DOI: 10.58168/TISD2026_62-68
УДК 621.793.74:621.791.927.55

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ: МНОГОУРОВНЕВЫЙ АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ И ВЫЗОВОВ

Паринов Н.Н.[1], Лихачев Д.В.[1], Артемов А.Ю.[1], Чирков Е.В.[1], Феофилова А.А.[2], Маклакова Е.А.

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»
г. Воронеж, Россия
[2]ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
г. Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается эволюция и комплексное воздействие Интеллектуальных Транспортных Систем (ИТС) на современную транспортную экосистему. Анализируются ключевые преимущества ИТС, включая повышение операционной эффективности, надежности, безопасности и мультимодальности перевозок. Особое внимание уделяется таким применениям, как электронная транспортная плата (ETC), системы управления безопасностью грузов и интегрированные информационные сервисы. Статья структурирует выгоды ИТС для трех ключевых стейкхолдеров: общества, дорожных администраторов и пользователей, а также затрагивает актуальные вызовы, связанные с внедрением этих технологий.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, организация дорожного движения, транспортная безопасность, умный город, управление дорожной инфраструктурой, городская мобильность.

MODERN ASPECTS OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION: A MULTILEVEL ANALYSIS OF BENEFITS AND CHALLENGES

Parinov N.N.[1], Likhachev D.V.[1], Artyomov A.Yu.[1], Chirkov E.V.[1], Feofilova A.A.[2], Maklakova E.A.[1]

[1] Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia
[2]Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract. This article examines the evolution and comprehensive impact of Intelligent Transportation Systems (ITS) on the modern transportation ecosystem. It

© Паринов Н. Н., Лихачев Д. В., Артемов А. Ю., Чирков Е. В., Феофилова А. А., Маклакова Е. А., 2026

analyzes the key benefits of ITS, including the enhancement of operational efficiency, reliability, safety, and transport multimodality. Particular attention is paid to applications such as electronic toll collection (ETC), cargo security management systems, and integrated information services. The article structures the benefits of ITS for three key stakeholders—society, road administrators, and users—and also touches upon current challenges associated with the implementation of these technologies.

Keywords: intelligent transportation systems, traffic management, transportation security, smart city, road infrastructure management, urban mobility.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) представляют собой стратегический, технологически ориентированный подход к трансформации организации дорожного движения. Выходя за рамки простого регулирования потоков, ИТС обеспечивают синергетическую интеграцию передовых технологий передачи данных, коммуникаций (V2X – Vehicle-to-Everything) и аналитики в реальном времени для создания взаимосвязанной среды, объединяющей водителей, транспортные средства, грузы и дорожную инфраструктуру [1]. Ключевая цель ИТС эволюционировала от решения традиционных проблем заторов и аварийности к устранению широкого спектра социально-экономических вызовов. Среди них – адаптация к демографическим изменениям (старение населения), реанимация центральных городских районов, поддержка туристических потоков и стимулирование устойчивого экономического роста на основе технологий информационного взаимодействия.

Одним из преимуществ использования ИТС является снижение неопределенности в путешествиях. В последние годы в научной литературе назрела мысль, что основная польза применения элементов ИТС в стратегии «Умного города» заключается в обеспечении большей надежности и предсказуемости в транспортных средствах, а не только в том, чтобы доставить больше людей к их местам назначения быстрее. Данные системы позволяют получать информацию в режиме реального времени, а она позволяет людям, совершающим поездки лучше спланировать свой маршрут, а грузоперевозчикам за счет расчета оптимального пути следования, получить выгоду [1-5].

Существует множество других способов, с помощью которых ИТС может улучшить операционную эффективность транспортной системы. Одним из

наиболее успешных и широко распространенных применений ИТС является электронная транспортная плата (ETC). С ETC водители заключают договор с платежным агентством и получают электронный транспондер, который идентифицирует их транспортное средство и их счет. Когда транспортное средство с электронным транспондером проезжает точку сбора платы за проезд, плата автоматически вычитается из счета водителя. Для платежного агентства это означает снижение затрат на труд, более надежные сборы, более эффективную операцию по сбору платы, которая привлечет больше пользователей, а также финансовую выгоду от задержки (т. е. доходы от плат за проезд, собранных заранее, когда водители открывают или пополняют свои счета). В долгосрочной перспективе ETC открывает возможность более гибких тарифов, которые могут изменяться в зависимости от времени суток, уровня заторов или спроса и многих других факторов. Внедрение интеллектуальных транспортных систем дает управляющим компаниям доступ к достоверным данным о текущей ситуации на дорогах в реальном времени, а также расширяет арсенал средств для проектирования, эксплуатации и поддержания инфраструктуры.

Пассажиры также выигрывают от использования ИТС, становясь более мобильными. Яркий пример – упомянутые системы электронного сбора платы (ETC). Они выгодны обеим сторонам процесса. Водителям больше не требуется останавливаться для оплаты – списание происходит автоматически во время движения. Это, в свою очередь, сокращает общие задержки на пунктах взимания платы для всего потока машин, включая те, что не оборудованы транспондерами.

Аналогичные решения облегчают жизнь и другим категориям путешествующих. Так, многофункциональные смарт-карты, применяемые для оплаты проезда в общественном транспорте, парковок и иных сервисов, получают все большее распространение в мире. Для органов власти такие карты — удобный инструмент адресной социальной поддержки, например, для льготных категорий граждан. Механизм может работать через автоматическое

пополнение баланса или дифференцированный тариф в зависимости от идентификации держателя карты.

ИТС обеспечивают водителей и пассажиров общественного транспорта своевременной и точной информацией о дорожной обстановке. Это позволяет оптимизировать маршруты, упрощает пересадки и, как следствие, делает каждую поездку более предсказуемой.

Наряду с повышением мобильности, ключевым требованием современной транспортной отрасли является обеспечение безопасности. Этот аспект становится все более значимым для всех участников движения.

Особая обеспокоенность, связанная с транспортом, значительно возросла в последние годы. Эта обеспокоенность касается безопасности транспортной системы (транспортных средств и инфраструктуры), а также безопасности грузов и людей в транзите. Грузы в контейнерах были признаны особой проблемой, поскольку контейнеры могут быть загружены и запечатаны в отдаленных местах. Неправильно управляемые контейнеры могут содержать опасные материалы (взрывчатые вещества, безопасности), предназначенные для террористического разрушения в другой стране. Даже законные опасные материалы могут быть похищены или использованы неправильно. Точно так же путешественники потенциально находятся под угрозой, особенно на транспортных узлах (автобусных и железнодорожных вокзалах) и в транспортных средствах с высокой заполняемостью (автобусах и поездах). ИТС предоставляет технологии для решения этих проблем с помощью использования GPS (или других технологий позиционирования), проводной и беспроводной связи, а также улучшенных датчиков и информационных систем. ИТС может контролировать содержание и местоположение контейнеров, отслеживать грузы и маршруты, принимаемые грузовиками, отслеживать местоположение и статус общественного транспорта, а также обеспечивать, упрощать и увеличивать видимость логистики транспорта. Это область, в которой повышение безопасности может способствовать повышению эффективности и

производительности путем стандартизации и интеграции процессов управления транспортировкой людей и грузов [2, 4].

Воздействие интеллектуальных транспортных систем проявляется на трех основных уровнях. На общегородском уровне наблюдается комплексный эффект: технологии способствуют предотвращению дорожно-транспортных происшествий через системы помощи водителю, оптимизируют транспортные потоки за счет постоянного мониторинга дорожной ситуации, а также вносят вклад в улучшение экологической обстановки. Для специалистов, отвечающих за содержание дорог, данные с датчиков и транспортных средств открывают новые возможности - они позволяют точно идентифицировать аварийно-опасные участки и зоны хронических заторов, что переводит управление инфраструктурой на более рациональный уровень. Что касается непосредственных пользователей - водителей и пассажиров - они получают как экономические преимущества в виде снижения транспортных расходов, так и практические удобства, включая доступ к актуальной маршрутной информации и бесконтактным платежным сервисам.

Перспективным направлением развития ИТС становится интеграция с интернетом вещей и когнитивными технологиями. Такой симбиоз создает основу для перехода от реагирования на дорожные инциденты к их прогнозированию. Современные системы, обрабатывающие большие массивы данных, способны не только предсказывать возникновение заторов и аварийных ситуаций, но и автоматически адаптировать к ним работу светофорных объектов, схем организации движения и даже тарифную политику, формируя принципиально новую парадигму управления городской мобильностью.

Широкое внедрение этих технологий сопряжено с рядом сложностей. Ключевыми из них являются обеспечение надёжной киберзащиты, сохранение конфиденциальности личных данных и необходимость преодоления административных разногласий при объединении ведомственных информационных ресурсов. Прогресс в области интеллектуальных транспортных систем сегодня определяется не только инновациями в

технической сфере, но и острой потребностью в создании всеобъемлющей правовой и управленческой базы, которая позволит реализовать весь их преобразующий потенциал.

Интеллектуальные транспортные системы уже подтвердили свою эффективность в роли действенного механизма обновления принципов городского и регионального перемещения. Они представляют собой системный подход к решению актуальных проблем современности, органично сочетая в себе принципы операционной эффективности, безопасности и экологической устойчивости.

Дальнейшая эволюция ИТС будет связана с конвергенцией с такими технологиями, как искусственный интеллект (AI) для предиктивного управления, 5G/6G-связь для обеспечения надежной коммуникации с минимальной задержкой, и распределенные реестры (Blockchain**)** для повышения безопасности и прозрачности транзакций и отслеживания грузов. Ключевым вызовом остается обеспечение кибербезопасности, защита данных пользователей и создание единых стандартов для бесшовной интеграции систем разных производителей и регионов. Успешное преодоление этих барьеров откроет путь к созданию по-настоящему связанной, автономной и устойчивой транспортной экосистемы будущего.

Список литературы

1. Жуньчжоу, В. Интеллектуальные системы управления дорожным движением / В. Жуньчжоу, В. В. Зырянов // Информационные технологии и инновации на транспорте : материалы VII Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Орел, 18–19 мая 2021 года. Том 1. – Орел: Орловский государственный университет, 2021. – С. 157-169.

2. Monahan, Torin. "War Rooms" of the Street: Surveillance Practices in Transportation Control Centers." The Communication Review 10 (4): 367-389, 2007.

3. Душкин, Р. В. Интеллектуальные транспортные системы / Р. В. Душкин. – Москва : ДМК Пресс, 2020. – 280 с.

4. Развитие архитектуры интеллектуальных транспортных систем / Е. О. Андреев, С. В. Жанказиев, В. В. Зырянов, А. С. Павлов // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 38-43. – DOI 10.36724/2072-8735-2024-18-1-38-43. – EDN HNTJMK.

5. Зырянов, В. В. Влияние развития цифровых платформ на современного онлайн-потребителя / В. В. Зырянов, Е. И. Нестерова // Человек в информационном обществе : сборник материалов второй международной научно-практической конференции, посвящённой десятилетию науки и технологий в Российской Федерации, Самара, 26–28 апреля 2023 года. – Самара: Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королева, 2023. – С. 52-55.

References

1. Zhunzhou, V. Intelligent traffic management systems / V. Zhunzhou, V. V. Zyryanov // Information technologies and innovations in transport : Proceedings of the VII International scientific and practical conference. In 2 volumes, Orel, May 18-19, 2021. Volume 1. - Orel: Oryol State University, 2021. - P. 157-169.

2. Monahan, Torin. "War Rooms" of the Street: Surveillance Practices in Transportation Control Centers." The Communication Review 10 (4): 367-389, 2007.

3. Dushkin, R. V. Intelligent transport systems / R. V. Dushkin. – Moscow: DMK Press, 2020. – 280 p.

4. Development of the architecture of intelligent transport systems / E. O. Andreev, S. V. Zhankaziev, V. V. Zyryanov, A. S. Pavlov // T-Comm: Telecommunications and transport. - 2024. - Vol. 18, No. 1. - Pp. 38-43. - DOI 10.36724/2072-8735-2024-18-1-38-43. - EDN HNTJMK.

5. Zyryanov, V. V. The Impact of the Development of Digital Platforms on the Modern Online Consumer / V. V. Zyryanov, E. I. Nesterova // Man in the Information Society : Collection of materials from the second international scientific and practical conference dedicated to the decade of science and technology in the Russian Federation, Samara, April 26–28, 2023. - Samara: Samara National Research University named after academician S.P. Korolev, 2023. - P. 52-55.