

УДК 004.8

Перспективы использования больших языковых моделей искусственного интеллекта на транспорте

Тюгашев Андрей Александрович — д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Информатика и вычислительная техника». Научные интересы: искусственный интеллект, программная инженерия. E-mail: tau797@mail.ru

Институт автоматизации и информационных технологий, Самарский государственный технический университет, Россия, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Для цитирования: Тюгашев А. А. Перспективы использования больших языковых моделей искусственного интеллекта на транспорте // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2026. № 1 (45). С. 33–40. DOI: 10.20295/2413-2527-2026-145-33-40

Аннотация. *Анализируются перспективы использования больших языковых моделей (БЯМ), таких как GPT-5.2 и Gemini 3, в транспортной отрасли посредством применения в проектировании транспортных средств, автономной навигации, управлении движением и пр. Особое внимание уделяется генерации с дополненной выборкой и мультимодальной обработке. Среди ключевых обсуждаемых проблем — сертификация безопасности, прозрачность моделей и этические аспекты их внедрения. Цель: определить перспективы использования ИИ-агентов на основе БЯМ в транспортной отрасли. Результаты: рассмотрены использование генерации с дополненной выборкой и многомодальная обработка данных, а также примеры, включая управление светофорами с помощью ИИ, генерацию сценариев моделирования и анализ усталости водителей. Теоретическая значимость: сделан вывод о неизбежности синергии ИИ и транспорта для повышения безопасности и эффективности. Предполагается, что БЯМ будут играть важную роль в будущих интеллектуальных адаптивных транспортных системах.*

Ключевые слова: *большие языковые модели, транспорт, интеллектуальные агенты, предиктивное техобслуживание, генеративное проектирование, критические системы*

1.2.1 — *искусственный интеллект и машинное обучение (технические науки); 1.2.2* — *математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)*

Введение

XX век часто называли космическим веком или веком информатики. Но можно отметить и стремительное развитие транспорта. В Советском Союзе основные железнодорожные линии были электрифицированы в 1950-х годах. Паровозы уступили место более совершенным локомотивам, появились электровозы и дизельные локомотивы. Что касается внедрения вычислительной техники, компьютеры использовались для управления сложными системами, оптимизации маршрутов,

расписаний и т. д. Сейчас, в XXI веке, мы наблюдаем масштабные программы модернизации транспортной инфраструктуры. Россия развивает высокоскоростные железнодорожные линии, строит новые автомагистрали. Китай добился больших успехов в создании высокоскоростных железнодорожных линий. Европа совершенствует интермодальные перевозки [1].

Информационные технологии, цифровизация и цифровая трансформация признаны

стратегическими приоритетами руководством многих стран. Тем временем с конца 2022 года в ИТ-сфере разворачивается революция искусственного интеллекта (ИИ). Это связано прежде всего с впечатляющим успехом больших языковых моделей (БЯМ), основанных на архитектуре генеративного предварительно обученного трансформера многослойных искусственных нейронных сетей. Сейчас ясно, что Китай и США лидируют в гонке ИИ. Американские GPT-5.2, Gemini 3 и Grok 4 конкурируют с китайскими DeepSeek V3, Qwen3-Max и Kimi K2. Российские разработки также существуют: GigaChat и Yandex GPT демонстрируют конкурентоспособные результаты.

Синергия искусственного интеллекта и транспорта способна открыть новую эру интеллектуальной мобильности. С момента заложения основополагающих концепций ИИ в 1950-х годах эта область неуклонно развивалась от систем, основанных на правилах, к созданию сложных интеллектуальных агентов, способных работать автономно. На транспорте это выразилось в передовых системах помощи водителю, прототипах автономных транспортных средств, интеллектуальном управлении дорожным движением и логистикой.

Языковые модели — это генеративные системы, способные писать тексты на разные темы по запросу пользователя. Возможности языковых моделей быстро растут. К началу 2026 года ИИ может успешно создавать программное обеспечение размером до 10–15 тыс. строк, писать научные статьи, рецензировать публикации и т. п. То, что еще пару лет назад казалось невозможным, становится обычным явлением. Говорят уже даже о создании и применении команд интеллектуальных агентов, способных выполнять определенную роль по запросу пользователя, взаимодействуя друг с другом и с окружающей средой как в виртуальной среде, так и потенциально в физическом мире [2].

Все это знаменует собой переход от прикладного ИИ, ориентированного на конкретные задачи, к агентам, способным рассуждать, планировать и выполнять сложные последовательности действий в замкнутом цикле восприятия, обучения и управления. Их интеграция в транспортную от-

расль обещает преодолеть разрыв между операторами-людьми и сложной техникой, автоматизировать сложные процессы проектирования, обеспечить новый уровень прогнозного интеллекта для технического обслуживания и эксплуатации.

Цель статьи — представить структурированный анализ текущего состояния, имеющихся проблем и перспектив применения интеллектуальных агентов на основе БЯМ в транспортной отрасли, опираясь на академические источники, иллюстрирующие, как данные технологии способствуют инновациям [3].

Дискуссия

Применение языковых моделей в транспортной сфере многогранно и способно затронуть практически полный жизненный цикл транспортных средств и инфраструктуры. Их основная ценность заключается в способности учесть огромные объемы технических знаний и применить их к решению различных задач с беспрецедентной скоростью и масштабом [4].

Генеративное проектирование

Языковые модели могут стать полезными инструментами в проектировании транспортных систем. ИИ-агент может получать доступ к информации из тысяч научных статей на платформах типа arXiv, а также из технических руководств и нормативных стандартов и интегрировать ее для формирования проектов.

Уже сейчас у инженеров есть возможность отдавать команды на естественном языке, например: «Разработайте компонент железнодорожного вагона, который может надежно работать при температурах от -50 до $+50$ °C». Языковая модель обрабатывает промпт, проанализирует соответствующие данные по материаловедению и сгенерирует 3D-CAD-модель в стандартном формате, таком как DXF, готовую для конечно-элементного анализа либо потенциально для трехмерной печати или станка с ЧПУ на производстве.

Здесь интеллектуальные агенты выступают не в качестве заменителей людей, а в качестве помощников. Они способны быстро найти всю необходи-

мую информацию по нужному вопросу на тысячах страниц технической документации, стандартов, правил и предоставить ее инженеру-конструктору.

В области систем автоматизированного проектирования (САПР) исследовательские отделы нескольких глобальных поставщиков ИТ-инструментов разработали подходы к их интеграции с ИИ. БЯМ могут быть дополнительно обучены на инженерных чертежах, после чего они могут генерировать и редактировать эскизы на основе текстовых описаний. Это значительно ускоряет рабочий процесс, позволяя инженерам быстро создавать и изменять сложные геометрические двухмерные и трехмерные электронные представления.

Помимо этого, нейронные сети способны генерировать модели САПР из облака точек (данных 3D-сканирования). При этом интегрированный агент ИИ позволяет редактировать геометрию полученной модели изделия на лету. Данный подход может радикально изменить процессы обратного проектирования.

ИИ может эффективно генерировать скрипты для систем САПР, поддерживающих программирование. Так, можно описать необходимый объект (например, «создать элемент крепления рельса КБ-65») и получить готовый скрипт, пригодный для дальнейшей обработки в стандартной САПР-системе [5, 6].

Основываясь на постоянно пополняемой базе знаний, ИИ может предлагать и новые идеи в проектировании, использующие самые передовые достижения в материаловедении или аэродинамике, что значительно ускоряет инновационный цикл [7].

Интеллектуальная робототехника

Роботы и роботизированные системы играют все более важную роль в транспортных системах. Можно упомянуть автономные системы инспекции и контроля, например рельсов и контактной сети, автоматическую диагностику с достаточно сложными алгоритмами обработки данных и многое другое. Эти системы выполняют все более сложные задачи в области мониторинга инфра-

структуры, состояния активов и технического обслуживания оборудования [8].

Важно отметить, что транспортные роботы могут выполнять опасные операции, не подвергая риску человеческую жизнь и здоровье. Нередко оборудование работает в экстремальных условиях: при температурах от -50 до $+50$ °С, под воздействием вибрации и пр. [9].

Роботы могут работать автономно в течение недель или месяцев, снижая стоимость операций, поскольку нет необходимости в системах защиты персонала и жизнеобеспечения.

Подчеркнем, что роботы могут обладать различными уровнями «интеллекта». Первый уровень — это просто жестко запрограммированный или дистанционно управляемый манипулятор. Промышленные роботы выполняют строго заданную последовательность операций с предварительно откалиброванными движениями и перемещениями. Есть роботы «второго уровня», или адаптивные роботизированные системы. Эти системы оснащены датчиками и/или машинным зрением, предотвращая, например, нерациональное «захватывание воздуха», когда заготовка не доставлена в нужную область.

Однако нас интересуют роботы «третьего уровня», способные к высокой степени автономности и самостоятельному планированию операций на базе лишь примерного плана задач и поставленных целей. Это мобильные роботы, оснащенные датчиками (сенсорами, камерами, лидарами) для восприятия окружающей среды и вычислительными мощностями (микропроцессорами, нейронными сетями) для обработки данных. Они используют алгоритмы и методы искусственного интеллекта (машинное обучение, компьютерное зрение, планирование действий) для автономного принятия решений [10].

Интеллект транспортных роботов основан на сочетании технологий. Машинное, или компьютерное, зрение имеет решающее значение для распознавания образов, осмотра поверхностей и обнаружения дефектов. Искусственный интеллект позволяет мобильным роботам перемещаться, избегать столкновений и достигать пункта

назначения без постоянной связи с оператором или диспетчером.

Например, в публикациях отмечалось, что автоматизированная система мониторинга железнодорожной инфраструктуры потенциально может быть основана на использовании искусственного интеллекта и современных технологий обработки изображений. Такая система может использоваться для раннего обнаружения потенциальных угроз, таких как несанкционированный доступ к объектам и чрезвычайные ситуации, в том числе на переездах [11, 12].

В автономных транспортных средствах мультимодальные БЯМ могут быть использованы для повышения качества и точности детекции или обнаружения объектов путем интеграции визуальных данных с текстовым контекстом, что приводит к более надежному и устойчивому распознаванию пешеходов, транспортных средств и дорожных аварий. Это улучшает существующие алгоритмы локализации и картографирования, позволяя автономному транспортному средству формировать более полное и точное понимание окружающей среды и более надежно ориентироваться [12].

При решении логистических задач ИИ может управлять «роем» роботов на складе или в порту. Высокоуровневая команда, например «разгрузить контейнеровоз», будет разбита агентами ИИ с разными целями и промптами на ряд скоординированных задач, распределенных между отдельными роботами, оптимизируя общий рабочий процесс для повышения эффективности, предотвращения столкновений и адаптации к непредвиденным событиям.

Интеллектуальное управление дорожным движением

Несколько недавно опубликованных исследований продемонстрировали эффективность БЯМ в управлении сложными системами городской мобильности. Например, реализовано успешное управление светофорами с помощью ИИ путем применения следующей методологии. БЯМ используются в качестве агентов принятия решений, когда модель, интерпретируя данные о дорожном движении в реальном времени на базе специаль-

ного подробного запроса, может анализировать транспортный поток и принимать интеллектуальные решения для корректировки времени работы светофоров, борясь с пробками более эффективно, чем традиционные методы и даже подходы с обучением с подкреплением [12].

Проект ChatSUMO интегрирует БЯМ с имитационной моделью дорожного движения SUMO (Simulation of Urban MObility). Это позволяет использовать сложные реалистичные сценарии дорожного движения с использованием команд на естественном языке, автоматизируя процесс и обеспечивая более надежные системы автономного вождения и стратегии управления дорожным движением [13].

БЯМ могут применяться и для оптимизации работы общественного транспорта. В тематическом исследовании в Сан-Антонио изучалось, как ИИ-агенты могут улучшить функционирование общественного транспорта путем обработки данных General Transit Feed Specification [14]. Модель помогает улучшить распределение ресурсов, оптимизировать расписания и повысить удовлетворенность пассажиров, предоставляя информацию о транспортной сети в реальном времени.

Предиктивное техобслуживание и ремонт

Общеизвестно, что одной из важнейших проблем в работе сложных технических и технологических систем является обеспечение необходимого уровня надежности и отказоустойчивости. Искусственный интеллект может помочь в решении этой проблемы, используя такие подходы, как предиктивное техническое обслуживание и интеллектуальный анализ больших данных.

ИИ может прогнозировать чрезвычайные ситуации до их возникновения. На данный момент появилась возможность собирать беспрецедентное количество данных, отражающих различные аспекты функционирования агрегатов и устройств, с помощью датчиков интернета вещей (internet of things, IoT). Интеллектуальный агент способен провести анализ состояния конкретного устройства, выявляя признаки износа и скрытые риски. Компьютер может реализовать интеллектуальную

систему мониторинга, обрабатывающую тысячи параметров в режиме реального времени, и формировать картину всей сложной системы, предоставляя возможности, которых у нас раньше не было. При этом ИИ может проводить корреляционный анализ между различными типами сигналов, выявляя сложные и иногда неожиданные зависимости [7].

Весьма важной тенденцией в настоящее время является использование цифровых двойников. Имитационные модели железнодорожного оборудования широко используются как на этапе разработки, так и на этапе эксплуатации. Данные модели воспроизводят поведение реальных систем в виртуальной среде, позволяя тестировать различные сценарии без риска повреждения реального оборудования.

Интеграция ИИ с цифровыми двойниками открывает путь к созданию самообучающихся моделей, адаптирующихся к изменениям в поведении реальных систем. Например, если во время эксплуатации меняются внешние условия (неожиданное изменение температуры может повлиять на электронику), ИИ может корректировать модель, лежащую в основе цифрового двойника, на основе поступающих данных, корректируя свои прогнозы и рекомендации по техническому обслуживанию. В реальных проектах такие системы уже продемонстрировали сокращение времени простоя на 30–50% благодаря прогнозному анализу [15].

Например, российские исследователи разработали методы анализа влияния осевых нагрузок подвижного состава на усталостную долговечность рельсов с использованием многоосевой модели усталости Брауна — Миллера, которую они интегрировали в программную систему Fatigue. В области надежности тягового оборудования для городского электротранспорта для определения интегрального показателя используется метод аналитической иерархической обработки [15].

Непрерывно анализируя эксплуатационные данные с датчиков, логи и условия окружающей среды, ИИ может выявлять тонкие закономерности, предшествующие механическим отказам. Как показано в недавних исследованиях, ИИ может прогнози-

ровать усталость материала в критически важных компонентах, что позволяет заблаговременно планировать техническое обслуживание [15].

Проблемы и вызовы

Естественно, с языковыми моделями связаны не только возможности, но и проблемы и риски, особенно в критически важных для безопасности приложениях, часто встречающихся на транспорте. Языковые модели имеют статистическую природу, поэтому в некоторых случаях их поведение может быть непредсказуемым.

Другой проблемный момент заключается в том, что нейросеть — это черный ящик, что присуще и языковым моделям.

Поэтому необходимо разрабатывать специальные меры верификации и валидации, учитывающие внутреннюю структуру языковых моделей и их алгоритмов. Эти меры должны быть достаточными для целей сертификации, обычно применяемых в транспортной отрасли.

При развертывании разработанных агентов ИИ следует использовать такие технологии, как Docker и Kubernetes, и обрабатывать конфиденциальную информацию локально, в закрытой сети. При этом многие достаточно эффективные языковые модели являются открытыми и могут быть загружены и установлены на локальных серверах в защищенной сети предприятия.

Заключение

Современные языковые модели обладают огромным потенциалом в транспортной отрасли. Они могут быть использованы в качестве основы для создания интеллектуальных агентов, в некоторых случаях даже команд сотрудничающих интеллектуальных агентов со специфическими целями и промптами.

Одни ИИ-агенты могут использоваться для интеллектуального автономного управления и навигации, другие — для технического обслуживания и обеспечения надежности. В статье рассматриваются различные приложения, начиная от генеративного CAD-моделирования и роевой робототехники до интеллектуального управления дорожным движением.

Использование потенциала рассуждающих агентов может повысить эффективность, уменьшить влияние человеческого фактора и ускорить инновации [11, 12, 14].

С другой стороны, необходимо уделять достаточно внимания проблемам и рискам, связанным с искусственным интеллектом. Эти проблемы особенно важны для критически важных систем, используемых в транспортной отрасли.

Ключевую роль здесь потенциально сыграют методы, специально разработанные для улучшения интерпретируемости моделей, а также разработка и внедрение новых нормативных актов, регулирующих разработки и использование систем ИИ.

Успешная интеграция больших языковых моделей требует совместных усилий исследователей, инженеров и управленцев для обеспечения безопасного и надежного развертывания технологий ИИ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Часовских В. П., Кох Е. В. Технологии цифровой трансформации на транспорте // *Фундаментальные исследования*. 2023. № 8. С. 57–61. DOI: 10.17513/fr.43495.
2. Механизмы интеллектуальных обратных связей, обработки знаний и самообучения в системах управления автономными роботами и мультиагентными робототехническими группировками / В. М. Лохин [и др.] // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2015. Т. 16, № 8. С. 545–555. DOI: 10.17587/mau.16.545-555.
3. Carlson K. W. Highlights of the Issue: Governance, Agents, Evolutionary Search // *SuperIntelligence — Robotics — Safety and Alignment*. 2025. Vol. 2, no. 3. 6 p. DOI: 10.70777/si.v2i3.15417.
4. Nie T., Sun J., Ma W. Exploring the Roles of Large Language Models in Reshaping Transportation Systems: A Survey, Framework, and Roadmap // *Artificial Intelligence for Transportation*. 2025. Vol. 1. Art. no. 100003. 31 p. DOI: 10.1016/j.ait.2025.100003.
5. Generative AI in Transportation Planning: A Survey / L. Da [et al.] // *ArXiv*. 2025. Vol. 2503.07158. 56 p. DOI: 10.48550/arXiv.2503.07158.
6. A Gentle Introduction and Tutorial on Deep Generative Models in Transportation Research / S. Choi [et al.] // *Transportation Research. Part C: Emerging Technologies*. 2025. Vol. 176. Art. no. 105145. 66 p. DOI: 10.1016/j.trc.2025.105145.
7. Benchmarking the Capabilities of Large Language Models in Transportation System Engineering: Accuracy, Consistency, and Reasoning Behaviors / U. Syed [et al.] // *ArXiv*. 2024. Vol. 2408.08302. 23 p. DOI: 10.48550/arXiv.2408.08302.
8. Романов А. М. Обзор аппаратно-программного обеспечения систем управления роботов различного масштаба и назначения. Часть 1. Промышленная робототехника // *Russian Technological Journal*. 2019. Т. 7, № 5. С. 30–46. DOI: 10.32362/2500-316X-2019-7-5-30-46.
9. Солятов А. А., Сидоренко В. С. Система мехатронных модулей управления адаптивного торможения // *Динамика и виброакустика*. 2021. Т. 7, № 4. С. 40–49. DOI: 10.18287/2409-4579-2021-7-4-40-49.
10. Федоров В. А., Огородникова О. М. Повышение качества обучения сверточных нейронных сетей в задачах технического зрения беспилотных поездов // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025. Т. 13, № 4. 11 с. DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.002.
11. Сацюк А. В. Мониторинг инфраструктуры на основе искусственного интеллекта // *Автоматика, связь, информатика*. 2025. № 9. С. 32–34. DOI: 10.62994/AT.2025.9.9.005.
12. Multimodal LLM for Intelligent Transportation Systems / D. Le [et al.] // *ArXiv*. 2024. Vol. 2412.11683. 5 p. DOI: 10.48550/arXiv.2412.11683.
13. Li S., Azfar T., Ke R. ChatSUMO: Large Language Model for Automating Traffic Scenario Generation in Simulation of Urban Mobility // *ArXiv*. 2024. Vol. 2409.09040. 10 p. DOI: 10.48550/arXiv.2409.09040.
14. Exploring the Potential of Large Language Models in Public Transportation: San Antonio Case Study / R. Jonnala [et al.] // *ArXiv*. 2025. Vol. 2501.03904. 10 p. DOI: 10.48550/arXiv.2501.03904.

15. Хижняк М. А. Развитие информационной платформы АСУ станции посредством взаимодействия с системами идентификации подвижного состава, комплексами управления сортировочной автоматикой и устройствами спутниковой навигации // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2018. Т. 77, № 2. С. 118–124. DOI: 10.21780/2223-9731-2018-77-2-118-124.

Дата поступления: 22.01.2026

Решение о публикации: 06.02.2026

Prospects for Using Large Language Models of Artificial Intelligence in Transport

Andrey A. Tyugashev

— Dr. Sci. in Engineering, Docent. Professor of the Computer Science and Computer Engineering Department. Research interests: artificial intelligence, software engineering. E-mail: tau797@mail.ru

Automation and Information Technology Institute, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya str., Samara, 443100, Russia

For citation: Tyugashev A. A. Prospects for Using Large Language Models of Artificial Intelligence in Transport, *Intellectual Technologies on Transport*, 2026, no. 1 (45), pp. 33–40. DOI: 10.20295/2413-2527-2026-145-33-40. (In Russian)

Abstract. *This paper explores the potential of using large language models (LLMs), such as GPT-5.2 and Gemini 3, in the transportation industry through applications in vehicle design, autonomous navigation, traffic control, and other areas. Special attention is given to augmented sampling generation and multimodal processing. Key issues discussed include safety certification, model transparency, and ethical considerations of their implementation. **Purpose:** to investigate the prospects for using AI agents based on LLMs in the transport industry. **Results:** this paper considers the use of augmented sampling generation and multimodal data processing, along with examples, including traffic light control using AI, simulation scenario generation and driver fatigue analysis. **Theoretical Significance:** this paper concludes that the synergy between AI and transportation will inevitably lead to increased safety and efficiency, and that LLMs will play a significant role in future intelligent adaptive transport systems.*

Keywords: *large language models, transportation, AI agents, predictive maintenance, generative design, safety-critical systems*

REFERENCES

1. Chasovskikh V. P., Koch E. V. Tekhnologii tsifrovoy transformatsii na transporte [Technologies of Digital Transformation in Transport], *Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental Research]*, 2023, no. 8, pp. 57–61. DOI: 10.17513/fr.43495. (In Russian)
2. Lokhin V. M., et al. Mekhanizmy intellektualnykh obratnykh svyazey, obrabotki znaniy i samoobucheniya v sistemakh upravleniya avtonomnymi robotami i multiagentnymi robototekhnicheskimi gruppировkami [Intelligent Feedback, Knowledge Processing and Self Learning in the Control Systems of the Autonomous Robots and Multi-Agent Robotic Groups], *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2015, vol. 16, no. 8, pp. 545–555. DOI: 10.17587/mau.16.545-555. (In Russian)

3. Carlson K. W. Highlights of the Issue: Governance, Agents, Evolutionary Search, *SuperIntelligence — Robotics — Safety and Alignment*, 2025, vol. 2, no. 3, 6 p. DOI: 10.70777/si.v2i3.15417.
4. Nie T., Sun J., Ma W. Exploring the Roles of Large Language Models in Reshaping Transportation Systems: A Survey, Framework, and Roadmap, *Artificial Intelligence for Transportation*, 2025, vol. 1, art. no. 100003, 31 p. DOI: 10.1016/j.ait.2025.100003.
5. Da L., et al. Generative AI in Transportation Planning: A Survey, *ArXiv*, 2025, vol. 2503.07158, 56 p. DOI: 10.48550/arXiv.2503.07158.
6. Choi S., et al. A Gentle Introduction and Tutorial on Deep Generative Models in Transportation Research, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2025, vol. 176, art. no. 105145, 66 p. DOI: 10.1016/j.trc.2025.105145.
7. Syed U., et al. Benchmarking the Capabilities of Large Language Models in Transportation System Engineering: Accuracy, Consistency, and Reasoning Behaviors, *ArXiv*, 2024, vol. 2408.08302, 23 p. DOI: 10.48550/arXiv.2408.08302.
8. Romanov A. M. Obzor apparatno-programmnogo obespecheniya sistem upravleniya robotov razlichnogo massh-taba i naznacheniya. Chast 1. Promyshlennaya robototekhnika [A Review on Control Systems Hardware and Software for Robots of Various Scale and Purpose. Part 1. Industrial Robotics], *Russian Technological Journal*, 2019, vol. 7, no. 5, pp. 30–46. DOI: 10.32362/2500-316X-2019-7-5-30-46. (In Russian)
9. Solyatov A. A., Sidorenko V. S. Sistema mekhatronnykh moduley upravleniya adaptivnogo tormozheniya [System of Mechatronic Control Modules for Adaptive Braking], *Dinamika i vibroakustika [Journal of Dynamics and Vibroacoustics]*, 2021, vol. 7, no. 4, pp. 40–49. DOI: 10.18287/2409-4579-2021-7-4-40-49. (In Russian)
10. Fedorov V. A., Ogorodnikova O. M. Povyshenie kachestva obucheniya svertochnykh neyronnykh setey v zadachakh tekhnicheskogo zreniya bespilotnykh poezdov [Improving the Quality of Convolutional Neural Networks Learning in the Tasks of Machine Vision of Unmanned Trains], *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii [Modeling, Optimization and Information Technology]*, 2025, vol. 13, no. 4, 11 p. DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.002. (In Russian)
11. Satsiuk A. V. Monitoring infrastruktury na osnove iskusstvennogo intellekta [Automated Monitoring System for Railway Infrastructure Based on Artificial Intelligence], *Avtomatika, svyaz, informatika [Automation, Communications, Informatics]*, 2025, no. 9, pp. 32–34. DOI: 10.62994/AT.2025.9.9.005. (In Russian)
12. Le D., et al. Multimodal LLM for Intelligent Transportation Systems, *ArXiv*, 2024, vol. 2412.11683, 5 p. DOI: 10.48550/arXiv.2412.11683.
13. Li S., Azfar T., Ke R. ChatSUMO: Large Language Model for Automating Traffic Scenario Generation in Simulation of Urban Mobility, *ArXiv*, 2024, vol. 2409.09040, 10 p. DOI: 10.48550/arXiv.2409.09040.
14. Jonnala R., et al. Exploring the Potential of Large Language Models in Public Transportation: San Antonio Case Study, *ArXiv*, 2025, vol. 2501.03904, 10 p. DOI: 10.48550/arXiv.2501.03904.
15. Khizhnyak M. A. Razvitie informatsionnoy platformy ASU stantsii posredstvom vzaimodeystviya s sistemami identifikatsii podvizhnogo sostava, kompleksami upravleniya sortirovochnoy avtomatikoy i ustroystvami sputnikovoy navigatsii [Development of the Information Platform of the Station ACS Through Interaction with the Rolling Stock Identification Systems, Control Complexes for Sorting Automation and satellite Navigation Devices], *Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnogo transporta [Russian Railway Science Journal]*, 2018, vol. 77, no. 2, pp. 118–124. DOI: 10.21780/2223-9731-2018-77-2-118-124. (In Russian)

Received: 22.01.2026

Accepted: 06.02.2026