

# Модернизация городской транспортной системы с использованием технологий искусственного интеллекта

## Modernization of the Urban Transport System through the Application of Artificial Intelligence Technologies

DOI: 10.12737/2587-9111-2026-14-3-48-53

Получено: 15 марта 2026 г. / Одобрено: 3 мая 2026 г. / Опубликовано: 25 июня 2026 г.

**Романов Е.Ю.**

Аспирант, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18,  
e-mail: yegorromanov@vk.com

**Romanov E.Yu.**

Postgraduate, Kazan (Volga Region) Federal University,  
18, Kremlyovskaya St., Kazan, 420008, Russia,  
e-mail: yegorromanov@vk.com

### Аннотация

В условиях цифровой трансформации городской среды модернизация транспортной системы приобретает стратегическое значение. Цель исследования заключается в систематизации направлений применения технологий искусственного интеллекта в транспортных системах городов России и формировании модели уровней их интеллектуализации. В работе использованы методы анализа и обобщения научных публикаций, сравнительный анализ практик внедрения ИИ и структурно-логический подход к построению модели. Выявлены различия между операционным и стратегическим уровнями применения ИИ и обоснована необходимость их разграничения. Предложена модель уровней интеллектуализации городской транспортной системы и матрица оценки цифровой зрелости. Научная новизна заключается в разработке концептуальной модели уровней интеллектуализации и их системной классификации. Практическая значимость связана с возможностью использования модели при планировании цифровой модернизации транспортных систем. Перспективы исследований связаны с эмпирической апробацией предложенной модели.

**Ключевые слова:** городская транспортная система, искусственный интеллект, интеллектуальные транспортные системы, интеллектуализация, предиктивное управление, городская мобильность.

### Abstract

In the context of digital transformation of the urban environment, modernization of the transport system acquires strategic importance. The purpose of the study is to systematize the directions of artificial intelligence application in urban transport systems in Russia and to develop a model of their intellectualization levels. The research is based on the analysis and synthesis of scientific publications, comparative analysis of AI implementation practices, and a structural-logical approach to model development. Differences between operational and strategic levels of AI application are identified, and the necessity of their differentiation is substantiated. A model of intellectualization levels of the urban transport system and a digital maturity assessment matrix are proposed. The scientific novelty lies in the development of a conceptual model of intellectualization levels and their systematic classification. The practical significance is associated with the possibility of applying the model in planning the digital modernization of transport systems. Further research prospects include empirical validation of the proposed model.

**Keywords:** urban transport system, artificial intelligence, intelligent transport systems, intellectualization, predictive management, urban mobility.

### Введение

В условиях ускоряющейся урбанизации и усложнения пространственной структуры городов транспортная система перестаёт быть исключительно инфраструктурным обеспечением передвижения. Современный городской транспорт представляет собой сложную социально-техническую систему, в которой устойчивость и эффективность функционирования определяются не только протяжённостью улично-дорожной сети, количеством подвижного состава или объёмом инвестиций, но и качеством управленческих решений, основанных на анализе данных и способности системы адаптироваться к изменяющимся условиям. Таким образом, транспорт постепенно приобретает характеристики управляемой информационно-аналитической среды [4; 6].

Рост требований к мобильности населения сопровождается усилением системных ограничений, среди которых перегруженность магистралей, увеличение времени поездок, экологическая нагрузка, дефицит кадровых и финансовых ресурсов. Традиционные инструменты расширения инфраструктуры всё чаще демонстрируют ограниченную эффективность и не обеспечивают устойчивого решения транспортных проблем. В этих условиях ключевым направлением

модернизации становится переход от реактивной модели управления, ориентированной на устранение последствий перегрузок и инцидентов, к проактивной модели, основанной на прогнозировании, алгоритмической оптимизации и автоматизированной поддержке принятия решений.

Именно в этом контексте технологии искусственного интеллекта (ИИ) приобретают стратегическое значение [5; 15]. Их применение позволяет не только анализировать большие массивы разнородных транспортных данных, но и формировать новые управленческие контуры, способные практически в реальном времени выявлять закономерности, предсказывать изменения транспортных потоков и предлагать оптимальные управленческие решения.

Несмотря на активное развитие прикладных решений, в научной литературе сохраняется фрагментарный характер исследований, посвящённых роли ИИ в модернизации транспортных систем. Большинство работ сосредоточено на отдельных технологиях или прикладных кейсах, тогда как системная классификация направлений применения ИИ с учётом управленческих уровней воздействия и степени интеллектуализации транспортной системы остаётся недостаточно разработанной.

Цель настоящей статьи заключается в разработке классификации направлений применения технологий искусственного интеллекта в городской транспортной системе, а также в формировании концепции уровней интеллектуализации городской транспортной системы, позволяющей оценить степень её цифровой зрелости и потенциал перехода к проактивной модели управления. Методологической основой исследования выступают анализ и обобщение научных публикаций 2020–2025 гг., посвящённых цифровой трансформации транспорта, интеллектуальным транспортным системам и применению методов искусственного интеллекта в управлении городской мобильностью.

### **Обзор направлений применения технологий искусственного интеллекта в городах России**

Практика российских городов показывает, что внедрение технологий искусственного интеллекта в транспортной сфере развивается преимущественно в рамках более широкой парадигмы цифровизации и формирования интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [1; 6]. В городах создаются центры управления дорожным движением, расширяется сенсорная инфраструктура (камеры видеонаблюдения, транспортные детекторы, навигационные датчики), а также внедряются платформенные решения для мониторинга транспортной ситуации и пользовательские цифровые сервисы. В научных публикациях, посвящённых развитию ИТС, подчёркивается, что эффект цифровых решений выражается в повышении управляемости транспортных потоков и качества транспортных услуг, однако его достижение зависит от зрелости организационных и технологических контуров управления [4; 9].

Наиболее распространённым направлением внедрения ИИ в российских городах является управление дорожным движением на основе анализа данных в реальном времени. Исследования фиксируют рост интереса к системам управления транспортными потоками, включая инструменты мониторинга, диспетчеризации и алгоритмического регулирования режимов движения [1]. В данном контуре ИИ применяется, прежде всего, для краткосрочного прогнозирования загруженности дорожной сети, выявления аномалий и нештатных ситуаций. Искусственный интеллект выступает инструментом аналитической поддержки управления и повышения оперативности принятия решений [10].

Важное место занимает направление, связанное с обеспечением транспортной безопасности и контролем соблюдения правил дорожного движения. В ряде исследований ИТС рассматриваются как

средство снижения аварийности и повышения дисциплины участников движения [14]. Технологически данный контур базируется на применении компьютерного зрения и автоматизированной обработки видеопотока, что позволяет осуществлять распознавание транспортных средств и событий, классификацию нарушений и поддержку сценариев реагирования на инциденты. Практика показывает, что именно это направление развивается наиболее динамично, поскольку характеризуется измеримыми показателями эффективности — уровнем аварийности, скоростью реагирования на инциденты.

С развитием цифровой среды в крупных агломерациях ИИ начинает использоваться и в сфере общественного транспорта. Применение алгоритмов прогнозирования пассажиропотоков, оптимизация интервалов движения и выпуска подвижного состава, а также развитие цифровых сервисов информирования пассажиров формируют новое направление интеллектуализации городской мобильности [11; 12]. Дополнительно развиваются инструменты сбора и анализа обратной связи, включая методы изучения пользовательских предпочтений.

Отдельное направление связано с использованием больших массивов данных для анализа пространственного поведения населения и моделирования городской мобильности [10]. В научных работах отмечается потенциал применения данных операторов связи, навигационных треков и электронных билетных систем для оценки перемещений и формирования более точных транспортных моделей. Для решений на основе искусственного интеллекта данный аспект имеет принципиальное значение, поскольку качество прогнозирования и оптимизации во многом определяется полнотой, достоверностью и интеграцией данных из различных источников.

Публикации, посвящённые анализу цифровизации транспорта крупных городов, демонстрируют, что наиболее благоприятные условия для масштабирования ИИ-подходов формируются при наличии единой цифровой платформы управления, интегрированной инфраструктуры данных и устойчивых управленческих контуров [3]. В небольших городах регионов также фиксируются положительные эффекты внедрения ИТС, однако одновременно подчёркиваются ограничения, связанные с неоднородностью инфраструктуры, организационными барьерами и необходимостью системного управления процессами цифровой трансформации.

Таким образом, российская практика свидетельствует о том, что искусственный интеллект внедряется преимущественно в виде отдельных прикладных модулей внутри архитектуры интеллектуальных

транспортных систем — в задачах мониторинга, обеспечения безопасности, прогнозирования и поддержки диспетчеризации [7; 8].

Несмотря на выявленные направления внедрения ИИ, их роль в системе городского управления неоднородна: одни решения ориентированы на оперативное реагирование, другие затрагивают стратегическое планирование и трансформацию транспортной политики. Кроме того, различается степень их технологической зрелости и зависимость от качества и интеграции данных. В этой связи представляется целесообразным сопоставить ключевые направления по совокупности трёх параметров: тип управленческого воздействия (оперативное или стратегическое), степень реализуемости в текущих российских условиях и характер ограничений, препятствующих масштабированию. Такая аналитическая группировка позволяет перейти от описания отдельных практик к оценке структурных особенностей внедрения ИИ в городском транспорте. Результаты сопоставительного анализа представлены в табл. 1.

Сопоставительный анализ показывает, что наибольшую готовность к масштабированию в российских условиях демонстрируют решения оператив-

ного уровня, интегрируемые в уже существующие контуры ИТС (видеоаналитика, адаптивное управление, диспетчеризация общественного транспорта). Их эффект относительно быстро измерим и напрямую связан с текущими управленческими задачами. В то же время стратегические направления обладают более долгосрочным потенциалом трансформации транспортной системы, однако требуют более высокого уровня интеграции данных, организационной зрелости и институциональной координации. Таким образом, различия между направлениями обусловлены не только технологической сложностью, но и глубиной их включённости в управленческие аспекты на уровне города.

Обзор направлений применения технологий искусственного интеллекта в городах России позволяет сделать вывод о поэтапном характере интеллектуализации транспортной системы. На текущем этапе ИИ преимущественно внедряется в операционные контуры управления, обеспечивая повышение управляемости и снижение издержек на уровне отдельных процессов. Переход к стратегическому использованию ИИ требует формирования единой архитектуры данных и институционального закрепления аналитических функций в системе городского

Таблица 1

Аналитическая характеристика направлений применения ИИ

Направление	Управленческий эффект	Условия реализации и ограничения
Видеоаналитика инцидентов и нарушений	Преимущественно оперативный эффект, проявляется на уровне отдельных участков дорожной сети и может быть оценён по количественным показателям (время реагирования, число инцидентов, уровень аварийности)	Технологически реализуемо в большинстве крупных городов при наличии развёрнутой системы видеонаблюдения и центра управления дорожным движением; ограничения связаны с обеспечением устойчивого качества распознавания
ML-оптимизация светофорных режимов	Управление транспортными потоками за счёт адаптивной корректировки фаз светофорного регулирования, оперативный эффект проявляется на уровне перекрёстков и поддается количественной оценке (время задержки на светофорах, средняя скорость движения)	Реализация требует наличия детекторов, связи между объектами регулирования и центром управления, а также накопленных исторических данных для обучения моделей; ограничения связаны с неоднородностью развития инфраструктуры и необходимостью координации решений на уровне всей улично-дорожной сети
Прогноз спроса и интеллектуальная диспетчеризация общественного транспорта	Регулирование работы маршрутов за счёт прогнозирования пассажиропотока и корректировки интервалов движения, оперативный эффект поддается количественной оценке по показателям регулярности, доле рейсов с нарушением интервала, среднему времени ожидания	Реализация требует наличия систем спутникового мониторинга и централизованной интеграции информации о расписании и фактическом движении транспорта; ограничения связаны с фрагментацией данных между перевозчиками, отсутствием единых стандартов обмена информацией и необходимостью динамической корректировки расписаний
Цифровое моделирование (цифровой двойник транспортной системы)	Планирование и проверка управленческих сценариев до их практической реализации, возможность прогнозирования долгосрочных эффектов инфраструктурных изменений, стратегический эффект выражается в повышении обоснованности решений и снижении рисков неэффективных инвестиций	Реализация требует наличия данных о транспортных потоках, работе общественного транспорта и параметрах улично-дорожной сети; ограничения связаны с высокой трудоёмкостью создания и поддержки модели, необходимостью регулярного обновления данных и риском использования без интеграции в процессы принятия решений
Предиктивное обслуживание транспортной инфраструктуры	Повышение надёжности функционирования транспортной системы за счёт перехода от планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию по фактическому состоянию; стратегический эффект выражается в оптимизации эксплуатационных затрат	Реализация предполагает наличие систем мониторинга технического состояния инфраструктуры, а также накопленных данных о результатах технического обслуживания; ограничения обусловлены неполнотой исторических данных и необходимостью выстраивания процедур анализа и интерпретации диагностической информации

Источник: составлено автором.

управления [2; 13]. Поскольку направления внедрения различаются по горизонту управления, требованиям к данным и институциональной готовности, возникает необходимость их систематизации в рамках единой концептуальной модели модернизации.

### Концептуальная модель модернизации городской транспортной системы

Различия между направлениями внедрения искусственного интеллекта, свидетельствуют о неоднородности процессов цифровой трансформации городского транспорта [3]. Предлагаемая концептуальная модель основывается на логике эволюции управленческих механизмов и включает четыре уровня.

*Первый уровень* — цифровой (информационный), характеризуется наличием сенсорной инфраструктуры, систем сбора и хранения данных, центров управления и мониторинга. На данном этапе формируется информационная база, однако принятие решений осуществляется преимущественно человеком на основе представленной информации. Таким образом, речь идёт о цифровизации процессов, но не об интеллектуализации управления.

*Второй уровень* — аналитический, предполагает использование инструментов обработки данных, автоматизированной отчётности и базовых алгоритмов прогнозирования. Система способна выявлять закономерности и формировать аналитические рекомендации, однако окончательное управленческое воздействие по-прежнему остаётся за оператором. На этом этапе происходит переход от простого накопления данных к их системному анализу, что создаёт основу для последующего внедрения интеллектуальных алгоритмов [1; 7].

*Третий уровень* — предиктивно-адаптивный, связан с интеграцией методов машинного обучения в

контуры управления. Прогнозирование транспортных потоков, адаптивное светофорное регулирование, оптимизация режимов движения в реальном времени отражают переход к использованию ИИ как инструмента непосредственного регулирования.

*Четвёртый уровень* — интеллектуально-автономный, предполагает применение самообучающихся моделей, включая методы обучения с подкреплением, при которых система способна самостоятельно корректировать режимы функционирования без постоянного участия человека [14]. Именно на этом этапе управление приобретает проактивный характер.

Ключевым теоретическим разграничением в предлагаемой модели выступает различие между цифровизацией и интеллектуализацией. Если цифровизация ограничивается сбором, хранением и визуализацией данных, то интеллектуализация предполагает автономную аналитическую обработку, прогнозирование и формирование управленческого воздействия. Для оценки уровня развития городской транспортной системы целесообразно использовать совокупность критериев: технологические (наличие алгоритмов машинного обучения и адаптивных систем), управленческие (степень автоматизации принятия решений), инфраструктурные (уровень интеграции данных и сенсорного оснащения) и функциональные (характер управления — реактивный или предиктивный). Соотнесение города с одним из уровней по данным критериям формирует инструмент оценки цифровой зрелости и позволяет определить направление дальнейшей модернизации. Сопоставление этих критериев формирует матрицу оценки цифровой зрелости, позволяющую диагностировать текущее состояние системы и определить направление её дальнейшей модернизации. Обобщённая структура матрицы представлена в табл. 2.

Таблица 2

Матрица уровней интеллектуализации транспортной системы города

Критерии	Уровень 1 — Цифровой	Уровень 2 — Аналитический	Уровень 3 — Предиктивно-адаптивный	Уровень 4 — Интеллектуально-автономный
Технологические	Сенсорная инфраструктура, сбор и хранение данных	Инструменты аналитики и базового прогнозирования	Модели машинного обучения, адаптивные алгоритмы	Самообучающиеся модели, обучение с подкреплением (оптимизация решений)
Управленческие	Решения принимаются оператором на основе данных	Формирование аналитических рекомендаций для оператора	Частичная автоматизация принятия отдельных решений	Автоматическое формирование и реализация решений
Инфраструктурные	Разрозненные источники данных, ограниченная интеграция	Централизованный сбор и обработка данных	Интегрированная платформа управления в реальном времени	Единая интеллектуальная архитектура управления
Функциональные	Реактивное управление (реагирование на события)	Реагирование на основе анализа данных	Прогнозно-ориентированное управление	Проактивное управление и сценарное прогнозирование

Источник: составлено автором.

Представленная матрица позволяет использовать предложенную модель как инструмент диагностики состояния городской транспортной системы. Соотнесение фактических характеристик управления с выделенными критериями даёт возможность определить текущий уровень интеллектуализации, выявить узкие места в данных, алгоритмах или управленческих процедурах и сформировать последовательность шагов дальнейшей модернизации. Практическое применение также целесообразно при разработке программ цифровой трансформации транспорта, формировании технических заданий на внедрение ИИ-решений, а также при оценке результатов реализованных проектов.

Предложенная концептуальная модель модернизации городской транспортной системы основана на логике эволюции управленческих механизмов — от цифрового сбора данных к автономному проактивному управлению. Модель включает четыре уровня интеллектуализации, различающиеся по технологическим решениям, степени автоматизации управленческих функций, уровню интеграции инфраструктуры данных и характеру функционального воздействия. Матрица позволяет интерпретировать внедрение ИИ не как совокупность разрозненных технологий, а как поэтапный процесс структурной трансформации управления транспортной системой. Тем самым модель создаёт методическую основу для оценки потенциала перехода городов к проактивной модели управления и обоснования дальнейших направлений модернизации.

### Заключение

В ходе исследования рассмотрены направления применения технологий искусственного интеллекта в транспортных системах российских городов. Анализ показал, что ИИ чаще всего интегрируется в существующие контуры интеллектуальных транспортных систем в виде отдельных прикладных модулей (выступает не самостоятельной управленче-

ской системой, а инструментом модернизации, усиливающим возможности цифровых платформ и ИТС). Направлениями с наибольшим потенциалом развития являются: управление дорожным движением, обеспечение безопасности на дорогах, развитие цифровых сервисов общественного транспорта. При этом различия между решениями проявляются по горизонту управления, степени автоматизации и уровню интеграции данных, что подтверждает поэтапный характер интеллектуализации городской транспортной системы.

Систематизация выявленных направлений позволила разработать концептуальную модель модернизации городской транспортной системы, основанную на выделении четырёх уровней — цифрового, аналитического, предиктивно-адаптивного и интеллектуально-автономного. Ключевым теоретическим результатом исследования стало разграничение цифровизации и интеллектуализации управления: если цифровизация обеспечивает сбор и обработку данных, то интеллектуализация предполагает включение алгоритмического прогнозирования и автоматизированного управленческого воздействия в контур принятия решений. Предложенная матрица критериев позволяет оценивать уровень цифровой зрелости транспортной системы и определять направление её дальнейшей трансформации.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования предложенной модели при разработке стратегий цифровой трансформации транспорта, формировании программ внедрения ИИ и оценке готовности городов к переходу от реактивного к проактивному управлению. Полученные результаты могут быть применены органами муниципального управления и операторами транспортной инфраструктуры при планировании модернизационных мероприятий. Перспективы дальнейших исследований связаны с эмпирической апробацией модели на примере конкретных городов и уточнением количественных индикаторов оценки уровня интеллектуализации.

### Литература

1. *Андреев Е.О.* Развитие архитектуры интеллектуальных транспортных систем [Текст] / Е.О. Андреев, С.В. Жанказиев, В.В. Зырянов, А.С. Павлов // Т-Comm — Телекоммуникации и транспорт. — 2024. — Т. 18. — № 1. — С. 38–43. <https://doi.org/10.36724/2072-8735-2024-18-1-38-43>
2. *Балдин А.В.* Цифровое моделирование практических задач на примере маршрутизации городской транспортной сети [Текст] / А.В. Балдин, И.Д. Ерошок // Вестник науки. — 2020. — № 8.
3. *Глебов С.Д.* Оценка уровня цифровизации транспортного комплекса Москвы [Текст] / С.Д. Глебов, М.С. Соколов // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Экономика. — 2024. — № 2. — С. 41–51. — URL: <https://doi.org/10.25688/2312-6647.2024.40.2.03>
4. *Гребенкина С.А.* Интеллектуальные транспортные системы как фактор социально-экономического развития [Текст] / С.А. Гребенкина, И.А. Гребенкина, А.Л. Благодар // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. — 2020. — № 2. — С. 317–329.
5. *Диденко Д.Н.* Искусственный интеллект на транспорте сегодня [Текст] / Д.Н. Диденко // Актуальные исследования. — 2025. — № 2. — Ч. II. — С. 65–70.
6. *Егоров С.В.* Мировой и российский опыт применения интеллектуальных транспортных систем [Текст] / С.В. Егоров, П.В. Шационок, А.И. Ерпылева, Д.И. Жарков // ТДР. — 2022. — № 2.

7. Кузнецов С.А. Организационно-технические аспекты внедрения интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях [Текст] / С.А. Кузнецов, В.А. Николаев // Экономика и управление. — 2025. — Т. 31. — № 6. — С. 728–737. URL: <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-6-728-737>
8. Ларин А.Н. Цифровизация автотранспортной и железнодорожной отраслей как ключевой элемент цифровой экономики [Текст] / А.Н. Ларин, И.В. Ларина // Известия Транссиба. — 2021. — № 4.
9. Сырцова Е.А. Эффекты внедрения интеллектуальных транспортных систем в регионах России [Текст] / Е.А. Сырцова // Государственное управление. Электронный вестник. — 2023. — № 101. — С. 159–169. — URL: <https://doi.org/10.24412/2070-1381-2023-101-159-169>
10. Gheorghe C., Soica A. (2025) Revolutionizing urban mobility: A systematic review of AI, IoT, and predictive analytics in adaptive traffic control systems for road networks. *Electronics*. Vol. 14, no 4, DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics14040719>. (In Eng.)
11. He Y., Liu B., Xu C., Wu D. (2025) Literature review on public transport and land use: Based on CiteSpace statistical analysis. *Land*. Vol. 14, no 5. DOI: <https://doi.org/10.3390/land14051096>. (In Eng.)
12. Jevinger Å., Zhao C., Persson J.A. et al. (2024) Artificial intelligence for improving public transport: a mapping study. *Public Transport*. Vol. 16, pp. 99–158. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12469-023-00334-7>. (In Eng.)
13. Michailidis P., Michailidis I., Lazaridis C.R., Kosmatopoulos E. (2025) Traffic signal control via reinforcement learning: A review on applications and innovations. *Infrastructures*. Vol. 10, no. 5. DOI: <https://doi.org/10.3390/infrastructures10050114>. (In Eng.)
14. Rong R., Ma S., Ren N. et al. (2025) Generative artificial intelligence in intelligent transportation systems: A systematic review of applications. *Frontiers of Engineering Management*. Vol. 12. pp. 1020–1036. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42524-025-4241-9>. (In Eng.)
15. Zulkarnain Putri T.D. (2021) Intelligent transportation systems (ITS): A systematic review using a Natural Language Processing approach. *Heliyon*. Vol. 7, no 12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08615>. (In Eng.)
4. Grebenkina S.A., Grebenkina I.A., Blagodir A.L. (2020). Intellektual'nye transportnye sistemy kak faktor sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya [Intelligent transport systems as a factor of socio-economic development]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*, (2), 317–329. (In Russian).
5. Didenko D.N. (2025). Iskusstvennyi intellekt na transporte segodnya [Artificial intelligence in transport today]. *Aktual'nye issledovaniya*, 2(237), Part II, 65–70. (In Russian).
6. Egorov S.V., Shatsionok P.V., Eryleva A.I., Zharkov D.I. (2022). Mirovoi i rossiiskii opyt primeneniya intellektual'nykh transportnykh sistem [Global and Russian experience in the application of intelligent transport systems]. *TDR*, (2). (In Russian).
7. Kuznetsov S.A., Nikolaev V.A. (2025). Organizatsionno-tekhnicheskie aspekty vnedreniya intellektual'nykh transportnykh sistem v gorodskikh aglomeratsiyakh [Organizational and technical aspects of implementing intelligent transport systems in urban agglomerations]. *Ekonomika i upravlenie*, 31(6), 728–737. URL: <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-6-728-737>. (In Russian).
8. Larin A.N., Larina I.V. (2021). Tsifrovizatsiya avtotransportnoi i zheleznodorozhnoi otraslei kak klyuchevoi element tsifrovoi ekonomiki [Digitalization of the road transport and railway industries as a key element of the digital economy]. *Izvestiya Transsiba*, 4(48). (In Russian).
9. Syrtsova E.A. (2023). Effekty vnedreniya intellektual'nykh transportnykh sistem v regionakh Rossii [Effects of implementing intelligent transport systems in the regions of Russia]. *Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyi vestnik*, (101), 159–169. <https://doi.org/10.24412/2070-1381-2023-101-159-169>. (In Russian).
10. Gheorghe C., Soica A. (2025). Revolutionizing urban mobility: A systematic review of AI, IoT, and predictive analytics in adaptive traffic control systems for road networks. *Electronics*, 14(4). URL: <https://doi.org/10.3390/electronics14040719>.
11. He Y., Liu B., Xu C., Wu D. (2025). Literature review on public transport and land use: Based on CiteSpace statistical analysis. *Land*, 14(5). URL: <https://doi.org/10.3390/land14051096>
12. Jevinger Å., Zhao C., Persson J.A., et al. (2024). Artificial intelligence for improving public transport: A mapping study. *Public Transport*, 16, 99–158. URL: <https://doi.org/10.1007/s12469-023-00334-7>
13. Michailidis P., Michailidis I., Lazaridis C.R., Kosmatopoulos E. (2025). Traffic signal control via reinforcement learning: A review on applications and innovations. *Infrastructures*, 10(5). URL: <https://doi.org/10.3390/infrastructures10050114>
14. Rong R., Ma S., Ren N., et al. (2025). Generative artificial intelligence in intelligent transportation systems: A systematic review of applications. *Frontiers of Engineering Management*, 12, 1020–1036. URL: <https://doi.org/10.1007/s42524-025-4241-9>.
15. Zulkarnain Putri T.D. (2021). Intelligent transportation systems (ITS): A systematic review using a natural language processing approach. *Heliyon*, 7(12). URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08615>

## References

1. Andreev E.O., Zhankaziev S.V., Zyryanov V.V., Pavlov A.S. (2024). Razvitie arkhitektury intellektual'nykh transportnykh sistem [Development of the architecture of intelligent transport systems]. *T-Comm — Telekommunikatsii i transport*, 18(1), 38–43. URL: <https://doi.org/10.36724/2072-8735-2024-18-1-38-43>. (In Russian).
2. Baldin A.V., Eroshok I.D. (2020). Tsifrovoe modelirovanie prakticheskikh zadach na primere marshrutizatsii gorodskoi transportnoi seti [Digital modeling of practical tasks on the example of urban transport network routing]. *Vestnik nauki*, 8. (In Russian).
3. Glebov S.D., Sokolov M.S. (2024). Otsenka urovnya tsifrovizatsii transportnogo kompleksa Moskvy [Assessment of the level of digitalization of Moscow's transport complex]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, 2, 41–51. URL: <https://doi.org/10.25688/2312-6647.2024.40.2.03> (In Russian).