DOI: 10.58168/DPIITT2026_40-44
УДК 004.89:656.13

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК СТРАНЫ: КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ УПРАВЛЯЕТ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ РОССИИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

О.В. Сторожева[1], Д.Р. Панферова[2], С.В. Дорохин[1], А.А. Чепрасова[3]
[1]Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова
г. Воронеж, Россия, e–mail: storogeva2001@gmail.com
г. Воронеж, Россия, e–mail: dsvvrn@yandex.ru
[2] Российский Государственный Гуманитарный Университет
г. Москва, Россия, e–mail: dioraevans@gmail.com
[3] Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, Россия, e–mail: cheprasova_81@mai.ru
Автор, ответственный за переписку: Ольга Владимировна Сторожева, storogeva2001@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена методологии создания цифрового двойника национальной транспортной инфраструктуры. В общей сложности, представляющей собой, комплексную систему, агрегирующей потоки данных с камер видеонаблюдения и датчиков. Ключевой акцент сделан на использовании способа искусственного интеллекта, который задействуется в интеллектуальном мониторинге и оперативном управлении транспортным потоком в режиме реального времени.

Ключевые слова: наземный транспорт, инновации, искусственный интеллект (ИИ), транспортная система России, городская мобильность, цифровые технологии, интеллектуальные транспортные системы (ИТС), транспортный поток, демография мегаполисов, автомобили.

DIGITAL DOUBLE OF THE COUNTRY: HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE MANAGES RUSSIA'S TRANSPORT FLOWS IN REAL TIME

O.V. Storozheva[1], D.R. Panferova[2], S.V. Dorokhin[1], A.A. Cheprasova[3]
[1]Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia, e–mail: storogeva2001@gmail.com
Voronezh, Russia, e–mail: dsvvrn@yandex.ru
[2] Russian State University for the Humanities
Moscow, Russia, e–mail: dioraevans@gmail.com
[3] Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
Voronezh, Russia, e–mail: cheprasova_81@mai.ru
Corresponding author: Olga Vladimirovna Storozheva, storogeva2001@gmail.com

Abstract. This article is devoted to the methodology for creating a digital twin of the national transport infrastructure. In total, it represents a comprehensive system that aggregates data flows from surveillance cameras and sensors. The key focus is on the use of artificial intelligence methods, which are employed in intelligent monitoring and real-time operational management of traffic flow.

Keywords: ground transport, innovations, artificial intelligence (AI), Russia's transport system, urban mobility, digital technologies, intelligent transport systems (ITS), traffic flow, megacity demographics, cars.

На фоне стремительного роста автомобильной мобильности в Российской Федерации (РФ), проблема заторов на дорогах, рост трафика, число дорожно–транспортных

© Сторожева О. В., Панферова Д. Р., Дорохин С. В., Чепрасова А. А., 2026

происшествий приобретает все более значительный характер. Увеличение числа частных автомобилей, повышение демографии в мегаполисах, а также расширение пригородных агломераций и нарастание маятниковых миграций, оказывает избыточную нагрузку на транспортную инфраструктуру. Учитывая стратегический характер транспортной сети страны, которая служит целостностью и безопасностью России, классические методы по оптимизации логистического управления утратили свою актуальность [1].

Решением данной проблемы является интеграция цифрового двойника транспортной сети РФ. Под данным термином понимается динамичная виртуальная модель реального объекта, которая в совокупности с искусственным интеллектом, функционирует в режиме реального времени, обмениваясь данными с физическим объектом.

В соответствии с российским стандартом ГОСТ Р 57700.37–2021, который действует с 1 января 2022 года, данный образец стал первым в мире нормативным актом, который утверждает цифровизацию инфраструктуры и методологию принципов создания самой продукции [2].

В контексте транспортной отрасли, интеграция цифрового двойника эволюционировала: от простого смоделированного единичного объекта до комплексной динамичной системы, которая охватывает всю транспортную сеть. Благодаря такому подходу, система способна отражать текущее состояние дорожной ситуации и имитировать развитие событий заранее. Это необходимо для оптимизации трафика и принятия обоснованных управленческих решений.

В основу государственной стратегии Российской Федерации по цифровизации и трансформации транспорта до 2030 года, легла описанная выше идея о технологии цифрового двойника, включающая в себя приоритетные направления: от реализации беспилотного транспорта до формирования цифровых моделей инфраструктурных объектов [3]. Чтобы качественно управлять транспортными системами на региональном уровне понадобится интеграция данных из множества разносторонних источников. В таком случае, цифровой двойник объекта выступает инструментом для решения поставленной задачи, агрегируя потоками данных из нижеуказанных источников:

– телематические данные ГЛОНАСС датчиков коммерческого транспорта;

– комплексы систем видеонаблюдения и дорожных лидаров;

– метеорологические сводки Росгидромета, учитывающие специфику сурового климата Сибири и Крайнего Севера;

– данные транзакции общественного транспорта и платежные системы платных дорог [4].

При помощи специализированных шлюзовых решений осуществляется интеграция региональных интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в единую федеральную сеть, которые гарантируют привязку локальных платформ с федеральной инфраструктурой. Но при этом, данные технологии должны будут учитывать требования протоколов информационной безопасности и установленные стандарты совместимости. В рамках национального проекта 22 региона России в 2020 году получили финансирование на реализацию проекта по интеграции ИТС в размере 3,3 млрд рублей.

Здесь искусственный интеллект выступает не просто калькулятором, а экспертом аналитики, в сравнении с классическими моделями, искусственный интеллект умело выявляет нелинейные зависимости. Наглядным примером является трасса М–11: система предугадывает затор за час до того, как он должен будет сформироваться, сопоставляя данные о загруженности трассы и погодных условий в Тверской области.

В качестве следующего этапа развития технологий искусственного интеллекта и цифровых двойников рассматривается их применение как для прогнозирования дорожной ситуации, так и для моделирования работы транспортной инфраструктуры в целом. Одним из наиболее показательных проектов в данном направлении является цифровой

двойник трассы М–12 «Восток» на участке Москва – Казань протяженностью около 800 км. Планируется, что к концу 2026 г. на трассе будет реализована система, объединяющая виртуальное моделирование инфраструктуры с реальным движением беспилотного транспорта пятого уровня автоматизации, не предусматривающего присутствия водителя в кабине.

Функционирование цифрового двойника основывается на консолидации данных, поступающих из различных источников, таких как, сенсоры интеллектуального дорожного покрытия, видеокамеры, метеорологические станции, спутниковые системы навигации ГЛОНАСС и т.д. Полученная информация обрабатывается и передается беспилотным грузовым транспортным средствам посредством сети 5G. Использование цифрового проводника позволяет проводить тестирование и отработку алгоритмов автономного вождения в виртуальной среде, при этом минимизируя риски для реальной транспортной инфраструктуры, что, в свою очередь, способствует сокращению сроков разработки внедрения новых технологических решений.

Важную роль в формировании цифровой среды мониторинга транспорта играют помимо государственных информационных систем и коммерческие цифровые сервисы. Так, продукты компании «Яндекс» используют обезличенные данные со смартфонов пользователей для определения текущей загруженности дорог. На основе полученной информации уровень заторов отображается на цифровых картах с помощью цветовой индикации. Кроме того, системы способны осуществлять краткосрочное прогнозирование дорожной ситуации примерно на час вперёд, а также анализировать закономерности изменения транспортной нагрузки в зависимости от дня недели и времени суток. Однако использование навигационных сервисов для управления транспортными потоками сопровождаются определёнными ограничениями.

Одной из ключевых проблем является эффект обратной связи: перенаправление автомобилей с перегруженного участка на альтернативные маршруты может привести к их последующей перегрузке. В данных условиях локальные решения проблемы способны сформировать новый затор на соседнем участке транспортной сети. Современные алгоритмы машинного обучения уже позволяют прогнозировать возникновение новых заторов с опережением примерно в 15 минут, при этом подробная информация преимущественно используется для уточнения времени прибытия и построение маршрутов, тогда как возможность её применения для проактивного перераспределения транспортных потоков пока используется ограничено. В связи с этим, перспективным направлением становится объединение ресурсов коммерческих цифровых сервисов с государственными интеллектуальными транспортными системами. Консолидация данных и аналитических инструментов различных участников транспортной отрасли может создать прочную основу для более точного прогнозирования дорожной ситуации и эффективного управления транспортными потоками в режиме реального времени.

Цифровизация затрагивает также и железнодорожную отрасль. Значительный вклад в развитии технологий в сфере железнодорожных перевозок вносит ОАО «РЖД», реализующее проекты на основе искусственного интеллекта и эксплуатирующее интеллектуальные информационные системы. В данном направлении цифровые двойники используются с целью повышения эффективности логистических процессов, например, для прогнозирования загрузки железнодорожной инфраструктуры, формирования оптимальных маршрутов, а также расчёта затрат, связанных с содержанием и эксплуатацией подвижного состава.

Одним из ключевых проектов компании является «Цифровая железнодорожная станция», апробируемая на станции Челябинск–Главный. В рамках проекта технологии искусственного интеллекта используются для автоматизированного построения маршрутов, контроля технического состояния составов с применением компьютерного зрения и

автоматизации операций по расцепке вагонов. В дальнейшем предполагается масштабирование полученного опыта и создание сети цифровых железнодорожных станций с использованием технологий искусственного интеллекта. Повышение эффективности и скорости железнодорожных перевозок обеспечивается комплексным внедрением цифровых технологий. К ним относятся цифровые двойники инфраструктуры и перевозочных процессов, интеллектуальные системы планирования и диспетчеризации, инструменты координации пропускной способности, технологии предиктивного технического обслуживания и автоматизации отдельных операций на железнодорожных узлах.

Таким образом, формирование транспортного цифрового двойника Российской Федерации целесообразно рассматривать в качестве масштабной экосистемы взаимосвязанных цифровых моделей. Такого рода система должна охватывать различные уровни транспортной инфраструктуры, от отдельных магистралей до железнодорожных и городских транспортных сетей федерального и регионального масштаба.

В рамках данной экосистемы искусственный интеллект выполняет несколько взаимосвязанных функций. Предиктивная функция заключается в анализе состояния инфраструктуры и прогнозировании возможных изменений транспортной ситуации. Оптимизационная функция обеспечивает перераспределение транспортных потоков с учётом текущей загрузки сети. Диагностическая функция направлена на своевременное выявление дефектов, неисправностей и нештатных ситуаций. Совокупное применение этих возможностей позволяет перейти от реагирования на уже возникшие проблемы к их предварительному выявлению и предотвращению.

В перспективе развитие интеллектуальных транспортных систем предполагает постепенный переход от отдельных региональных и отраслевых экспериментов к созданию единой национальной цифровой среды, основу которой могут составить федеральные платформы, обеспечивающие взаимодействие региональных, государственных и коммерческих ИТС и позволяющие осуществлять комплексное управление транспортными потоками на различных уровнях. Эффективность такого перехода будет зависеть первостепенно от решения нормативных, организационных, инфраструктурных и технологических вопросов, связанных с интеграцией разнородных информационных систем, а также от развития технологий искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорохин С.В. Перспективы развития инноваций и цифровой трансформации мирового рынка транспортных услуг / Дорохин С.В., Азарова Н.А. // Перспективы развития, инновации и информационные технологии на транспорте – 2025. Материалы Международной молодежной научно–практической конференции, посвященной 95–летию ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова. – Воронеж. – 2025. – С. 139–143. – DOI: 10.58168/MSTT2025_139–143, EDN: LQFZMR.
2. Сторожева О.В. Цифровизация логистики и грузоперевозок / Сторожева О.В., Дорохин С.В., Чепрасова А.А., Мороз Р.В. // Современные технологии и системы на транспорте: проблемы и перспективы. Материалы Международной научно–практической конференции. Воронеж. – 2026. – С. 178–181. – DOI: 10.58168/MTST2026_178–181, EDN: QVZHKC.
3. Осьминин А. Т. Обзор исследований применения искусственного интеллекта и цифровых двойников для ускорения транспортных потоков на железнодорожном транспорте / Осьминин А. Т., Малахова Т. А., Рящиков А. С., Осьминина И. И. // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2026. – № 1. – С. 36–42. DOI: 10.46973/0201–727X_2026_1_36, EDN: VUOKMS.
4. Акимов, А. Е. Большие данные, искусственный интеллект и облачные технологии: цифровизация железных дорог / А. Е. Акимов // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 3. – С. 150–153. EDN: TZTUEY.

REFERENCES

1. Dorokhin S.V. Perspektivy` razvitiya innovacij i cifrovoj transformacii mirovogo ry`nka transportny`x uslug / Dorokhin S.V., Azarova N.A. // Perspektivy` razvitiya, innovacii i informacionny`e texnologii na transporte – 2025. Materialy` Mezhdu–narodnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhennoj 95–letiyu VGLTU im. G.F. Morozova. – Voronezh. – 2025. – S. 139–143. – DOI: 10.58168/MSTT2025_139–143, EDN: LQFZMR.
2. Storozheva O.V. Cifrovizaciya logistiki i gruzoperevozok / Storozheva O.V., Dorokhin S.V., Cheprasova A.A., Moroz R.V. // Sovremenny`e texnologii i sistemy` na transporte: problemy` i perspektivy`. Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno–prakticheskoj konferencii. Voronezh. – 2026.– S. 178–181. – DOI: 10.58168/MTST2026_178–181, EDN: QVZHKC.
3. Os`minin A. T. Obzor issledovanij primeneniya iskusstvennogo intellekta i cifrovy`x dvojnikov dlya uskoreniya transportny`x potokov na zheleznodorozhnom transporte / Os`minin A. T., Malaxova T. A., Ryashhikov A. S., Os`minina I. I. // Vestnik Rostovskogo gosu–darstvennogo universiteta putej soobshheniya. 2026. – № 1. – S. 36–42. DOI: 10.46973/0201–727X_2026_1_36, EDN: VUOKMS.
4. Akimov, A. E. Big Data, Artificial Intelligence and Cloud Technologies: Digitalization of Railways / A. E. Akimov // Innovations and Investments. – 2023. – No. 3. – Pp. 150–153. EDN: TZTUEY.