

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан
НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева»

ЭССЕ

На тему «ИИ в логистике: от планирования до безопасности»

Автор работы: студент 4 курса

Гаас Роман Александрович

+77714923406

Астана 2025

ИИ в логистике: от планирования до безопасности

Транспортная инфраструктура Казахстана базируется на железнодорожном сообщении и играет важнейшую роль в прогрессе государства и повышении уровня жизни населения. Железные дороги не просто объединяют различные части страны и гарантируют перевозку жизненно необходимых ресурсов, но и интегрируют Казахстан в международную торговлю, являясь неотъемлемой частью глобальной логистики. Поддержка грузовых железнодорожных перевозок – приоритетное направление транспортной политики, так как это один из самых результативных и щадящих окружающую среду методов доставки продукции. Искусственный интеллект (далее ИИ) в настоящее время оказывает заметное влияние практически на все сферы человеческой деятельности. По оценкам многих специалистов, промедление с его внедрением может значительно ослабить позиции компаний на фоне стремительно развивающихся технологических стартапов. Железнодорожная отрасль также сталкивается с необходимостью адаптации к этим изменениям. Несмотря на то что ИИ пока находится на начальном этапе внедрения в этой сфере, его перспективы уже вызывают интерес. Среди возможных направлений его применения — улучшение качества обслуживания пассажиров, оптимизация сложных транспортных процессов, а также повышение уровня безопасности в городских железнодорожных системах.

Искусственный интеллект обладает значительным трансформационным потенциалом в железнодорожной отрасли, открывая новые возможности для повышения эффективности, надёжности и устойчивости транспортных систем. Внедрение ИИ способствует переходу от традиционных моделей управления к интеллектуально-ориентированным решениям, обеспечивающим оптимизацию ключевых процессов. В области технического обслуживания это используется для анализа больших объёмов телеметрических и сенсорных данных, позволяя реализовать концепцию

предиктивной диагностики и превентивного ремонта. Это снижает количество внеплановых отказов, повышает эксплуатационную готовность подвижного состава и минимизирует затраты. Автоматизация управления движением с использованием алгоритмов машинного обучения обеспечивает более точное соблюдение графиков, регулирование трафика и снижение аварийных рисков. Интеллектуальные системы сигнализации и безопасности способны адаптироваться к изменяющимся условиям в реальном времени, тем самым снижая когнитивную нагрузку на операторов и минимизируя влияние человеческого фактора.

ИИ также активно применяется для оптимизации эксплуатационной деятельности и планирования ресурсов. С помощью алгоритмов оптимизации осуществляется автоматизированное распределение трудовых ресурсов и составление графиков работы, что способствует рационализации внутренних процессов. Использование интеллектуальных систем в обслуживании пассажиров включает персонализированные рекомендации, чат-боты, автоматизированные сервисы бронирования и информационную поддержку, что снижает нагрузку на сотрудников и ускоряет обработку стандартных запросов. Важным направлением является также управление энергетическим потреблением, где ИИ используется для построения предиктивных моделей и разработки энергоэффективных режимов эксплуатации, позволяющих снизить затраты и негативное воздействие на окружающую среду.

В сфере стратегического управления ИИ применяется для пространственного анализа, планирования модернизации и проектирования новой инфраструктуры. Системы анализа данных выявляют критически важные элементы железнодорожной сети, определяют узкие места и формируют приоритеты для капитальных вложений. Это позволяет более точно оценивать текущие и перспективные потребности железнодорожной инфраструктуры, осуществлять мониторинг состояния железнодорожной линии и координировать развитие в соответствии с транспортными задачами.

Кроме технических и инфраструктурных аспектов, особую значимость в контексте цифровой трансформации железнодорожной отрасли приобретает применение ИИ в задачах стратегического и тактического управления транспортными потоками. Использование методов глубинного обучения и стохастического моделирования позволяет строить сложные сценарии прогнозирования пассажирских и грузовых потоков на основе исторических данных, сезонных колебаний, социальных и экономических показателей, а также параметров внешней среды. Такие прогнозы служат основой для адаптивного управления маршрутами, планирования расписаний, распределения пропускной способности и загрузки тяговых ресурсов. Интеграция интеллектуальных моделей в системы управления центрального диспетчерского уровня обеспечивает многовариантную оптимизацию операций, автоматическое переназначение ресурсов и сценарный анализ в реальном времени, в том числе при возникновении нестандартных или аварийных ситуаций.

Ещё одним важным направлением применения ИИ в железнодорожной отрасли является интенсификация логистических процессов и управление мультизвеньевыми цепями поставок. Современные грузовые железные дороги функционируют в условиях растущей сложности логистических сетей, где необходимо учитывать межвидовые пересадки, временные окна, специфику груза, международные стандарты и нормативные ограничения. Искусственный интеллект, особенно в сочетании с технологиями оптимизационных вычислений и интеллектуального планирования, способен обеспечивать автоматическое построение маршрутов, минимизирующих затраты времени, ресурсов и рисков. Кроме того, ИИ-модели могут использоваться для прогнозирования рыночного спроса на грузовые перевозки, ценообразования в условиях переменной загрузки и разработки тарифных стратегий, учитывающих конкуренцию с другими видами транспорта.

В контексте повышения надёжности и устойчивости железнодорожной системы важным становится внедрение ИИ в системы обеспечения безопасности. Алгоритмы компьютерного зрения и глубоких нейросетей применяются для анализа видеопотоков с камер наблюдения, автоматического распознавания препятствий, нарушений на перегонах, выявления нестандартного поведения пассажиров или персонала, а также контроля за состоянием переездов, платформ и путей. Современные системы интеллектуального видеонаблюдения способны не только фиксировать инциденты, но и классифицировать их по степени критичности, активируя заранее обученные протоколы реагирования. На железнодорожных переездах и в зонах с высокой вероятностью пересечения с пешеходными и автомобильными потоками используются ИИ-комплексы, обеспечивающие динамическое регулирование сигналов и мгновенное уведомление диспетчерских центров в случае угрозы. Такие системы уже внедряются в крупных мегаполисах и демонстрируют высокую эффективность в предотвращении инцидентов.

Одновременно с техническими задачами на передний план выходят вопросы цифровой этики, регламентирования и стандартизации. Внедрение ИИ в железнодорожную сферу требует пересмотра нормативно-правовой базы, выработки единых стандартов хранения и обработки данных, протоколов взаимодействия между интеллектуальными компонентами различных производителей и, что особенно важно, обеспечения прозрачности и объяснимости принимаемых ИИ-решений. Особенно это актуально в системах, затрагивающих безопасность движения, права пассажиров и ответственность за инциденты, где необходимо чёткое понимание причинно-следственных связей между входными данными и итоговыми действиями алгоритма. Таким образом, наряду с инженерными задачами, актуализируются вопросы цифрового суверенитета, киберустойчивости и правовой адаптации отрасли к условиям алгоритмического управления.

Кроме того, с развитием технологий и накоплением опыта внедрения ИИ в различных сегментах железнодорожной отрасли возрастает значение адаптивных моделей обучения на больших производственных данных. Такие модели могут не только прогнозировать поведение системы, но и самообучаться в процессе эксплуатации, уточняя параметры в зависимости от контекста: погодных условий, социальных событий, политико-экономической ситуации или внутреннего технического состояния сети. Это открывает возможности для создания железнодорожной инфраструктуры нового поколения — живой, обучающейся, самоадаптирующейся и обладающей свойствами квазиинтеллекта. Технологии *federated learning* и *edge AI*, находящиеся на этапе активной апробации, позволяют реализовать обучение без необходимости централизованного сбора данных, что особенно важно в условиях распределённой сети с высоким уровнем требований к безопасности и конфиденциальности.

Цифровизация является одним из ключевых направлений модернизации железнодорожного транспорта и играет решающую роль в эффективной интеграции инновационных решений. Одним из центральных элементов этой трансформации выступает внедрение технологии цифровой автоматической сцепки (ЦАС), представляющей собой комплексную систему, ориентированную на автоматизацию процессов сцепки и расцепки железнодорожного подвижного состава с использованием цифровых протоколов управления и обмена данными. В отличие от традиционной сцепки, предполагающей физическое участие персонала и сопряжённой с высокими трудозатратами и рисками, цифровая автоматическая сцепка предусматривает применение интеллектуальных исполнительных механизмов, синхронизированных с системами бортовой диагностики и телеметрии. Такой подход обеспечивает существенное повышение технологической эффективности операций и открывает новые возможности для развития автоматизированных грузовых и пассажирских перевозок.

Применение ЦАС способствует ускорению технологических процессов за счёт сокращения времени на сцепку и расцепку вагонов, что в условиях логистических узлов и сортировочных станций обеспечивает рост пропускной способности и сокращение простоев. Кроме того, цифровая сцепка значительно повышает уровень безопасности: наличие встроенных сенсоров и систем контроля движения позволяет оперативно отслеживать пространственное положение единиц подвижного состава, предотвращать аварийные ситуации и минимизировать человеческий фактор. Ещё одним ключевым преимуществом технологии ЦАС является возможность интеграции с системами мониторинга в реальном времени. Передача телеметрических данных в диспетчерские центры обеспечивает динамическое управление маршрутами, графиком движения и эксплуатационным состоянием поездов. Это повышает надёжность планирования, способствует сокращению задержек и оптимизации логистических процессов. Также внедрение ЦАС позволяет повысить эффективную грузоподъёмность составов за счёт более точной регулировки сцепки, что особенно актуально для межрегиональных и трансъевропейских перевозок. За счёт этого снижается общее количество задействованных вагонов и уменьшается себестоимость транспортировки. Дополнительным эффектом становится совершенствование системы технического обслуживания. Возможность непрерывного сбора данных о техническом состоянии сцепных устройств и других узлов подвижного состава даёт возможность перехода к проактивному обслуживанию, снижая время внеплановых простоев и повышая общую эксплуатационную готовность железнодорожной инфраструктуры.

Несмотря на очевидные преимущества цифровизации в железнодорожной отрасли, необходимо учитывать и потенциальные риски, которые могут возникнуть в процессе интеграции цифровых решений в транспортную систему. К числу наиболее значимых угроз цифровой трансформации железнодорожного сектора относятся следующие аспекты.

Во-первых, возрастают киберриски, обусловленные активным внедрением информационно-коммуникационных технологий и повышением степени взаимосвязанности ключевых компонентов железнодорожной инфраструктуры. Цифровые платформы управления движением, системы автоматизированного контроля, а также интеллектуальные решения на борту подвижного состава становятся уязвимыми для целевых кибератак. Потенциальные инциденты информационной безопасности могут привести к дестабилизации транспортных процессов, нарушению графиков движения, угрозам жизни и здоровью пассажиров, а также к значительным финансовым потерям. Во-вторых, усиливается технологическая зависимость. Интенсификация цифровых процессов подразумевает повышение зависимости от функционирования аппаратных и программных компонентов. В случае отказа критически важной подсистемы — будь то сбой серверного оборудования, программного обеспечения или систем связи — возможны масштабные сбои в управлении движением, логистике и эксплуатации инфраструктуры. Третьей проблемой является потенциальное вытеснение человеческого труда в результате широкомасштабного внедрения автоматизации и систем искусственного интеллекта. Автоматизация функций, ранее выполняемых персоналом, может привести к структурной трансформации занятости, сокращению рабочих мест и росту социальной напряжённости в профессиональных сообществах, связанных с железнодорожным транспортом.

Также вызывает беспокойство вопрос обеспечения конфиденциальности данных. В процессе цифровизации генерируются массивы информации, включая персональные данные пассажиров, параметры движения поездов и телеметрию инфраструктуры. Отсутствие должного уровня защиты и нормативного контроля может привести к утечкам данных, их несанкционированному использованию или манипулированию, что чревато юридическими, репутационными и социальными последствиями. Существенным вызовом остаётся модернизация ИТ-инфраструктуры. Для

полноценной реализации цифровых решений требуются масштабные инвестиции в телекоммуникационные сети, центры обработки данных и бортовое оборудование. Необходимость обновления или замены устаревших систем может затянуть сроки внедрения технологий, вызвать дополнительные затраты и повлиять на операционную устойчивость в переходный период. Наряду с общими вызовами цифровизации, интеграция искусственного интеллекта в железнодорожную отрасль сталкивается с рядом специфических барьеров. Одним из ключевых факторов является высокая стоимость внедрения ИИ-систем, включая затраты на вычислительные мощности, программные платформы и подготовку квалифицированного инженерно-технического персонала. Кроме того, сохраняется проблема отсутствия отраслевой унификации — различные решения могут использовать несовместимые протоколы передачи данных, форматы и интерфейсы, что затрудняет интеграцию в существующую инфраструктуру. Проблемы этики и защиты частной информации также остаются нерешёнными: например, использование интеллектуальных систем видеонаблюдения требует строго регламентированного подхода к обработке биометрических и поведенческих данных, а также надёжных механизмов предотвращения злоупотреблений.

В условиях стремительной цифровой трансформации железнодорожный сектор сталкивается с необходимостью не только интеграции передовых технологий, но и выстраивания системной, многоуровневой стратегии по обеспечению технологической совместимости, нормативного регулирования и устойчивости внедряемых решений. Современные реалии требуют от железнодорожных операторов и инфраструктурных компаний комплексного подхода к планированию цифровых инициатив с учётом рисков, издержек, кадровых потребностей и уровня технологической зрелости.

Одним из приоритетных направлений становится разработка единых отраслевых стандартов в области цифровизации и искусственного интеллекта. Унификация протоколов передачи данных, форматов взаимодействия подсистем и технических регламентов позволяет добиться совместимости

между различными цифровыми решениями, ускоряет процессы масштабирования инноваций и упрощает интеграцию новых платформ в существующую железнодорожную экосистему. В этом контексте особое значение приобретает сотрудничество на межгосударственном уровне — в рамках инициатив ЕС, ОДКБ, а также международных транспортных союзов, формирующих рамки совместного регулирования и обеспечения кибербезопасности критически важной транспортной инфраструктуры.

Кроме того, ключевую роль играет развитие кадрового потенциала: успешное внедрение ИИ и цифровых технологий невозможно без наличия специалистов, обладающих компетенциями в области аналитики больших данных, промышленного интернета вещей, киберфизических систем, цифрового моделирования и предиктивной аналитики. Требуется реализация образовательных программ нового поколения, адаптированных под запросы отрасли, а также расширение форматов корпоративного и вузовского взаимодействия. Образовательные кластеры, академические консорциумы и инициативы «Цифрового университета» позволяют готовить специалистов, способных управлять сложными техническими экосистемами железнодорожного транспорта в условиях цифровой экономики.

Не менее важным является развитие правовых механизмов регулирования доступа к данным, обработки персональной информации и защиты интеллектуальной собственности. Стремительное распространение интеллектуальных систем, основанных на машинном обучении, требует выработки этических норм и юридических основ, определяющих границы автоматизированного принятия решений в критически значимых объектах инфраструктуры. Особое внимание должно уделяться прозрачности алгоритмов, ответственности за ошибки ИИ и механизму аудита цифровых систем, принимающих решения, влияющие на безопасность движения.

Таким образом, эффективная цифровизация железнодорожной отрасли требует междисциплинарного подхода, сочетающего инженерные, юридические, социальные и управленческие компоненты. Только в условиях

сбалансированной интеграции всех этих элементов возможно построение высокотехнологичной, надёжной и устойчивой железнодорожной системы, соответствующей вызовам XXI века.

В заключение следует отметить, что технологии искусственного интеллекта играют всё более значимую роль в эволюции железнодорожного транспорта, способствуя его трансформации в высокоэффективную, безопасную и интеллектуализированную отрасль. Применение ИИ-решений позволяет не только повысить эксплуатационную надёжность и производительность транспортной инфраструктуры, но и значительно сократить издержки, оптимизировать логистические цепочки, а также обеспечить высокий уровень адаптивности к меняющимся условиям эксплуатации. Особую перспективу в данном контексте представляет внедрение автономных железнодорожных систем, включая поезда с автоматизированным управлением, способных функционировать с минимальным участием человека. Такие системы открывают новые горизонты в сфере обеспечения транспортной безопасности, точности соблюдения графиков движения и энергоэффективности. Не менее важным направлением является применение интеллектуальных интерфейсов и цифровых ассистентов в обслуживании пассажиров, что способствует повышению качества сервиса и снижению нагрузки на персонал. Железнодорожная отрасль, несмотря на свою традиционную структуру, сталкивается с рядом системных вызовов — конкуренцией со стороны альтернативных видов транспорта, изношенностью инфраструктуры и возрастающими требованиями к безопасности. Интеграция ИИ-технологий, включая машинное обучение, компьютерное зрение и интеллектуальный анализ данных, может стать ключевым фактором в модернизации железнодорожного сектора. Кроме того, применение ИИ значительно расширяет возможности научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности — от предиктивного моделирования и симуляции до разработки автономных систем, оптимизации ресурсов и управления рисками. Технология цифрового автоматического сцепления

(DAC) также рассматривается как важный элемент цифровой трансформации отрасли, способствующий ускорению технологических процессов, повышению точности операций и расширению пропускной способности сети. Тем не менее, фрагментарность железнодорожной инфраструктуры и отсутствие единых стандартов могут затруднить широкомасштабное внедрение таких решений в краткосрочной перспективе.