

Научная статья
УДК 004.8:656.07

«Умный городской транспорт» как эффективный инструмент управления транспортными потоками

Ольга Владимировна Князькина¹, Ренат Минзашарифович Хамитов²,
Георгий Васильевич Дмитриев³, Тимур Ренатович Хамитов⁴

^{1,3}Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ), Новокузнецк, Россия

^{2,4}Казанский государственный энергетический университет (КГЭУ), Казань, Россия

¹dmtov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1448-3061>

²hamitov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9949-4404>

³dmtov1@gmail.com

⁴timurhamitov@list.ru

Аннотация. Стремительное развитие техники и технологий привело к существенным изменениям во всех областях экономики, в том числе и в городском транспорте.

Одной из главных задач технологических инноваций в сфере городского транспорта является повышение мобильности населения, создание комфортных условий для жителей города и снижение негативного воздействия на окружающую среду. Интеллектуальные городские транспортные системы способны адаптироваться к изменениям в транспортном потоке и повышать общую эффективность городских транспортных систем, тем самым сокращая выбросы углекислого газа, оптимизируя транспортные потоки и максимизируя их эффективность за счет работы с информацией в режиме реального времени.

В статье описывается построение и принцип работы системы «умный городской транспорт» как одного из направлений реализации концепции «умный транспорт» в контексте «умного города». Рассматриваются положительные эффекты от создания системы «умного городского транспорта».

Ключевые слова: «умный городской транспорт», «умный транспорт», транспортное средство, транспортные системы города, искусственный интеллект.

Для цитирования: Князькина О.В., Хамитов Р.М., Дмитриев Г.В., Хамитов Т.Р. «Умный городской транспорт» как эффективный инструмент управления транспортными потоками // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2025. №4 (46).

Original article

«Smart urban transport» as an effective tool for traffic flow management

Olga V. Knyazkina¹, Renat M. Khamitov², Dmitriev Georgiy V.³, Khamitov Timur R.⁴

^{1,3}Siberian State Industrial University (SibSIU), Novokuznetsk, Russia

^{2,4}Kazan State Energy University (KSPEU), Kazan, Russia

¹dmtov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1448-3061>

²hamitov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9949-4404>

³dmtov1@gmail.com

⁴timurhamitov@list.ru

Abstract. The rapid development of technology and technology has led to significant changes in all areas of the economy, including urban transport. One of the main objectives of technological innovations in the field of urban transport is to increase the mobility of the population, create comfortable conditions for city residents and reduce the negative impact on the environment. Intelligent urban transport systems are able to adapt to changes in traffic flow and improve the overall efficiency of urban transport systems, thereby reducing carbon dioxide emissions, optimizing traffic flows and maximizing their efficiency by working with real-time information. The article describes the construction and operation principle of the smart urban transport system as one of the areas of implementation of the smart transport concept in the context of a smart city. The positive effects of creating a smart urban transport system are being considered.

Keywords: "smart urban transport", "smart transport", vehicle, city transport systems, artificial intelligence.

For citation: Knyazkina O.V., Khamitov R.M., Dmitriev G.V., Khamitov T.R. «Smart urban transport» as an effective tool for traffic flow management. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura.* 2025. № 4 (46).

Введение

В конце прошлого века сформировалась тенденция, которая сохраняется и в XXI веке, – это разрастание городов и превращение их в крупные мегаполисы, что ведет к увеличению количества автомобильных транспортных средств на дорогах города, при этом наблюдается ограниченная пропускная способностью улиц и дорог, а информационные системы управления городским транспортом недостаточно развиты. Нездоровая транспортная система способна существенным образом ухудшить качество жизни горожан: снижение транспортной мобильности; несвоевременный приезд экстренных служб; ухудшение экологической обстановки; увеличение риска возникновения аварий [1]. Сложившаяся ситуация приводит к понижению уровня безопасности, увеличению числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

«Умный городской транспорт»

Городская транспортная система в значительной степени определяет образ жизни и передвижение населения в городских условиях, что ставит

перед городским транспортом приоритетными целями создание комфортных, удобных и безопасных способов передвижения.

При организации городского транспорта как одного из элементов городского управления важное значение имеют задачи усовершенствования планирования и управления, поскольку от их решения зависит результативность работы всех производственных систем и сферы обслуживания. Вероятностный характер транспортных процессов, а также их многообразие и сложная структура систем городского транспорта создаёт трудности решения этих задач. Одним из путей преодоления этих проблем является внедрение цифровых технологий управления на базе анализа больших данных и технологий искусственного интеллекта.

В последнее время в мире и в том числе в России было выдвинуто множество инициатив, нацеленных на формирование и совершенствование «Умного транспорта» для решения проблем, в том числе и городского транспорта. «Умный транспорт» можно рассматривать как современный подход к организации управления транспортом, в основе которого лежит использование прогрессивных инженерных решений [2] и цифровых инноваций». «Умный транспорт» охватывает такие элементы, как беспилотные технологии, смарт-решения на базе промышленного интернета вещей: «умное регулирование движения», «умное освещение», «умные автостоянки» [3], «умный городской транспорт», «умные остановки общественного транспорта» и прочее.

Система «Умный городской транспорт» представляет собой набор прогрессивных технологий, посредством которых система аккумулирует информацию, управляет движением городского транспорта и передает сведения участникам дорожного процесса. В ходе развития «умных городов» искусственный интеллект (ИИ) становится важным инструментом управления городским движением. Одной из значимых функций ИИ, является анализ больших объемов данных, дальнейшая обработка этой информации и

выявление закономерностей и тенденций, что дает системе возможность гибко реагировать на изменения в транспортной среде. Алгоритмы машинного обучения, интегрированные в системы управления движением на дорогах, могут не только прогнозировать изменения в режиме реального времени, но и адаптироваться к ним.

Система «Умный городской транспорт» ориентирована на сбор и анализ сведений о ситуации на автодорогах, в ней с определенной периодичностью в режиме реального времени накапливаются данные о характеристиках транспортного потока, включая информацию о пешеходах, транспортных средствах и самокатах, их местоположении, направлении и скорости. Помимо этого, в системе «Умный городской транспорт» аккумулируется информация, которая используется для принятия решений при составлении прогноза дорожной ситуации и формирования реакции системы на изменяющиеся условия. В то же время для сбора информации о транспортной ситуации используется любой источник, который доступен для системы, – камеры, бортовые системы для пассажирского транспорта, датчики движения на всех уровнях, интеллектуальные пешеходные светофоры, пункты проката средств индивидуальной мобильности населения и т.д. Система «Умный городской транспорт» отслеживает такие параметры, как: видеокамеры, метеостанции, датчики наличия свободных мест на парковках, сенсоры дорожного движения, индикаторы управления отходами, сенсоры шума, идентификаторы взрывов и стрельбы, кнопки тревожного вызова [4] и др. В этой связи значимым элементом является использование «матрицы корреспонденций», которая может выступать в качестве базы для исследования и оценки изменений количества перемещений в единицу времени в автомобильном потоке и потоке пассажиров из различных источников между двумя транспортными узлами. Матрица корреспонденции используется для моделирования движения городского транспорта в целях определения количества транспортных средств, передвигающихся между точками транспортной сети города, в

зависимости от определенных параметров (месяц, день недели, праздничные или будние дни, время суток, погодные и климатические условия и пр.). Однако матрица корреспонденций может быть применима и в процессах, связанных с движением городского транспорта, которыми можно руководить, задействуя инструменты ИИ и IT-систем из других элементов системы «Умный транспорт» (рис. 1).

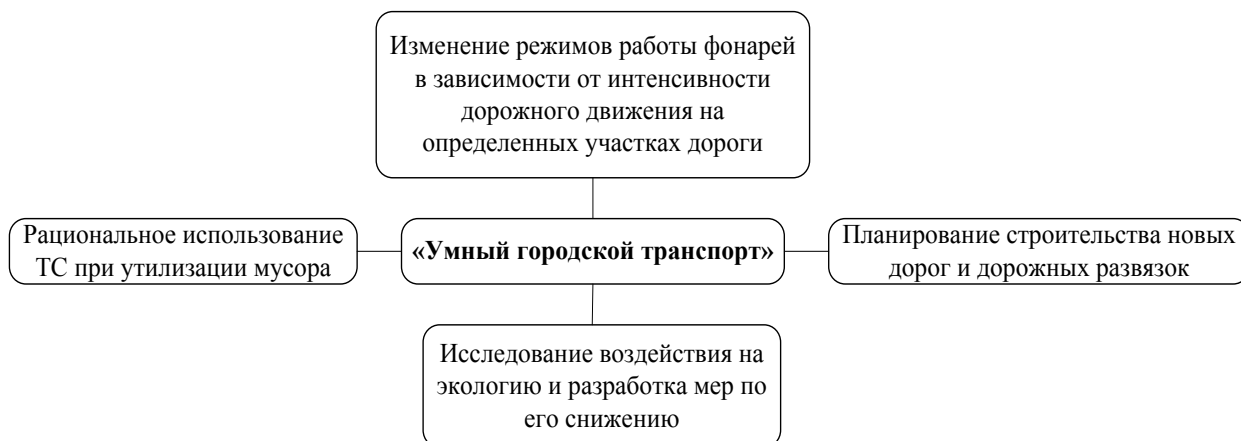


Рис. 1. Взаимодействие системы «Умный городской транспорт» с элементами системы «Умный транспорт»

Принцип работы системы «Умный городской транспорт»

Система «Умный городской транспорт» представляет собой одну из подсистем высшего порядка в рамках системы «Умный транспорт», которая осуществляет оперативное управление потоками данных из всех нижележащих подсистем, аккумулирует их и предоставляет доступ пользователям системы (горожанам, представителям муниципалитета и реального сектора экономики, общественным организациям). В сложившейся ситуации открываются новые возможности для использования данных о транспорте, а функционирование «Умного транспорта» в целом станет более результативным [4].

Чтобы система «Умный городской транспорт» работала эффективно, в городе необходимо организовать координационный центр, в котором в реальном времени будет собираться информация с датчиков, сенсоров и камер, контролирующей движение, отслеживающих ситуацию на дороге,

скорость передвижения и число транспортных средств (ТС) как общественного, так и личного транспорта, а также учитывающих погодные условия и состояние дорожного полотна. В соответствии с тем, сколько ТС собирается на перекрестках, должны меняться режимы работы светофоров, за счет чего появится возможность регулировать движение в условиях пробок, ликвидировать маршруты, которые не пользуются популярностью, и прокладывать новые. Так, при возникновении ДТП система оперативно оповещает водителей об аварии и представляет возможные объездные пути [5]. Концептуальная модель функционирования системы «Умный городской транспорт» представлена на рис. 2.

Процесс создания системы «Умного городского транспорта» является непрерывным процессом, поскольку помимо детального испытания системы и анализа ее функциональности и продуктивности необходима постоянная работа по оптимизации системы посредством разработки новых возможных вариантов усовершенствования действующей системы «Умного городского транспорта».

Транспорт, управляемый данными

Так как «Умный городской транспорт» представляет собой сложную систему, состоящую из различных информационных и интеллектуальных элементов, взаимодействующих друг с другом, то информация, хранящаяся в системе, является чрезвычайно важной для её работоспособности, что влечет за собой появление новой парадигмы «data-driven transport» (DDT), т.е. «транспорт, управляемый данными». Эта концепция предполагает соответствие данных ряду критериев [4]:

- 1) Актуальность – критерий адекватности отражения данными исследуемой ситуации.
- 2) Своевременность – данные должны поставляться в центр управления точно в срок в целях.
- 3) Валидность – данные должны быть корректны и приносить пользу в процессе принятия управленческих решений.

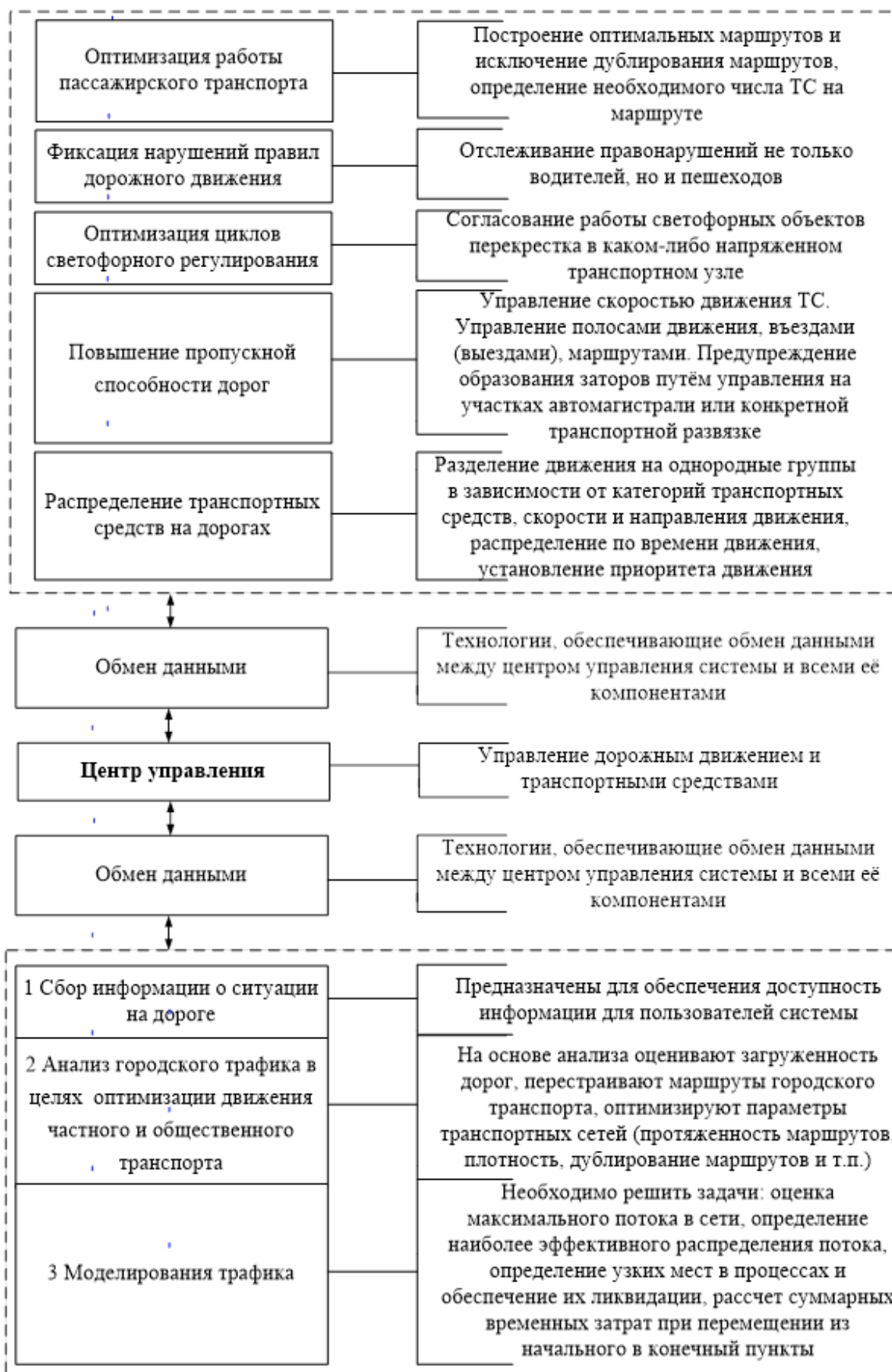


Рис. 2. Модель работы системы «Умный городской транспорт»

Поскольку данные в системе «Умного городского транспорта» играют весьма значимую роль, то можно выделить уровни обработки и хранения информации (рис. 3).

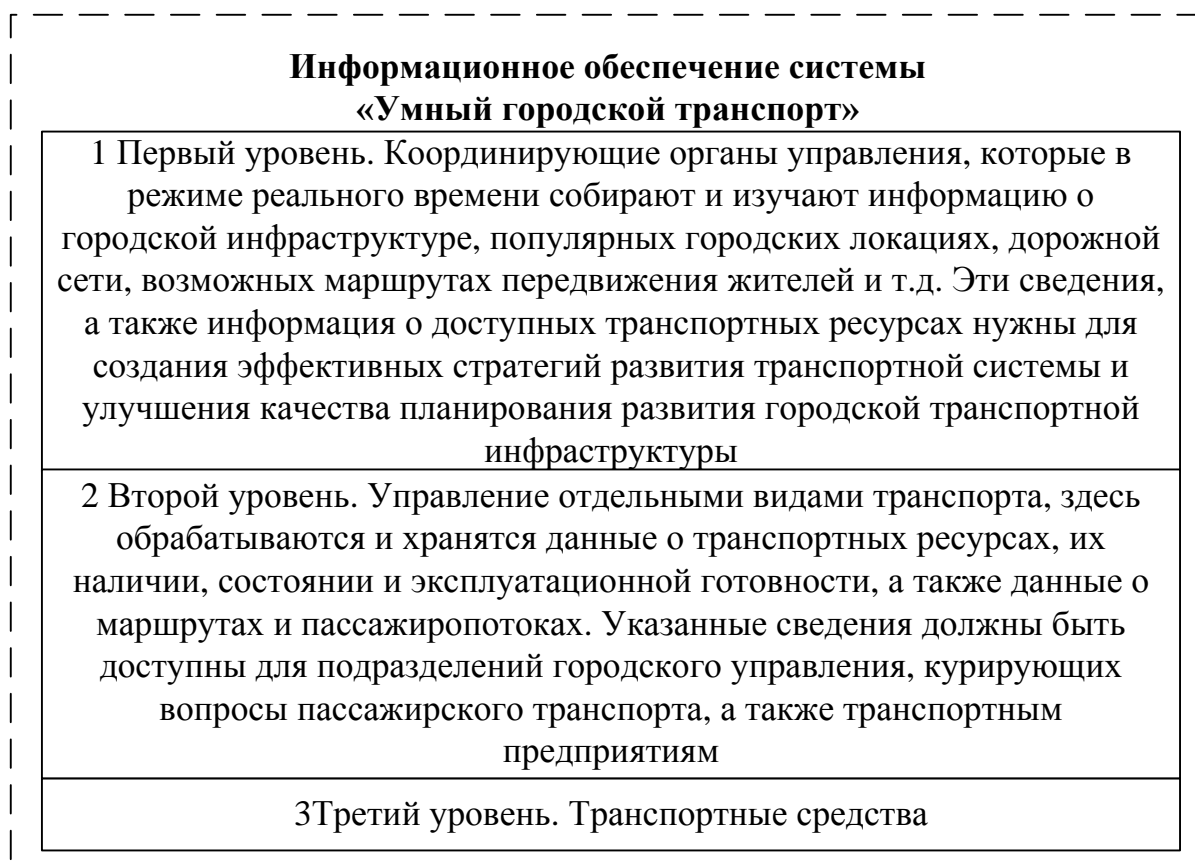


Рис. 3. Уровни обработки и хранения информации в системе «Умный городской транспорт»

Важно подчеркнуть, что все элементы информационной инфраструктуры системы «Умного городского транспорта» тесно связаны между собой, следовательно, целесообразно создание базы данных и разработка методики для обработки больших объёмов информации.

Назначение системы «умный городской транспорт»

Развитие «Умного городского транспорта» представляет собой многоуровневую цель, для достижения которой требуется формирование необходимых условий праворегулирующего, природоохранного, общественного, инженерного и организационно-экономического характера. Для эффективного функционирования «умного городского транспорта»

надлежит не только создание новых программных продуктов, но и трансформация процесса группового и персонального оповещения автопассажиров и водителей, а также адаптация действующих источников данных к потребностям системы и запросам потребителей.

Система «Умного городского транспорта» нацелена на предоставление горожанам и представителям реального сектора экономики информационных услуг для обеспечения увеличения результативности и долгосрочного роста ориентацией на решение «новых задач», предусматривающих информатизацию процессов с применением ИИ, которые ранее решались за счет операций изменения, упрощения и усовершенствования для достижения повышения оптимальности протекаемых процессов в условиях научно-технического прогресса [4].

Характерной чертой системы «Умный городской транспорт» является трансформация статуса ТС из независимого и в значительной мере непредсказуемого участника дорожного движения в активного и прогнозируемого участника транспортно-информационного пространства [6].

Результаты, ожидаемые от внедрения системы «Умный городской транспорт»

Особое значение для общества имеет социальный эффект, образуемый от внедрения системы «Умный городской транспорт», который достигается за счет решения важной государственной задачи роста уровня жизни горожан за счет повышения качества транспортных услуг и транспортной доступности. Внедрение системы «Умный городской транспорт» оказывает непосредственное влияние на повышение безопасности на дорогах, ведет к сокращению времени оказания различных видов помощи и оповещения субъектов транспортной системы, особенно тех, кто пострадал при ДТП, что уменьшает число смертей на автодорогах, снижает заторы и положительно сказывается на окружающей среде [6].

По результатам проведенного экспертного анализа представителями Росавтодора установлено, что внедрение системы «Умный городской транспорт» дает ощутимые эффекты [7] (рис. 4).

↑	20-22%	Скорость движения транспортных средств
↓	35-40 %	Время нахождения в пути
↓	10-25 %	Дорожно-транспортные происшествия
↓	13 %	Площадь участков с повышенным износом дорожного покрытия
↓	11-16 %	Расход топлива
↓	12-18 %	Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Рис. 4. Эффекты от внедрения системы «Умный городской транспорт»

Заключение

Современные города в рыночных условиях являются средоточием точек роста экономики и качества жизни. Населению важно удобное и безопасное перемещение по городу с минимальными временными затратами, а внедрение беспилотных и подключенных автомобилей и Интернета вещей пересматривает соприкосновение горожан с городским транспортом. Изменение подходов к организации и управлению городским транспортом с использованием больших данных и ИИ становится важным направлением трансформации «умных городов».

Цель городских властей – трансформировать город, чтобы повысить уровень комфорта для горожан и представителей бизнеса в соответствии с принципами устойчивого развития, что не представляется возможным без использования IT-технологий и технологий ИИ, которые могут способствовать повышению уровня безопасности, экологичности и комфорта передвижения внутри города. Помимо этого, вышеописанные технологии

ориентированы на развитие городской среды, а также экономичное и рациональное использование территориальных городских ресурсов [8].

Таким образом, процесс создания «Умного городского транспорта», базирующегося на широком использовании технологий ИИ и систем обработки больших объемов данных, приносит значительную пользу городу, поскольку транспортная система становится более эффективной в условиях роста количества пассажирских и грузовых перевозок, сокращается число дорожных заторов, возрастает пропускная способность транспортной системы города, снижается число дорожно-транспортных происшествий и улучшается экологическая ситуация в городе за счет уменьшения объема вредных выбросов автотранспорта в атмосферу, сокращается нецелевой пробег транспортных средств, что позволяет экономить топливо и смазочные материалы [9, 10]. Отмеченные положительные социально-экономические эффекты возможны благодаря оптимизации транспортных потоков и увеличению скорости движения в режиме реального времени.

Список источников

1. Лебедев, А. Умный транспорт как часть экосистемы технологий умного города / А. Лебедев // Системы безопасности. – 2019. – №4. – URL: <https://www.secuteck.ru/articles/umnyj-transport-kak-chast-ehkosistemy-tekhnologij-umnogo-goroda> (дата обращения 21.02.2025).
2. Хамитов, Р. М. «Умный транспорт» как средство повышения качества жизни горожан / Р. М. Хамитов, О. В. Князькина, Г. В. Дмитриев // Компетентность. – 2024. – № 3. – С. 10-14. – DOI 10.24412/1993-8780-2024-3-10-14. – EDN EZOXQT.
3. Князькина, О. В. «Умные светофоры» в концепции «умного транспорта» / О. В. Князькина, Р. М. Хамитов, К. С. Зайленко // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2024. – № 4(42). – EDN BCSCFX.
4. Минимальная функциональная архитектура интеллектуальной транспортной системы для управления дорожной деятельностью в городской агломерации / Р. В. Душкин, А. Д. Жарков, В. А. Лелекова, В. Ю. Степаньков // Мир дорог. – 2022. – № 147. – С. 103-105. – EDN JEQISN.

5. Вишняков, В. А. Компоненты подсистемы «Умный город» транспорт / В. А. Вишняков, С. В. Кучеров // Современные средства связи. – 2023. – Т. 1, № 1. – С. 365-366. – EDN HXXVBDU.
6. Зыбина, Э. Г. Современные высокотехнологичные остановочные павильоны "умные остановки" как часть интеллектуальной транспортной системы / Э. Г. Зыбина, А.А. Кузнецова // Российский экономический интернет-журнал. – 2023. – № 1. – EDN UOOIAL.
7. Отраслевой дорожный методический документ ОДМ 218.9.011-2016 «Рекомендации по выполнению обоснования интеллектуальных транспортных систем» от 25 апреля 2016 г. №632-р [Электронный ресурс] / Федеральное дорожное агентство // Министерство транспорта Российской Федерации. – Режим доступа: <https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/160odm2189011-2016.pdf> (дата обращения 23.02.2025).
8. Дудаков, Д. С. Инновационное развитие систем общественного транспорта в контексте взаимодействия с городской средой / Д. С. Дудаков // Архитектура и современные информационные технологии. – 2018. – № 1(42). – С. 287-304. – EDN QJRVFB.
9. Натальсон, А. В. Перспективы развития транспортной отрасли в эпоху цифровой трансформации / А. В. Натальсон // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2-2. – С. 74-78. – EDN ORPGIG.
10. Семичева, О. С. Развитие интеллектуальных транспортных систем в современных условиях / О. С. Семичева, Р. И. Эшлиоглу, И. М. Логинова // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 2-2. – С. 84-90. – EDN XTGVHI.

References

1. Lebedev A. Umnyy transport kak chast' ekosistemy tekhnologiy umnogo goroda, Sistemy bezopasnosti, 2019, no. 4, available at: <https://www.secuteck.ru/articles/umnyj-transport-kak-chast-ehkosistemy-tekhnologij-umnogo-goroda> (21.02.2025).
2. Khamitov R.M., Knyazkina O.V., Dmitriev G.V. *Kompetentnost'*, 2024, no. 3, pp. 10-14, doi 10.24412/1993-8780-2024-3-10-14.
3. Knyazkina O.V., Khamitov R.M., Zaylenko K. S. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2024, no. 4(42).
4. Dushkin R.V., Zharkov A.D., Lelekova, V.A., Stepan'kov, V.Yu. *Mir Dorog*, 2022, no. 147, pp. 103-105.
5. Vishnyakov V.A., Kucherov S.V. *Sovremennyye sredstva svyazi*, 2023, vol. 1, no. 1, pp. 365-366.
6. Zyбина E.G., Kuznetsova A.A. *Rossiyskiy ekonomicheskiy internet-zhurnal*, 2023, no. 1.
7. Otrasleyvoy dorozhnyy metodicheskiy dokument ODM 218.9.011-2016 «Rekomendatsii po vypolneniyu obosnovaniya intellektual'nykh transportnykh sistem» available at:

<https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/160odm2189011-2016.pdf>
(23.02.2025).

8. Dudakov D.S. *Arkhitektura i sovremennyye informatsionnyye tekhnologii*, 2018, no. 1(42), pp. 287-304.

9. Natalson A.V. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 2-2, pp. 74-78.

10. Semicheva O.S., Eshelioglu R.I., Loginova I.M. *International Journal of Advanced Studies*, 2023, vol. 13, no. 2-2, pp. 84-90.

Рецензент: А.В. Натальсон, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Информация об авторах

Князькина Ольга Владимировна, канд. техн. наук, доц., СибГИУ.

Хамитов Ренат Минзашарифович, канд. техн. наук, доц., КГЭУ.

Дмитриев Георгий Васильевич, студент, СибГИУ.

Хамитов Тимур Ренатович, студент, КГЭУ.

Information about the authors

Knyazkina Olga V., Candidate of Sciences (Technical), associate professor, SibSIU.

Khamitov Renat M., Candidate of Sciences (Technical), associate professor, KSPEU.

Dmitriev Georgiy V., student, SibSIU.

Khamitov Timur R., student, KSPEU.

Статья поступила в редакцию 05.03.2025; одобрена после рецензирования 15.12.2025; принята к публикации 16.12.2025.

The article was submitted 05.03.2025; approved after reviewing 15.12.2025; accepted for publication 16.12.2025.