liveability, health and well-being. *Environmental Research*. 2024;251:118550. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118550>

11. Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 with a forecast for the period up to 2035. Order of the Government of the Russian Federation of November 27, 2021 No. 3363-r. Konsul'tantPlyus. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/ (accessed on 20.03.2025). (In Russ.).

12. Merenkov A.O. Organizational and economic aspects of the formation of intelligent transport systems in the field of urban passenger transport. Cand. econ. sci. diss. Moscow, 2016. 175 p. (In Russ.).

13. Budnik O.A., Tkacheva V.A., Loktev D.M. Development of intelligent transport systems in Russia: Aspects of legislation. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2024;(2):16. (In Russ.).

14. Vorob'ev A.I., Gavriluk M.V., Pletnev M.G. Guidelines for laboratory work on the course "Intelligent Transport Systems". Moscow: Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI); 2016. 44 p. (In Russ.).

15. Transport of Russia: Information and statistical bulletin (January-December 2024). Moscow: Ministry of Transport of the Russian Federation; 2025. 39 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Сергей Андреевич Кузнецов

аспирант

Российская академия народного хозяйства
и государственной службы при Президенте РФ
119571, Москва, Вернадского пр., д. 82,
стр. 1

Виктор Алексеевич Николаев

доктор экономических наук, профессор,
профессор Института бизнеса и делового
администрирования (ИБДА)

Российская академия народного хозяйства
и государственной службы при Президенте РФ
119571, Москва, Вернадского пр., д. 82,
стр. 1

Поступила в редакцию 02.04.2025
Прошла рецензирование 19.05.2025
Подписана в печать 04.07.2025

Information about the authors

Sergey A. Kuznetsov

postgraduate student

The Russian Presidential Academy of National
Economy and Public Administration
82 Vernadskogo Ave., bldg. 1, Moscow 119571,
Russia

Viktor A. Nikolaev

D.Sc. in Economics, Professor,
Professor of Business School of RANEPa (IBS)

The Russian Presidential Academy of National
Economy and Public Administration
82 Vernadskogo Ave., bldg. 1, Moscow 119571,
Russia

Received 02.04.2025
Revised 19.05.2025
Accepted 04.07.2025

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие конфликта интересов,
связанных с публикацией данной статьи.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest
related to the publication of this article.