

УДК 338.24

И. В. Скворцова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург,
e-mail: Inga.V.Skvortsova@yandex.ru

С. В. Чаюк

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург,
e-mail: chayuk@gmail.com

И. В. Багаева

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург,
e-mail: irinabagaeva1@gmail.com

М. Ю. Нурулин

ООО «СТЦ», e-mail: implewhite@inbox.ru

ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ: ВЫЗОВЫ, ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Ключевые слова: искусственный интеллект, железнодорожный транспорт, автоматизация, безопасность, прогнозирование, оптимизация, управление движением, транспортные системы, инфраструктура, инновации, умные транспортные системы, цифровизация, технологии, будущее транспорта, вызовы, возможности.

В статье рассматриваются вопросы интеграции искусственного интеллекта (ИИ) в сферу железнодорожного транспорта, включая анализ текущих вызовов, возможностей и перспектив дальнейшего развития. Особое внимание уделено влиянию технологий ИИ на повышение эффективности, безопасности и устойчивости транспортных систем. Описаны ключевые направления применения ИИ, такие как прогнозирование технического состояния инфраструктуры, автоматизация управления движением, оптимизация расписания и улучшение пассажирского обслуживания. Также рассмотрены возможные риски, связанные с внедрением этих технологий, включая вопросы безопасности данных, взаимодействия человек-оператор и регулирования. В статье выделяются перспективы развития ИИ в железнодорожном транспорте, а также роль государственной и частной инициативы в формировании инновационных решений для эффективной реализации умных транспортных систем.

I. V. Skvortsova

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg,
e-mail: Inga.V.Skvortsova@yandex.ru

S. V. Chayuk

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg,
e-mail: chayuk@gmail.com

I. V. Bagaeva

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg,
e-mail: irinabagaeva1@gmail.com

M. Yu. Nurulin

LLC “STC”, e-mail: implewhite@inbox.ru

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO RAILWAY TRANSPORT: CHALLENGES, OPPORTUNITIES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Keywords: artificial intelligence, rail transport, automation, safety, forecasting, optimization, traffic management, transport systems, infrastructure, innovation, smart transport systems, digitalization, technologies, future of transport, challenges, opportunities.

The article considers the issues of integration of artificial intelligence (AI) into the sphere of railway transport, including the analysis of current challenges, opportunities and prospects for further development. Particular attention is paid to the impact of AI technologies on improving the efficiency, safety and sustainability of transport systems. Key areas of AI application are described, such as forecasting the technical condition of infrastructure, automation of traffic control, schedule optimization and improvement of passenger service. Potential risks associated with the implementation of these technologies are also considered, including data security, human-operator interaction and regulation. The article highlights the prospects for the development of AI in railway transport, as well as the role of public and private initiatives in the formation of innovative solutions for the effective implementation of smart transport systems.

Введение

Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) стремительно проникают в различные отрасли, оказывая существенное влияние на их развитие. Одной из таких областей является железнодорожный транспорт, который, несмотря на свою зрелость и устойчивость, сталкивается с рядом вызовов, требующих внедрения инновационных решений. В последние годы ИИ становится ключевым инструментом для оптимизации процессов, повышения безопасности и улучшения качества обслуживания.

Интеграция ИИ в железнодорожную отрасль открывает новые горизонты для повышения эффективности эксплуатации транспортных систем, сокращения затрат, улучшения прогнозируемости и снижения рисков. Внедрение технологий машинного обучения и анализа данных позволяет значительно улучшить управление движением поездов, мониторинг состояния инфраструктуры и даже предсказывать возможные неисправности до их возникновения. В то же время, процесс интеграции ИИ сопряжен с рядом вызовов, таких как необходимость адаптации существующих систем, обучение персонала и решение вопросов безопасности данных.

Цель данной работы – рассмотреть актуальные вызовы, возможности и перспективы применения искусственного интеллекта в железнодорожном транспорте, а также проанализировать, каким образом эти технологии могут изменить будущее отрасли, способствуя ее устойчивому развитию и обеспечению конкурентоспособности.

Материалы и методы исследования

В научной статье Азатбаева, Байрамовой и Бегалиева исследуется роль современных систем связи в автоматизации и телемеханике железнодорожной инфраструктуры, акцентируя внимание на их значении для повышения безопасности и эффективности. Авторы отмечают, что интеграция инновационных технологий связи позволяет улуч-

шить мониторинг и управление движением поездов, а также снизить операционные риски. В работе подчеркивается важность дальнейшего развития таких систем для создания «умных» транспортных решений и повышения устойчивости железнодорожных систем [1]. Р.И. Бикбулатова и А.С. Марченко раскрывает концепцию автоматической системы управления движением поездов на основе искусственного интеллекта. Авторы описывают ключевые алгоритмы, которые обеспечивают безопасность, эффективность и минимизацию человеческого вмешательства в управление движением. В статье также рассматриваются перспективы применения таких технологий для модернизации железнодорожных систем и улучшения качества обслуживания [2]. М.И. Малышева анализирует развитие комплексной транспортной системы Китая и выделяет пять ключевых целей, стоящих перед железнодорожным сектором. Автор акцентирует внимание на инновациях, устойчивости и интеграции железных дорог с другими видами транспорта, что способствует экономическому росту и международному сотрудничеству. В работе также рассматриваются перспективы усиления стратегического взаимодействия между Китаем и Россией через развитие транспортной инфраструктуры [3]. Патент № 2662351 С1 представляет систему для оперативного управления поездной работой на участке железной дороги, направленную на повышение эффективности и безопасности движения. Основная цель системы – автоматизация процессов контроля, что позволяет улучшить координацию между различными подразделениями железнодорожного транспорта. Внедрение технологии также способствует минимизации ошибок и задержек, оптимизируя работу сети. Патент был заявлен Научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте, что подчеркивает значимость этого решения для развития железнодорожной отрасли [4].

Анализ перспективы интеграции искусственного интеллекта в железнодорожный транспорт

Категория	Описание
Вызовы	<ul style="list-style-type: none"> • Высокие начальные затраты на внедрение технологий ИИ • Необходимость обучения и подготовки специалистов для работы с новыми системами • Сложность интеграции ИИ в существующие системы управления и инфраструктуру железных дорог • Риски безопасности и защиты данных в условиях использования ИИ
Возможности	<ul style="list-style-type: none"> • Повышение безопасности благодаря мониторингу и предсказанию неисправностей • Оптимизация маршрутов и управление движением для улучшения пропускной способности и сокращения времени простоя • Снижение человеческого фактора и минимизация ошибок, связанных с операциями на железных дорогах • Улучшение обслуживания пассажиров с использованием ИИ для персонализированного подхода и эффективного прогнозирования спроса
Перспективы развития	<ul style="list-style-type: none"> • Интеграция технологий ИИ с другими инновациями, такими как автономные поезда и умные железнодорожные станции • Применение ИИ для совершенствования системы предсказательной аналитики и профилактического обслуживания оборудования для оптимизации логистической инфраструктуры. • Расширение международного взаимодействия в сфере стандартов и технологий для формирования глобальной интеллектуальной транспортной системы. • Постепенное внедрение искусственного интеллекта в различные транспортные системы, охватывающие грузовые и пассажирские перевозки, с учетом опыта использования в городском рельсовом транспорте.

Источник: составлено автором по данным [4].

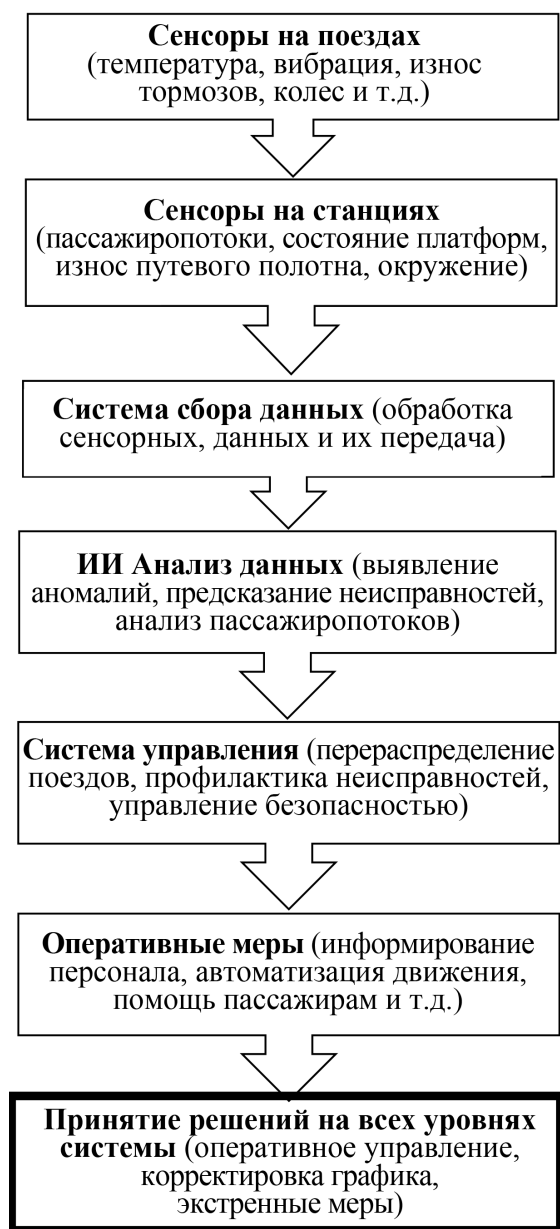
В.М. Алексеева и соавторов рассматривает создание интеллектуальной системы управления городской рельсовой транспортной сетью, направленную на повышение её эффективности и безопасности. Авторы предлагают интеграцию современных информационных технологий для мониторинга движения, взаимодействия с пассажирами и оперативного реагирования на возможные сбои. В результате, предложенная система позволяет значительно оптимизировать работу городского транспорта, улучшая его пропускную способность и качество обслуживания [5]. Статья Д.Ю. Степаненко посвящена применению искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли, с акцентом на улучшение безопасности и эффективности управления движением. Автор рассматривает возможности ИИ для анализа данных и предсказания неисправностей, что помогает оптимизировать работу железных дорог. В работе также обсуждаются перспективы и вызовы внедрения этих технологий в отрасль, подчеркивая важность дальнейших исследований для повышения конкурентоспособности [6].

В Российской Федерации ИИ активно внедряется в железнодорожную отрасль с целью повышения безопасности, оптимизации процессов управления и улучшения обслуживания пассажиров (таблица, рисунок).

Главным примером может послужить автоматизация управления движением поездов на железных дорогах: «Система автоматизированного управления движением поездов (АСУ ДПО)». Внедрение системы, основанной на ИИ, позволяет контролировать и оптимизировать движение поездов, предотвращать сбои в расписаниях и минимизировать задержки. Используется для мониторинга ситуации на железнодорожных путях, обработки данных и коррекции расписания в реальном времени. Внедрение АСУ ДПО в Центральной России, в частности на участках с высокой интенсивностью движения, таких как Москва – Санкт-Петербург помогает снизить количество задержек на 15-20% за счет более точного планирования и реакции на экстренные ситуации.

Следующим примером служит использование ИИ для диагностики технического состояния подвижного состава проекта «Система диагностики технического состояния вагонов и локомотивов с помощью ИИ». Внедрение ИИ-систем для управления состоянием подвижного состава позволяет предотвращать потенциальные поломки и проводить сервисные работы до возникновения аварийных ситуаций. Установленные на подвижных составах сенсоры позволяют алгоритмам ИИ сообщать об износах и механических неисправностях ключевых меха-

низмов. Данные системы уже используются крупнейшими железнодорожными станциями сети РЖД, включая депо Московской железной дороги. Результатом явилось снижение простоя подвижного состава на 25% по причинам капитального ремонта, а также повышение уровня безопасности, предотвратив более 300 инцидентов за первый год работы системы.



*Пример рабочей схемы интеграции ИИ в железнодорожную инфраструктуру
Источник: составлено автором по данным [5]*

Кроме этого, ИИ уже применяется для автоматизации проверки качества путевого

полотна в проекте «Использование ИИ для автоматической проверки состояния железнодорожного пути». АО «РЖД» использует системы, которые анализируют данные с камер и датчиков, установленных на специальных поездах для инспекции путевого полотна. С помощью ИИ производится анализ состояния рельсов, шпал, стыков и других элементов, что позволяет оперативно выявлять потенциально опасные дефекты. Примером может служить внедрение системы на Транссибирской магистрали и на высокоскоростных железных дорогах, таких как Москва – Казань. Как результат – система значительно улучшила качество и скорость обслуживания путей, выявляя дефекты с точностью 98%, что позволило сократить аварийность на 30%.

ИИ используется при управлении пассажирскими потоками в проекте «Система управления пассажирскими потоками на вокзалах и в поездах». А именно, происходит оптимизация потоков пассажиров на основании анализа данных о загруженности платформ и вагонов, а также обеспечиваются комфортные условия для путешественников. Используемые алгоритмы позволяют прогнозировать и управлять количеством проданных билетов пассажирам принимая во внимание время суток отправления и праздничные дни. Внедрение системы на крупных железнодорожных вокзалах, таких как Ленинградский вокзал в Москве и Екатеринбург-Пассажирский позволило увеличить пропускную способность на 20% и улучшить время посадки пассажиров, сократив время ожидания на 10%.

В заключении, интеллектуальные системы безопасности, внедренные на базе ИИ на железнодорожных вокзалах, в поездах, а так же в системы видеонаблюдения и анализа информации, существенно повышают уровень транспортной безопасности. Внедрение интеллектуальных видеокамер на вокзалах и в поездах, контролируемые ИИ, могут распознавать подозрительные действия пассажиров, определять лица, анализировать поведение людей в реальном времени. Реализация таких систем в крупных городах, таких как Москва и Санкт-Петербург осуществляется на вокзалах Киевский и Московский. Таким образом, ИИ сыграл определяющую роль в повышении безопасности пассажиров, предотвращении более 150 инцидентов за 2024 год и улучшил работу правоохранительных органов на местах.

Заключение

Интеграция искусственного интеллекта в железнодорожный транспорт приводит к существенному снижению задержек поездов. Благодаря внедрению ИИ в управление движением и диагностику, задержки поезда в России сократились на 15-20%. Увеличивается точность диагностики подвижного состава. Использование ИИ для диагностики подвижного состава повысило точность предсказания поломок до 95%. Повышается эффективность в анализе со-

стояния путей. ИИ-системы для проверки путевого полотна снизили аварийность на железных дорогах на 30%. Увеличивается пропускная способность железнодорожных вокзалов. Интеллектуальные системы управления пассажирскими потоками увеличили пропускную способность крупных вокзалов на 20%. Эти примеры показывают, как ИИ трансформирует российскую железнодорожную отрасль, улучшая безопасность, эффективность и качество обслуживания.

Библиографический список

1. Азатбаев Д., Байрамова Г., Бегалиев А. Роль современных систем связи в развитии автоматизации и телемеханики железнодорожной инфраструктуры // *In Situ*. 2024. № 11. С. 13-15.
2. Бикбулатов Р.И., Марченко А.С. Автоматическая система управления движением поезда на основе искусственного интеллекта // *Перспективы науки*. 2023. № 4(163). С. 59-64.
3. Малышев М.И. Комплексная транспортная система КНР и взаимосвязь пяти целей развития железнодорожного транспорта // *Россия и Китай: проблемы стратегического взаимодействия: сборник Восточного центра*. 2023. № 26. С. 127-130.
4. Патент № 2662351 С1 Российская Федерация, МПК В61L 27/04. Система для оперативного управления поездной работой участка железной дороги: № 2017135554: заявл. 05.10.2017: опубл. 25.07.2018 / А.В. Игнатенков, М.Г. Лысиков, А.М. Ольшанский и др.; заявитель Акционерное общество Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте.
5. Алексеев В.М., Баранов Л.А., Кулагин М.А., Сидоренко В.Г. Построение архитектуры интеллектуальной системы управления городской рельсовой транспортной системой // *Мир транспорта*. 2021. Т. 19, № 1(92). С. 18-46. DOI: 10.30932/1992-3252-2021-19-1-18-46.
6. Степаненко Д.Ю. Применение искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли // *Научное обозрение. Технические науки*. 2024. № 5. С. 19-23. DOI: 10.17513/srts.1483.