

УПРАВЛЕНИЕ И ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 656.2 : 004.8

DOI 10.46973/0201-727X_2026_1_36

*А. Т. Осьмилин, Т. А. Малахова, А. С. Рящиков, И. И. Осьмилина***ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Аннотация. Представлен научный обзор отечественных и зарубежных исследований, посвящённых повышению скорости и устойчивости железнодорожных перевозок за счёт цифровизации и технологий искусственного интеллекта (ИИ). Показано, что эффект «ускорения» формируется комплексом решений: цифровыми двойниками инфраструктуры и перевозочного процесса, интеллектуальным планированием и диспетчеризацией, управлением пропускной способностью, предиктивным обслуживанием, платформенными механизмами взаимодействия участников, а также технологической автоматизацией операций в узлах (в том числе на базе цифровой автосцепки). Отдельно рассмотрена российская практика согласования перевозок на основе динамической модели загрузки инфраструктуры (ДМЗИ) ОАО «РЖД» как инструмента управления доступом к инфраструктурной мощности.

Ключевые слова: железнодорожная логистика, искусственный интеллект, цифровой двойник, диспетчеризация, пропускная способность, ДМЗИ, предиктивное обслуживание, цифровые платформы.

Для цитирования: Обзор исследований применения искусственного интеллекта и цифровых двойников для ускорения транспортных потоков на железнодорожном транспорте / А. Т. Осьмилин, Т. А. Малахова, А. С. Рящиков, И. И. Осьмилина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2026. – № 1. – С. 36–42. – DOI 10.46973/0201-727X_2026_1_36.

Введение

В железнодорожной логистике «ускорение транспортных потоков» означает не только рост участковой скорости, но и системное сокращение времени пребывания груза, вагона или поезда в цепочке перевозки: на этапе приёма и согласования заявки, при оперативном управлении графиком, в узлах (станции, сортировки, терминалы), а также в части прозрачности статусов, документов и расчётов. Как показывают обзоры применения цифровых двойников и ИИ в железнодорожных системах, ключевой результат достигается не отдельной «умной» моделью, а сквозной архитектурой данных и решений, связывающей планирование, эксплуатацию и обслуживание инфраструктуры [1, 2].

Цель и методика обзора

Цель статьи – обобщить современную исследовательскую повестку по использованию ИИ и цифровых двойников для ускорения и повышения устойчивости перевозочного процесса на железных дорогах, а также выделить направления, наиболее значимые для российской практики (включая ДМЗИ). Обзор выполнен в тематически-систематическом формате: источники сгруппированы по управленческим механизмам, которые напрямую влияют на скорость потока и величину задержек: оперативная диспетчеризация, операции на станциях и в узлах, обслуживание инфраструктуры, платформенные процессы согласований. Приоритет отдавался обзорным статьям и работам, описывающим архитектуру цифровых двойников и ИИ-поддержки решений [1–6].

Направления исследований и логика систематизации

Для практического использования результатов обзора целесообразно выделить семь блоков исследований (табл.), соответствующих ключевым «точкам возникновения задержек» в цепочке перевозки: моделирование и прогноз, планирование и диспетчеризация, оценка и распределение инфраструктурной мощности, устойчивость инфраструктуры, координация участников, скорость операций на станциях и в узлах и стандартизация цифровой среды [7–13].

Логика систематизации исследований и «что ускоряют»

Тематический блок	Содержание и механизм влияния на ускорение потока
А. Цифровые двойники железнодорожных систем	Киберфизические модели, работающие на потоках данных, для сценарного анализа и поддержки решений; ускоряют за счёт сокращения времени выявления и локализации отклонений, повышения точности прогнозов и согласованности планов [1, 3–7, 10]
В. ИИ в перевозочном процессе и диспетчеризации	Оптимизация решений при сбоях, конфликт-менеджмент; ускоряют за счёт быстрого пересчёта допустимых решений и повышения устойчивости графика [2, 11]
С. Пропускная способность и планирование графика	Методы измерения и анализа потребления мощности и их расширения; ускоряют за счёт снижения конфликтов и более плотного, но устойчивого графика [12, 13]
Д. Мониторинг и предиктивное обслуживание инфраструктуры	Компьютерное зрение и диагностические модели, систематические обзоры по переходу к predictive maintenance; ускоряют через снижение отказов и числа внеплановых ограничений скорости [8, 9]
Е. Цифровые платформы и экосистемы логистики	Снятие транзакционных задержек (документы, согласования, прослеживаемость); ускоряют через сокращение времени координации и снижение неопределённости на стыках [17–19]
Ф. Технологическая автоматизация грузовых операций	Сокращение времени операций и маневровых процедур в узлах; инфраструктурная база для «цифровых грузовых поездов» и масштабирования ИИ-сервисов [21–25]
Г. Стандарты и программы цифровизации	Нормативно-техническая рамка совместимости данных и интерфейсов, позволяющая тиражировать решения на масштабе сети [20, 26]

Цифровые двойники и ИИ как «ядро» ускорения

Современные обзоры подчёркивают, что цифровой двойник в железнодорожных приложениях следует трактовать как «живую» модель, которая синхронизируется с реальным объектом или процессом на потоках данных, поддерживает моделирование сценариев и используется для принятия решений в эксплуатации, ремонте и планировании [1, 3, 6]. На уровне архитектуры всё чаще обсуждается связка «ИИ-усиленный цифровой двойник», в которой алгоритмы ИИ обучаются на данных двойника, оценивают альтернативы в условиях неопределённости и ускоряют выбор управленческого решения [3].

Обобщая результаты работ по цифровым двойникам в промышленности и транспортных системах, можно выделить типовой механизм формирования эффекта ускорения: 1) сокращение времени выявления отклонений (мониторинг + аналитика); 2) сокращение времени локализации причин (сопоставление сценариев в модели); 3) ускорение принятия решения (поддержка решений/ИИ); 4) снижение частоты сбоев за счёт предиктивных вмешательств; 5) рост устойчивости графика и уменьшение внеплановых ограничений [4–6]. Отдельные исследования демонстрируют применение цифровых двойников в железнодорожной инфраструктуре (например, стрелочные переводы) и в задачах прогнозирования грузопотоков и пассажиропотоков, что важно для устойчивости расписаний и управления ресурсами [7, 10].

ИИ для диспетчеризации и пересчёта планов

Движение поездов определяется графиком, а локальные сбои часто приводят к каскадным задержкам. В этой зоне ИИ рассматривается как средство повышения скорости реакции и качества решений на коротких горизонтах, где классические методы оптимизации не всегда позволяют быстро разработать допустимый план [2]. Перспективным направлением является применение обучения с подкреплением для very-short term rescheduling на ограниченных участках, когда критично быстро находить решения с учётом встреч, обгонов и ограничений ресурсов [11]. Для логистики принципиален не

только факт пересчёта, но и повышение предсказуемости сроков доставки и сокращение простоев в ожидании «окон».

Управление пропускной способностью и конфликтами графика

Инфраструктурная мощность является фундаментальным ограничением ускорения потоков. В мировой практике применяются методы измерения и анализа потребления пропускной способности на основе «компрессии» графика и их развития для современных сетей и условий эксплуатации [12, 13]. Практический вывод состоит в том, что ускорение достигается через переход от разрозненных расчётов к непрерывному цифровому управлению мощностью: измерение текущей занятости, прогноз на горизонтах планирования и прозрачные правила приоритизации.

Мониторинг состояния и предиктивное обслуживание как фактор ускорения

Снижение числа отказов и внеплановых ограничений скорости непосредственно влияет на сроки доставки. Методы компьютерного зрения и глубокого обучения показали применимость для инспекции пути и выявления дефектов [8]. Систематические обзоры по мониторингу железнодорожной инфраструктуры фиксируют переход от «классической диагностики» к predictive maintenance, увязанному с управлением жизненным циклом объектов [9]. В рамках цифровых двойников это реализуется как замкнутый контур «наблюдение – прогноз – вмешательство», уменьшающий вероятность каскадных задержек.

Российская практика: ДМЗИ как инструмент ускорения через управление доступом к мощности

ДМЗИ применяется для согласования заявок на перевозку с учётом текущей и прогнозной загрузки инфраструктуры. С точки зрения логистики ДМЗИ можно рассматривать как «операционную цифровую модель мощности», связывающую инфраструктурные ограничения, планируемые поездопотоки/технологические окна и поток клиентских заявок. В научных публикациях отмечено, что ускорение достигается не увеличением технической скорости, а снижением перегрузок и конфликтов на лимитирующих участках за счёт фильтрации и переноса заведомо невыполнимых заявок [14]. Нормативная база, регламентирующая технологию работы ДМЗИ при согласовании заявок, подчёркивает важность интеграции данных и единых правил доступа к мощности [15].

Ключевой исследовательский вопрос связан с балансом эффективности и предсказуемости: чем жёстче модель ограничивает заявки по мощности, тем выше требования к прозрачности критериев, качеству прогнозов и механизмам объяснимости решений. В прикладных работах по управлению перевозочным процессом это рассматривается как задача настройки правил приоритизации и организации взаимодействия участников на горизонтах «сутки – неделя – месяц» [16].

Платформенные механизмы и «снятие транзакционных задержек»

Значительная доля задержек возникает не из-за физики движения, а из-за времени согласований, документов, поиска ресурсов и координации участников. Исследования по цифровым платформам и экосистемам транспортно-логистического обслуживания подчёркивают роль сквозной прослеживаемости, цифровых сервисов заказа перевозки и предиктивной аналитики для уменьшения неопределённости на стыках цепочки [17–19]. В контексте ИИ это формирует спрос на модели прогнозирования ETA, выявление рисков сбоев и рекомендации по перераспределению ресурсов.

Стандарты и технологическая автоматизация как условие масштабирования

Для развитых железнодорожных систем характерно внедрение ИИ-сервисов в среде, где данные стандартизированы, а интерфейсы совместимы. В Европе такую рамку формируют спецификации и программы семейства ERTMS/ETCS/ATO и смежные цифровые инициативы [20]. Для грузового комплекса важным «ускорителем» считается переход к цифровой автосцепке (DAC), которая сокращает время операций и создаёт основу для сквозных цифровых поездов и автоматизации процессов формирования составов [21–25]. Национальные программы цифровизации (например, проекты цифровой железной дороги) демонстрируют практику применения цифровых двойников для повышения эффективности эксплуатации на масштабе сети [26].

Выводы

1 В современной научной литературе ускорение транспортных потоков на железных дорогах трактуется прежде всего как повышение эффективности управления мощностью и устойчивостью процесса, а не как максимизация технической скорости.

2 Цифровые двойники и ИИ формируют эффект ускорения через сокращение времени реакции на отклонения и переход к предиктивному управлению состоянием инфраструктуры и эксплуатацией.

3 ИИ в диспетчеризации наиболее перспективен на коротких горизонтах и в задачах пересчёта планов при сбоях, где критична скорость получения допустимого решения.

4 Российская ДМЗИ является значимым примером цифрового управления доступом к инфраструктурной мощности; дальнейшие исследования целесообразно направлять на прозрачность правил, качество прогнозов и объяснимость решений.

5 Масштабирование эффектов ускорения требует стандартизированной цифровой среды (ERTMS/ETCS/ATO, цифровые платформы) и технологической автоматизации узловых операций (DAC).

Список литературы

1 Revolutionizing railway systems : A systematic review of digital twin technologies / E. A. Thompson, P. Lu, P. K. Alimo [et al.] // High-speed Railway. – 2025. – Vol. 3, Issue 3. – P. 238–250. – DOI 10.1016/j.hspr.2025.05.005.

2 A literature review of Artificial Intelligence applications in railway systems / R. Tang, L. De Donato, N. Bešinović [et al.] // Transportation Research Part C : Emerging Technologies. – 2022. – Vol. 140. – Art. 103679.

3 Towards AI-assisted digital twins for smart railways : Preliminary guideline and reference architecture / L. De Donato, R. Dirnfeld, A. Somma [et al.] // Journal of Reliable Intelligent Environments. – 2023. – Vol. 9, No. 3. – P. 303–317.

4 Digital twin in industry : State-of-the-art / F. Tao, H. Zhang, A. Liu [et al.] // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2019. – Vol. 15, No. 4. – P. 2405–2415.

5 **Errandonea, I.** Digital twin for maintenance : A literature review / I. Errandonea, S. Beltrán, S. Arrizabalaga // Computers in Industry. – 2020. – Vol. 123. – Art. 103316.

6 Enabling technologies and tools for digital twin / O. Qi, F. Tao, T. Hu [et al.] // Journal of Manufacturing Systems. – 2021. – Vol. 58. – P. 3–21.

7 **Kaewunruen, S.** Digital twin aided sustainability-based lifecycle management for railway turnout systems / S. Kaewunruen, Q. Lian // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Vol. 228. – P. 1537–1551.

8 **Gibert, X.** Deep multitask learning for railway track inspection / X. Gibert, V. M. Patel, R. Chellappa // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2017. – Vol. 18, No. 1. – P. 153–164.

9 Systematic review railway infrastructure monitoring : From classic techniques to predictive maintenance / G. Bianchi, C. Fanelli, F. Freddi [et al.] // Advances in Mechanical Engineering. – 2025. – Vol. 17, No. 1. – DOI 10.1177/16878132241285631.

10 Rail Transit Digital Twin and Deep Learning for Passenger Flow Prediction / X. Ou, T. Shi, Z. Duan [et al.] // Electronics. – 2025. – Vol. 14, No. 9. – Art. 1758. – DOI 10.3390/electronics14091758.

References

1 Revolutionizing railway systems : A systematic review of digital twin technologies / E. A. Thompson, P. Lu, P. K. Alimo [et al.] // High-speed Railway. – 2025. – Vol. 3, Issue 3. – P. 238–250. – DOI 10.1016/j.hspr.2025.05.005.

2 A literature review of Artificial Intelligence applications in railway systems / R. Tang, L. De Donato, N. Bešinović [et al.] // Transportation Research Part C : Emerging Technologies. – 2022. – Vol. 140. – Art. 103679.

3 Towards AI-assisted digital twins for smart railways : Preliminary guideline and reference architecture / L. De Donato, R. Dirnfeld, A. Somma [et al.] // Journal of Reliable Intelligent Environments. – 2023. – Vol. 9, No. 3. – P. 303–317.

4 Digital twin in industry : State-of-the-art / F. Tao, H. Zhang, A. Liu [et al.] // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2019. – Vol. 15, No. 4. – P. 2405–2415.

5 **Errandonea, I.** Digital twin for maintenance : A literature review / I. Errandonea, S. Beltrán, S. Arrizabalaga // Computers in Industry. – 2020. – Vol. 123. – Art. 103316.

6 Enabling technologies and tools for digital twin / O. Qi, F. Tao, T. Hu [et al.] // Journal of Manufacturing Systems. – 2021. – Vol. 58. – P. 3–21.

7 **Kaewunruen, S.** Digital twin aided sustainability-based lifecycle management for railway turnout systems / S. Kaewunruen, Q. Lian // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Vol. 228. – P. 1537–1551.

8 **Gibert, X.** Deep multitask learning for railway track inspection / X. Gibert, V. M. Patel, R. Chellappa // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2017. – Vol. 18, No. 1. – P. 153–164.

9 Systematic review railway infrastructure monitoring : From classic techniques to predictive maintenance / G. Bianchi, C. Fanelli, F. Freddi [et al.] // Advances in Mechanical Engineering. – 2025. – Vol. 17, No. 1. – DOI 10.1177/16878132241285631.

10 Rail Transit Digital Twin and Deep Learning for Passenger Flow Prediction / X. Ou, T. Shi, Z. Duan [et al.] // Electronics. – 2025. – Vol. 14, No. 9. – Art. 1758. – DOI 10.3390/electronics14091758.

- 11 **Liu, Y.** A reinforcement learning approach to solving very-short term train rescheduling problem for a single-track rail corridor / Y. Liu, L. Lin, T. Liu // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. – 2024. – Art. 100483. – DOI 10.1016/j.jrtpm.2024.100483.
- 12 Extending UIC 406-based capacity analysis / N. Weik, F. Corman, G. Medeossi, I. Johansson // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. – 2020. – Vol. 15. – Art. 100199.
- 13 **Landex, A.** Capacity measurement with the UIC 406 capacity method / A. Landex // *Computers in Railways X : Proceedings of the 10th International Conference on Railway Engineering Design and Operation*. – 2008.
- 14 **Власова, Н. В.** Ключевые аспекты функционирования динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО «Российские железные дороги» / Н. В. Власова, В. А. Оленцевич // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. – 2023. – № 4 (80). – С. 148–157. – DOI 10.26731/1813-9108.2023.4(80).148-157.
- 15 Об утверждении Технологии работы Динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО «РЖД» при согласовании заявок ГУ-12 и заявок на порожние : распоряжение от 25 ноября 2022 г. N 3090/р (ред. 11.07.2023) : нормативный документ. – URL: cargo.rzd.ru/api/media/resources/2532460 (дата обращения: 10.02.2026).
- 16 **Зябилов, Х. Ш.** Современные технологии в управлении перевозочным процессом на железнодорожном транспорте : монография / Х. Ш. Зябилов, И. Н. Шапкин // *Финансы и статистика*. – 2-е изд. – Москва, 2024. – 484 с. – ISBN 978-5-00184-112-8.
- 17 **Гулый, И. М.** Теория и методология экономической оценки цифровых платформенных решений в сфере грузовых смешанных перевозок на основе железнодорожного транспорта : специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика» : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / И. М. Гулый. – Санкт-Петербург, 2024. – 338 с.
- 18 **Дмитриев, А. В.** Формирование и развитие цифровых экосистем транспортно-логистического обслуживания : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» (логистика) : диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / А. В. Дмитриев. – Санкт-Петербург, 2021. – 410 с.
- 19 **Маслов, Е. С.** Разработка методов управления транспортно-экспедиционной деятельностью на основе интеллектуальных информационных технологий : специальность 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические»
- 11 **Liu, Y.** A reinforcement learning approach to solving very-short term train rescheduling problem for a single-track rail corridor / Y. Liu, L. Lin, T. Liu // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. – 2024. – Art. 100483. – DOI 10.1016/j.jrtpm.2024.100483.
- 12 Extending UIC 406-based capacity analysis / N. Weik, F. Corman, G. Medeossi, I. Johansson // *Journal of Rail Transport Planning & Management*. – 2020. – Vol. 15. – Art. 100199.
- 13 **Landex, A.** Capacity measurement with the UIC 406 capacity method / A. Landex // *Computers in Railways X : Proceedings of the 10th International Conference on Railway Engineering Design and Operation*. – 2008.
- 14 **Vlasova, N. V.** Key aspects of the functioning of the dynamic model of infrastructure loading of JSC Russian Railways / N. V. Vlasova, V. A. Olenцевич // *Modern technologies. Systems analysis. Modeling*. – 2023. – No. 4 (80). – P. 148–157. – DOI 10.26731/1813-9108.2023.4(80).148-157.
- 15 On approval of the Technology for the operation of the Dynamic Model of Infrastructure Loading of JSC Russian Railways when coordinating GU-12 applications and applications for empty trains : order of November 25, 2022 No. 3090/r (as amended on July 11, 2023) : regulatory document. – URL: cargo.rzd.ru/api/media/resources/2532460 (date of access: 10.02.2026).
- 16 **Zyabirov, Kh. Sh.** Modern technologies in managing the transportation process in railway transport : monograph / H. Sh. Zyabirov, I. N. Shapkin // *Finance and statistics*. – 2nd ed. – Moscow, 2024. – 484 p. – ISBN 978-5-00184-112-8.
- 17 **Gulyy, I. M.** Theory and methodology of economic evaluation of digital platform solutions in the field of freight mixed transportation based on rail transport : specialty 5.2.3 "Regional and sectoral economics" : dissertation for the degree of doctor of economical sciences / I. M. Gulyy. – St. Petersburg, 2024. – 338 p.
- 18 **Dmitriev, A. V.** Formation and development of digital ecosystems of transport and logistics services : specialty 08.00.05 "Economics and Management of the National Economy" (logistics) : dissertation for the degree of doctor of economical sciences / A. V. Dmitriev. – St. Petersburg, 2021. – 410 p.
- 19 **Maslov, E. S.** Development of methods for managing transport and forwarding activities based on intelligent information technologies : specialty 05.22.01 "Transport and transport-technological

системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте»: автореферат диссертации кандидата технических наук / Е. С. Маслов. – Москва, 2019. – 24 с.

20 European Union Agency for Railways. Mandatory specifications (ETCS, GSM-R, FRMCS, ATO). – URL: <https://www.era.europa.eu/era-folder/1-ccs-tsi-appendix-mandatory-specifications-etcs-b4-r1-rmr-gsm-r-b1-mr1-frmcs-b0-ato-b1> (дата обращения: 24.01.2026).

21 Europe’s Rail Joint Undertaking. Digital Automatic Coupling (DAC) Factsheet. – URL: <https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2020/11/DAC-Factsheet.pdf> (дата обращения: 24.01.2026).

22 Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (Germany). Technical Report : “DAC Technology” – URL: <https://www.railwaypro.com/wp/germany-presents-dac-study> (дата обращения: 24.01.2026).

23 Federal Ministry for Digital and Transport (Germany). DAC Demonstrator – Interim Report on the Completion of Phase II. – URL: <https://www.railwaypro.com/wp/operational-tests-begin-for-dac-freight-train/> (дата обращения: 24.01.2026).

24 International Union of Railways (UIC). European Digital Automatic Coupling (DAC) : key element for the Green Deal modal shift. – URL: <https://uic.org/com/enews/article/european-digital-automatic-coupling-dac-key-element-for-the-green-deal-modal> (дата обращения: 24.01.2026).

25 Verband der Güterwagenhalter in Deutschland (VPI). Digital automatic coupling. – URL: <https://vpihamburg.de/en/topics/dac> (дата обращения: 24.01.2026).

26 Deutsche Bahn. Digitale Schiene Deutschland : Digital twin enables efficient rail operations. – URL: <https://digitale-schiene-deutschland.de/en> (дата обращения: 24.01.2026).

systems of the country, its regions and cities, organization of production in transport" : abstract of the dissertation of candidate of technical sciences / E. S. Maslov. – Moscow, 2019. – 24 p.

20 European Union Agency for Railways. Mandatory specifications (ETCS, GSM-R, FRMCS, ATO). – URL: <https://www.era.europa.eu/era-folder/1-ccs-tsi-appendix-mandatory-specifications-etcs-b4-r1-rmr-gsm-r-b1-mr1-frmcs-b0-ato-b1> (date of access: 24.01.2026).

21 Europe’s Rail Joint Undertaking. Digital Automatic Coupling (DAC) Factsheet. – URL: <https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2020/11/DAC-Factsheet.pdf> (date of access: 24.01.2026).

22 Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (Germany). Technical Report : “DAC Technology” – URL: <https://www.railwaypro.com/wp/germany-presents-dac-study> (date of access: 01/24/2026).

23 Federal Ministry for Digital and Transport (Germany). DAC Demonstrator – Interim Report on the Completion of Phase II – URL: <https://www.railwaypro.com/wp/operational-tests-begin-for-dac-freight-train/> (date of access: 24.01.2026).

24 International Union of Railways (UIC). European Digital Automatic Coupling (DAC) : key element for the Green Deal modal shift. – URL: <https://uic.org/com/enews/article/european-digital-automatic-coupling-dac-key-element-for-the-green-deal-modal> (date of access: 24.01.2026).

25 Verband der Güterwagenhalter in Deutschland (VPI). Digital automatic coupling. – URL: <https://vpihamburg.de/en/topics/dac> (date of access: 24.01.2026).

26 Deutsche Bahn. Digitale Schiene Deutschland : Digital twin enables efficient rail operations. – URL: <https://digitale-schiene-deutschland.de/en> (date of access: 24.01.2026).

A. T. Osminin, T. A. Malakhova, A. S. Ryashchikov, I. I. Osminina

REVIEW OF RESEARCH ON THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DIGITAL TWINS FOR ACCELERATING RAILWAY TRANSPORT FLOWS

Abstract. The paper provides a scientific review of Russian and international research devoted to increasing the speed and reliability of rail transportation through digitalization and artificial Intelligence (AI) technologies. The analysis shows that the “acceleration” effect is typically achieved by an integrated set of solutions: digital twins of infrastructure and the transportation process, intelligent planning and dispatching, capacity management and predictive maintenance, platform mechanisms for interaction between participants, and technological automation of operations at junctions (including the use of digital automatic couplings). A special focus is given to the Russian practice of coordinating shipments based on the Dynamic Infrastructure Load Model (DILM) as a tool for managing access to infrastructure capacity.

Keywords: railway logistics, artificial intelligence, digital twin, dispatching, capacity management, DIML, predictive maintenance, digital platforms.

For citation: Review of research on the application of artificial intelligence and digital twins for accelerating railway transport flows / A. T. Osminin, T. A. Malakhova, A. S. Ryashchikov, I. I. Osminina // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2026. – No. 1. – P. 36–42. – DOI 10.46973/0201–727X_2026_1_36.

Сведения об авторах

Осьминин Александр Трофимович

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: at@osminin.com

Малахова Татьяна Александровна

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: malakhova2004@yandex.ru

Рящиков Александр Сергеевич

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,
кандидат физико-математических наук,
доцент, научный сотрудник,
e-mail: ras1951@mail.ru

Осьминина Ирина Ивановна

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
кафедра «Управление эксплуатационной работой»,
кандидат технических наук, доцент,
старший научный сотрудник,
e-mail: osminina@inbox.ru

Information about the authors

Osminin Aleksandr Trofimovich

Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University (PSTU),
Chair “Operational Management”,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: at@osminin.com

Malakhova Tatyana Aleksandrovna

Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University (PSTU),
Chair “Operational Management”,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
e-mail: malakhova2004@yandex.ru

Ryashchikov Aleksandr Sergeevich

Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University (PSTU),
Chair “Operational Management”,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor, Research Fellow,
e-mail: ras1951@mail.ru

Osminina Irina Ivanovna

Emperor Alexander I Saint Petersburg State Transport University (PSTU),
Chair “Operational Management”,
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
Senior Researcher,
e-mail: osminina@inbox.ru