



ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И УРОКИ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Арабов Азизбек Навруз угли

Студент Ташкентского государственного
транспортного университета

Аннотация: В статье изучен зарубежный опыт внедрения искусственного интеллекта на промышленных предприятиях, в том числе в железнодорожной отрасли, с целью определения приоритетов для промышленных предприятий АО «O'zbekiston temir yo'llari». Проведён сравнительный анализ эмпирических исследований на уровне предприятий, международных отчётов, а также опыта железнодорожных компаний Германии, Китая, России, Казахстана и Узбекистана; происхождение и степень проверенности каждой цифры оценены отдельно. Систематизированы осторожные и оптимистические оценки эффекта предиктивного технического обслуживания и предложен базовый сценарий: снижение затрат на техническое обслуживание на 8 % и количества отказов на 30 %. Обосновано, что наиболее быстро измеримый результат от искусственного интеллекта зарубежные компании получают в процессах технического обслуживания и контрольно-осмотровых работ, а этот результат зависит от зрелости инфраструктуры данных и поэтапного масштабирования.

Ключевые слова: искусственный интеллект, промышленное предприятие, железнодорожный транспорт, зарубежный опыт, предиктивное техническое обслуживание, инфраструктура данных, сравнительный анализ, АО «O'zbekiston temir yo'llari».



Введение

Каналы влияния искусственного интеллекта на эффективность предприятия обсуждаются в теории, однако практический вопрос остаётся открытым: в каких странах, на каких предприятиях и при каких условиях эти каналы действительно заработали? Для Узбекистана этот вопрос особенно актуален. В ходе презентации работ и планов в железнодорожной отрасли, представленной Президенту 13 ноября 2025 года, поставлены задачи снизить затраты на 20 % за счёт внедрения контроля на основе искусственного интеллекта на всех этапах и как минимум вдвое увеличить объёмы пассажирских и грузовых перевозок в 2026–2030 годах [1]. Эти цели согласуются с постановлением о коренном реформировании железнодорожного транспорта [2] и Стратегией развития технологий искусственного интеллекта до 2030 года [3]. Стратегии «Узбекистан – 2030» [4] и «Цифровой Узбекистан – 2030» [5] определяют внедрение цифровых технологий на государственных предприятиях как приоритетную задачу, а постановление 2021 года создало институциональную основу направления искусственного интеллекта [6]. Однако в этих документах не определена методика измерения эффекта на уровне промышленных предприятий.

Проблема заключается в том, что зарубежные данные об эффекте искусственного интеллекта различаются между источниками в несколько раз и обладают разной достоверностью: часть из них основана на репрезентативных опросах, другая часть — на консалтинговых оценках, корпоративных заявлениях и сообщениях прессы. Без понимания этого расхождения невозможно обосновать инвестиционный проект или оценить реалистичность национальных целей.

В статье обосновывается следующий тезис: зарубежные железнодорожные компании получают наиболее быстрый и измеримый экономический результат от искусственного интеллекта в процессах



технического обслуживания и контрольно-осмотровых работ, а этот результат зависит от зрелости инфраструктуры данных и поэтапного масштабирования, и именно эти два условия определяют приоритеты для промышленных предприятий АО «O'zbekiston temir yo'llari». Цель статьи — критически систематизировать зарубежный опыт и извлечь из него практические уроки для этих предприятий.

Обзор литературы

Для правильной интерпретации железнодорожного опыта прежде всего необходимо определить, кто первым применяет искусственный интеллект в промышленности. Если технология укореняется преимущественно на крупных и цифрово зрелых предприятиях, их успешные кейсы нельзя напрямую переносить на малые и средние предприятия.

Д. Чарницки, Г.П. Фернандес и К. Раммер, проанализировав данные 5 851 предприятия в рамках немецкого инновационного обследования, установили, что 409 из них, т. е. около 7 %, являются пользователями искусственного интеллекта. Почти 60 % пользователей применяли его в продуктах и услугах, 56 % — в автоматизации процессов, 34 % — в анализе данных и 22 % — во взаимодействии с клиентами. На среднем предприятии-пользователе работают 245 человек, а объём продаж составляет около 114 млн евро, тогда как на предприятиях, не использующих ИИ, — 84 человека и 33 млн евро [7]. Сильная сторона исследования — опора на репрезентативный опрос, спорный момент — то, что факт использования сообщается самим предприятием. Тем не менее почти трёхкратная разница не объясняется случайной ошибкой и указывает на наличие фиксированных затрат, необходимых для внедрения.



Й. Дальке и соавторы, проанализировав с помощью модели машинного обучения тексты веб-сайтов 1 140 494 предприятий Германии, Австрии и Швейцарии, оценили общий уровень внедрения в 2,2 %. В информационно-коммуникационных услугах этот уровень превышает 11 %, в электронике — 6 %, в консалтинге — 5 %. Авторы интерпретируют распространение как эпидемический процесс: знание «передаётся» через связи между предприятиями [8].

Противоречие между двумя результатами (7 и 2,2 %), по мнению автора, вытекает из различия в объекте измерения. Опрос ориентирован на инновационно активные предприятия с высокой долей крупных компаний, тогда как веб-анализ охватывает и очень мелкие фирмы. Кроме того, внутренние производственные приложения, не объявленные на сайте, остаются незамеченными: вагоноремонтный завод может применять предиктивную диагностику, но не писать об этом на своём сайте. Поэтому вторую оценку для промышленных предприятий следует принимать как нижнюю границу.

Согласно глобальному опросу McKinsey & Company 2025 года, о снижении затрат благодаря искусственному интеллекту респонденты чаще всего сообщали в функциях разработки программного обеспечения, производства и информационных технологий [9]. Это самооценки, не проверенные финансовой отчётностью, однако они показывают, что производственная функция относится к сферам, где экономия ощущается быстрее всего.

Э. Бриньолфссон, Д. Рок и Ч. Сиверсон подчёркивают, что технологии общего назначения требуют дополнительных инвестиций в нематериальные активы, поэтому производительность может сначала снижаться и лишь затем расти [10]. Это наблюдение согласуется с концепцией технологий общего назначения, выдвинутой Т. Бреснаханом и М. Трахтенбергом [11]. Следовательно, преимущество крупных



предприятий объясняется и их способностью накапливать нематериальный капитал.

А. Агравал, Дж. Ганс и А. Голдфарб интерпретируют искусственный интеллект как технологию, снижающую стоимость прогнозирования [12]. П. Микалеф и М. Гупта эмпирически показали, что результат искусственного интеллекта определяется не самой технологией, а способностью, состоящей из данных, технических ресурсов, квалифицированных кадров и организационной координации [13]. У. Лихтенталер также подчёркивает необходимость управления сочетанием человеческого и искусственного интеллекта [14]. Из этих подходов следует, что подешевевший прогноз даёт экономический результат лишь при наличии организационной способности превратить его в решение.

В области технического обслуживания Т.П. Карвалью и соавторы в систематическом обзоре методов машинного обучения в предиктивном обслуживании показали, что многие исследования опираются на данные лабораторного уровня или уровня единичного оборудования, а результаты редко проверяются в промышленном масштабе [15]. Т. Зонта и соавторы отмечают отсутствие единой методики оценки в условиях Индустрии 4.0 и то, что экономический эффект часто подменяется показателями технической точности [16]. Оба обзора — со стороны алгоритмов и со стороны архитектуры внедрения — приходят к одному выводу: между технической точностью модели и финансовым результатом предприятия лежит длинная цепочка. С. Накадзима в концепции всеобщего обслуживания оборудования рассматривает эффективность использования оборудования как произведение показателей доступности, скорости работы и качества и предлагает сокращать потери через организационную систему [17]. Искусственный интеллект не отменяет эту систему, а лишь улучшает компонент доступности за счёт заблаговременного выявления вероятности отказа.



Д. Аджемogлу и П. Рестрепо показали, что автоматизация вытесняет труд из одних задач, но и создаёт новые [18], поэтому рост производительности в отдельном процессе не полностью переходит на уровень предприятия. Для постсоветских систем важна работа представителей ВНИИЖТ и Российского университета транспорта М.А. Кулагина и В.Г. Сидоренко, обобщивших изнутри отрасли опыт предиктивной аналитики на российском железнодорожном транспорте [19]. Наиболее широкая отраслевая оценка приведена в отчёте Международного союза железных дорог (МСЖД, UIC) и McKinsey & Company 2024 года [20].

Методология исследования

Исследование основано на сравнительном анализе, систематизации и кейс-методе. Доказательства разделены на два слоя: эмпирические исследования на уровне предприятий по всей промышленности [7, 8, 13], а также собственные отчёты железнодорожных компаний, оценки международных организаций и практические кейсы из прессы. Поскольку слои обладают разной достоверностью, происхождение каждой цифры пояснено отдельно: оценены тип информации (научная публикация, опрос, консалтинговый отчёт, корпоративное заявление, газетная статья), объём выборки, объект измерения, независимая проверенность и заинтересованность составителя. Количественные противоречия объяснены различием объекта измерения и базовых показателей; отдельные примеры опыта одновременно сопоставлены с корпоративным заявлением, научным обобщением и международным отчётом.

В качестве кейсов выбраны пять компаний: Deutsche Bahn (Германия) [21], China State Railway Group (Китай) [22], ОАО «Российские железные дороги» [23], АО «Қазақстан темір жолы» [24] и АО «O'zbekiston temir yo'llari» [1, 25]. Они отражают различные



архитектуры внедрения (поэтапную, централизованную, покупку готового решения) и технико-институциональную близость к Узбекистану.

Эффект предиктивного технического обслуживания оценён сценарным методом. Оценки из позиционного документа Deloitte Analytics Institute [26] разделены на осторожные и оптимистические группы, и на их основе составлен базовый сценарий автора: значения размещены в средней части осторожного диапазона или ниже, а для показателя, по которому в источнике нет оценки, принято осторожное допущение автора. При сопоставлении национальных целей с зарубежными оценками учтены база показателей (выручка или затраты) и охват. Результаты систематизированы в двух таблицах.

Анализ и результаты

Источники ценности для железнодорожных компаний. Отчёт UIC и McKinsey & Company составлен на основе опроса 11 железнодорожных компаний Европы и Азии и 15 углублённых интервью, проведённых в июне–ноябре 2023 года. В нём выявлено 20 распространённых сценариев применения искусственного интеллекта и отмечено, что большинство из них можно масштабировать в течение 12–18 месяцев. Согласно основной оценке, компания с годовой выручкой 5 млрд евро может получать дополнительную ценность около 700 млн евро в год, т. е. около 14 % выручки. Ценность формируется из пяти источников: управление доходами, использование пропускной способности инфраструктуры, затраты на персонал, затраты на техническое обслуживание и корпоративные расходы [20].

По мнению автора, 14 % отражают максимальный потенциал и не применимы напрямую при планировании. Во-первых, 11 компаний и 15 интервью недостаточно для статистического обобщения. Во-вторых,



отчёт подготовлен при участии консалтинговой компании, одна из целей которой — стимулировать спрос на проекты искусственного интеллекта. В-третьих, оценка включает потенциал управления доходами, характерный для европейских пассажирских компаний, тогда как в системах с преобладанием грузовых перевозок и государственным регулированием тарифов этот источник ограничен.

Ценность отчёта в том, что он выделяет техническое обслуживание как отдельный источник ценности, поскольку ремонтные и производственные предприятия занимаются именно техническим обслуживанием и несут затраты на персонал. С точки зрения подхода Агравала и соавторов [12] техническое обслуживание — идеальная сфера применения: ценность прогноза того, когда узел выйдет из строя, напрямую превращается в деньги через план ремонтов, запас запасных частей и время простоя вагона. С учётом вывода Микалефа и Гупты [13] этот потенциал реализуется лишь при наличии организационной способности превращать прогноз в решение. Срок же 12–18 месяцев указан для перехода от пилота к масштабному внедрению и относится к компаниям, где данные уже собираются. На предприятии без датчиков, электронного журнала ремонтов и единого хранилища данных потребуется дополнительное время, поэтому для Узбекистана этот срок оптимистичен.

Эффект предиктивного технического обслуживания. В документе Deloitte Analytics Institute отмечается, что предиктивное техническое обслуживание в среднем повышает производительность на 25 %, сокращает отказы на 70 % и затраты на техническое обслуживание на 25 %. В том же документе приведены и осторожные диапазоны: затраты снижаются на 5–10 %, время планирования сокращается на 20–50 %, время работоспособного состояния и готовность оборудования повышаются на 10–20 % [26].



По нашей оценке, показатели 25, 70 и 25 % характеризуют лучшие предприятия, перешедшие от реактивного обслуживания напрямую к предиктивному, т. е. имевшие низкое исходное состояние. Диапазон же 5–10 % более реалистичен для предприятий с планово-предупредительной системой. На постсоветских железных дорогах эта традиция сильна, поэтому потенциал экономии ожидается меньшим. Этот вывод подтверждают обзоры групп Карвалью и Зонты [15, 16]. С точки зрения концепции Накадзимы [17], если бригада, обеспечение запасными частями и план работ не адаптированы к прогнозу, даже точный прогноз не превращается в деньги, а оптимистические цифры отражают именно те случаи, когда такая адаптация полностью осуществлена. Исходя из этого, приняты три сценария (таблица 1).

Таблица 1

Оценки эффекта предиктивного технического обслуживания в литературе и принятые сценарии, %

Показатель	Осторожная оценка	Оптимистическая оценка	Базовый сценарий (оценка автора)
Снижение затрат на техническое обслуживание	5-10	25	8
Сокращение количества отказов	нет данных	70	30
Повышение готовности оборудования и времени работы	10-20	нет данных	10



Показатель	Осторожная оценка	Оптимистическая оценка	Базовый сценарий (оценка автора)
Сокращение времени планирования технического обслуживания	20-50	нет данных	25
Повышение производительности	нет данных	25	х
Снижение затрат на запасные части и материалы	нет данных	нет данных	5

Источник: составлено автором на основе позиционного документа Deloitte Analytics Institute [26]. Базовый сценарий — оценка автора.

По данным таблицы 1, 8 % по затратам находятся внутри диапазона 5–10 %, 10 % по готовности — на нижней границе диапазона, 25 % по времени планирования — в нижней части диапазона 20–50 %. 30 % по отказам более чем вдвое ниже оптимистических 70 %, а 5 % по запасным частям — осторожное допущение автора, поскольку в источнике оценка отсутствует. Таблица подтверждает первую часть тезиса: эффект в техническом обслуживании положителен во всех сценариях, различие лишь в его величине.

Почему отказы сокращаются на 30 %, а затраты — лишь на 8 %? Значительная часть затрат на техническое обслуживание приходится на плановые ремонты, рабочую силу и материалы и не полностью зависит от количества отказов. При сокращении отказов уменьшаются затраты на внеплановые ремонты и простои, а объём плановых ремонтов снижается



лишь за счёт поэтапного увеличения межремонтного интервала на основе данных. Поэтому затраты снижаются медленнее.

Опыт Германии. Deutsche Bahn применяет искусственный интеллект в планировании материалов, диспетчеризации пригородных поездов S-Bahn и цифровизации технического обслуживания. Объявленная цель — переход к обслуживанию по фактическому состоянию, т. е. определение срока ремонта не по календарю или пробегу, а по фактическому состоянию узла. При проходе поезда под мостом с камерами делаются снимки, искусственный интеллект анализирует их, и сотрудники получают отметки о том, какой вагон требует внимания. Второе решение прогнозирует потребность в материалах для технического обслуживания колёсных пар [21]. Первое решение, основанное на компьютерном зрении, влияет на канал труда и безопасности за счёт сокращения времени осмотра и выявления дефектов, которые человек может пропустить, а второе, ориентированное на цепочку поставок, — на канал оборотного капитала за счёт сокращения запасов.

На сайте компании не приведены независимо проверенные данные о финансовых результатах решений, объёме инвестиций и сроке окупаемости. Поэтому из опыта DB извлекается не количественный, а структурный урок: искусственный интеллект внедрён не как отдельный «проект», а параллельно в процессы снабжения, диспетчеризации и технического обслуживания. В отчёте UIC также подчёркивается, что ценность формируется из совокупности множества сценариев применения [20]. DB — типичный представитель группы крупных предприятий, первыми применяющих искусственный интеллект [7]. Её решения нельзя перенести на небольшое ремонтное предприятие, однако они являются подходящим образцом для предприятий в составе крупного



холдинга, в том числе вагоноремонтных предприятий АО «O'zbekiston temir yo'llari».

Опыт Китая. China State Railway Group управляет высокоскоростной сетью протяжённостью около 45 тыс. км. Согласно сообщению South China Morning Post 2024 года, система искусственного интеллекта в Пекине обрабатывает данные со всей страны и оповещает бригады технического обслуживания в течение 40 минут с точностью до 95 % [22]. Ключевая особенность — централизация: данные анализируются в едином центре, а оповещение направляется бригаде на месте. Это требует датчиков единого стандарта по всей сети и коммуникационной инфраструктуры передачи данных в реальном времени. По мнению автора, опыт Китая наиболее наглядно подтверждает вторую часть тезиса: 40-минутное время оповещения — результат не алгоритма, а инфраструктуры данных.

Однако источником является газетная статья, основанная на беседах с участниками проекта и публикациях на китайском языке. Не указано, означает ли точность 95 % долю правильно выявленных дефектов или уровень ложных срабатываний. При большом числе ложных срабатываний бригады тратят время на ненужные выезды, и экономия частично теряется. Поэтому китайские цифры принимаются как показатель технического потенциала, но не включаются в экономический расчёт.

DB поэтапно цифровизирует отдельные процессы, а Китай строит единую центральную систему. Первый подход быстрее даёт результат и требует меньших первоначальных инвестиций, второй дешевле в крупном масштабе, но требует многих лет и координации на государственном уровне. С точки зрения модели эпидемического распространения Дальке и соавторов, централизованная система быстрее распространяет знания, поскольку все подразделения пользуются одной



платформой [8]. Сеть Узбекистана в несколько раз меньше китайской, и такой масштаб делает централизованную архитектуру относительно более дешёвой.

Опыт России. По данным руководства РЖД, искусственный интеллект повысил производительность труда в отдельных процессах на 30–80 %, более половины обращений клиентов обрабатывается искусственным интеллектом, а компьютерное зрение и предиктивное обслуживание инфраструктуры определены как перспективные направления [23]. По нашей оценке, столь широкий диапазон указывает на то, что результаты в разных процессах сведены в одну цифру. При работе со стандартизированными документами и обращениями производительность может вырасти в несколько раз, тогда как в технической диагностике рост ограничен датчиками, историей данных и итоговым решением специалиста. В источнике не указаны результаты по процессам, базовый период и методика измерения, поэтому интерпретировать 30–80 % как средний эффект по РЖД было бы ошибкой.

Сравним три источника. Корпоративный источник подчёркивает высокий рост [23]. Кулагин и Сидоренко, напротив, выдвигают на первый план методологические проблемы и показывают, что предиктивная аналитика пока является не целостной системой, а набором отдельных задач [19]. Международный отчёт прогнозирует, что основная часть ценности придёт от затрат на персонал и техническое обслуживание [20]. Все три источника сходятся в том, что наиболее быстрый результат достигается в рутинных, часто повторяющихся процессах, однако корпоративный источник считает результат достигнутым, а научный — формирующимся. Наша позиция ближе к научному источнику, поскольку, согласно механизму Аджемоглу и Рестрепо [18], рост в отдельном процессе не полностью переходит на уровень предприятия.



Значение российского опыта для Узбекистана — в общих исторических корнях, схожей структуре ремонтных предприятий и традиции планово-предупредительного ремонта, что может снизить затраты на адаптацию методических подходов. Однако проверенных цифр в открытых источниках по производству и ремонту пока мало.

Опыт Казахстана. Две системы работают в сопряжённой сети, и транзитные грузы в одном вагоне пересекают территорию двух стран. АО «Қазақстан темір жолы» (КТЖ) в 2024 году достигло соглашения с компанией Wabtec о внедрении системы KinetiX для мониторинга и диагностики подвижного состава на основе искусственного интеллекта. Ожидаемые эффекты: предиктивный анализ состояния подвижного состава, сокращение времени осмотра, повышение пропускной способности станций и снижение влияния человеческой ошибки [24]. Количественные результаты пока не опубликованы.

Пока это лишь намерение, но оно поучительно в двух отношениях. Во-первых, покупка готового решения у крупного производителя сокращает сроки внедрения, но частично лишает компанию контроля над данными и алгоритмами. Во-вторых, совместное упоминание времени осмотра и пропускной способности станций показывает, что эффект технического обслуживания влияет на всю сеть. В отчёте UIC пропускная способность также является отдельным источником ценности [20], следовательно, необходимо учитывать эффект технического обслуживания за пределами предприятия. Вместе с тем, если компании региона закупают разные диагностические системы у разных производителей, информация о состоянии транзитного вагона может не считываться в соседней системе.

Первоначальный опыт Узбекистана. В АО «O'zbekiston temir yo'li» внедрены электронная накладная E-nakl, электронные билеты с QR-кодом, аналитическая BI-платформа, «умные железнодорожные



весы» и система Wagon Vision [25]. Они направлены преимущественно на документооборот, обслуживание пассажиров и грузовую логистику. В презентации Президенту наряду со снижением затрат на 20 % и удвоением объёмов перевозок установлен целевой показатель по грузовым вагонам в 10 тыс. единиц [1].

Сокращение на 20 % сопоставимо по порядку величины с оценкой 14 % в отчёте UIC [20], однако UIC выражает ценность относительно выручки, а цель Узбекистана — относительно затрат. Оценка UIC включает и управление доходами, тогда как национальная цель охватывает лишь сторону контроля и затрат. Если предполагается достичь 20 % только за счёт технического обслуживания, это будет выше даже оптимистической оценки из таблицы 1. Следовательно, цель требует одновременных действий по труду, материалам, энергии и корпоративным расходам.

По мнению автора, основной пробел находится на уровне производственных и ремонтных предприятий: систематическое применение искусственного интеллекта в ремонте вагонов и локомотивов, производстве запасных частей и методика оценки его эффекта в открытых источниках не выявлены. Это соответствует закономерности, отмеченной Чарницки и соавторами: цифровые решения сначала появляются в работе с клиентами и документами и лишь позднее проникают в производство [7]. Промышленные предприятия АО, будучи в составе крупной государственной компании, близки к группе крупных пользователей, но по цифровой зрелости пока в неё не входят. Зарубежный и отечественный опыт сведён в таблице 2.



Таблица 2

**Сравнительная характеристика зарубежного опыта внедрения
искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли**

Страна, компания	Основные направления	Заявленный результат или цель	Степень проверки результата	Урок для Узбекистана
Германия, Deutsche Bahn	Планирование материалов, диспетчеризация S-Bahn, мост с камерами, прогноз материалов для колёсных пар	Цель перехода к обслуживанию по фактическому состоянию	Количественный результат в источнике не приведён	Поэтапная цифровизация процессов, прогноз цепочки поставок
Китай, China State Railway Group	Централизованный анализ данных сети	Сеть 45 тыс. км, оповещение за 40 минут, точность до 95 %	Данные прессы, показатель точности не пояснён	Единая платформа данных и стандарт датчиков
Россия, РЖД	Обслуживание клиентов, компьютерное зрение,	Рост производительности труда в отдельных	Корпоративное заявление, без	Адаптация методических подходов на



Страна, компания	Основные направления	Заявленный результат или цель	Степень проверенности результата	Урок для Узбекистана
	предиктивное обслуживание инфраструктуры	процессах на 30–80 %	разбивки по процессам	основе общей технической традиции
Казakhstan, КТЖ	Мониторинг и диагностика подвижного состава на основе Wabtec KinetiX	Ожидаемые эффекты описаны качественно	Количественный результат не опубликован	Региональное соглашение о стандартах обмена данными
Узбекистан, АО «O'zbekiston temir yo'llari»	E-nakl, QR-билеты, BI-платформа, умные весы, Wagon Vision	Снижение затрат на 20 %, увеличение объёмов перевозок в 2026–2030 годах как минимум вдвое	Целевой показатель, результат пока не оценён	Распространение решений на ремонтные и производственные предприятия

Источник: составлено автором на основе данных Deutsche Bahn [21], South China Morning Post [22], РЖД [23], КТЖ [24], УзА [25] и официального сайта Президента [1].



Таблица 2 показывает, что лишь в двух из пяти примеров опыта приведены количественные результаты, и оба опираются на независимо не проверенные источники. Во всех странах в перечне направлений присутствуют техническое обслуживание и диагностика, что подтверждает первую часть тезиса. Четвёртая же колонка обосновывает необходимость осторожного базового сценария при переносе зарубежных результатов.

Среди уроков, вытекающих из анализа, есть и противоречие: приоритет инфраструктуры данных требует централизованной платформы, а поэтапное масштабирование — начала с отдельного предприятия. По мнению автора, оно разрешается через последовательность: пилот проводится на одном предприятии, но его данные с самого начала собираются в едином формате, принятом по всей сети, и впоследствии переносятся на централизованную платформу без переработки.

Выводы и предложения

На уровне предприятий искусственный интеллект пока сосредоточен в узкой группе: в Германии доля пользователей в зависимости от метода измерения составляет от 2,2 до 7 %, а предприятия-пользователи почти в три раза крупнее. На отраслевом уровне железнодорожные компании ожидают наиболее надёжного результата в техническом обслуживании и диагностике, поскольку ценность прогноза напрямую превращается в деньги через план ремонтов, запасы и простои. На страновом уровне большинство заявленных результатов независимо не проверены и, хотя и показывают технический потенциал, не дают достаточной основы для экономического расчёта. Поэтому промышленным предприятиям АО «O'zbekiston temir yo'llari» следует брать за образец не заявленные результаты зарубежных компаний, а последовательность внедрения:



наиболее ценный урок зарубежного опыта — не цифры, а порядок внедрения технологии вместе с организационными изменениями.

На основе полученных результатов разработаны следующие предложения:

1. Определить техническое обслуживание и контрольно-осмотровые работы как первоочередное направление, поскольку оно присутствует во всех рассмотренных примерах опыта и напрямую соответствует профилю вагоно- и локомотиворемонтных предприятий.
2. Создавать инфраструктуру данных раньше алгоритма: перевести ремонтные журналы в электронную форму, собирать историю неисправностей по узлам и наполнять BI-платформу данными ремонтных предприятий.
3. Начинать с пилота на одном предприятии с поэтапным масштабированием, с самого начала собирать данные пилота в едином сетевом формате и считать указанный UIC срок 12–18 месяцев оптимистичным.
4. Планировать эффект по базовому сценарию (снижение затрат на техническое обслуживание на 8 %, отказов на 30 %), рассматривать оптимистический сценарий как верхнюю границу, а для достижения национальной цели в 20 % реализовывать параллельные проекты по затратам на труд, материалы и управление.
5. Включать в бюджет проекта затраты на переподготовку кадров и создание внутреннего центра компетенций.
6. До выбора технологии достичь регионального соглашения с железными дорогами соседних стран о форматах данных и стандартах обмена.



В дальнейших исследованиях целесообразно изучить следующие вопросы: определение фактического эффекта предиктивного технического обслуживания на ремонтных предприятиях путём регулярного измерения результатов отечественных пилотных проектов, поскольку ни одна из рассмотренных компаний не опубликовала объём инвестиций, операционные затраты и срок окупаемости в независимо аудированном виде; моделирование связи между технической точностью и экономическим результатом с учётом доли ложных срабатываний, скорости реагирования бригад и наличия запасных частей и её калибровка на реальных данных; оценка замещающего и дополняющего влияния искусственного интеллекта на труд на уровне предприятия по занятости, квалификационной структуре и заработной плате; разработка условий технического и правового соглашения о региональных стандартах данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

7. Презентация работ и планов, реализуемых в железнодорожной отрасли // Официальный веб-сайт Президента Республики Узбекистан. 13.11.2025. URL: <https://president.uz/en/lists/view/8658>
2. Постановление Президента Республики Узбекистан от 10 октября 2023 года № ПП-329 «О мерах по коренному реформированию сферы железнодорожного транспорта Республики Узбекистан».
3. Постановление Президента Республики Узбекистан от 14 октября 2024 года № ПП-358 «Об утверждении Стратегии развития технологий искусственного интеллекта до 2030 года».
4. Указ Президента Республики Узбекистан от 11 сентября 2023 года № УП-158 «О Стратегии “Узбекистан – 2030”». Ташкент: Национальная база данных законодательства (lex.uz), 2023.



5. Указ Президента Республики Узбекистан от 5 октября 2020 года № УП-6079 «Об утверждении Стратегии “Цифровой Узбекистан – 2030” и мерах по её эффективной реализации». Ташкент: Национальная база данных законодательства (lex.uz), 2020.
6. Постановление Президента Республики Узбекистан от 17 февраля 2021 года № ПП-4996 «О мерах по созданию условий для ускоренного внедрения технологий искусственного интеллекта». Ташкент: Национальная база данных законодательства (lex.uz), 2021.
7. Czarnitzki D., Fernández G.P., Rammer C. Artificial intelligence and firm-level productivity // Journal of Economic Behavior and Organization. 2023. Vol. 211. P. 188-205.
8. Dahlke J., Beck M., Kinne J., Lenz D., Dehghan R., Wörter M., Ebersberger B. Epidemic effects in the diffusion of emerging digital technologies: evidence from artificial intelligence adoption // Research Policy. 2024. Vol. 53. Article 104917.