

Н.Д.Солоденко¹, Е.И. Хозяинов¹, Н.В. Власова¹

¹ *Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация*

ЦИФРОВИЗАЦИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аннотация: Традиционные и давние транспортные организации, такие как железнодорожные компании, не часто воспринимаются как синоним инноваций и технологий, однако они являются технологическими центрами, которые могут стать ключом к цифровой трансформации отрасли цепочек поставок. Цифровизация – это ключевая концепция, которая изменила современный образ жизни. Цифровизация проложила путь к более эффективным операциям и продуктам для транспортной отрасли в целом. Железная дорога является основой всего транспортного комплекса Российской Федерации и имеет большое социально-экономическое, политическое и оборонное значение. По сравнению с другими видами транспорта железнодорожный транспорт определяется не только большим значением основных экономических показателей, но и объемом выполняемых транспортных работ, как в грузовых, так и в пассажирских перевозках. В данной статье рассмотрены перспективы цифровизации в железнодорожной отрасли, которая в свою очередь сосредоточена на четырех областях: оптимизация процессов и автоматизация, управление поставщиками и оптимизация расходов, управление персоналом и сетевая стратегия. Оптимизация процессов включает в себя любой процесс, который может быть автоматизирован и переведен в цифровую форму. Некоторыми хорошими примерами являются управление автопарком в режиме реального времени и прогнозное планирование технического обслуживания. Управление поставщиками и оптимизация расходов включают расширенную аналитику расходов, анализ категорий и комплексный поиск поставщиков. Управление персоналом происходит по всем направлениям в зависимости от того, как управляется рабочая сила, включая прогнозирование спроса на полевых работников, автоматизированное распределение смен и задач для ремонтных бригад и цифровые решения для управления производительностью. Сетевая стратегия фокусируется на расширенном моделировании и составлении расписания на основе данных.

Ключевые слова: цифровизация, железнодорожный транспорт, интернет вещей, облачные вычисления, аналитика больших данных, искусственный интеллект, индустрия 4.0.

N.D. Solodenko¹, E.I. Khozyainov¹, N.V. Vlasova¹

¹– *Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation*

DIGITALIZATION IN RAILWAY TRANSPORT

Abstract: Traditional and long-standing transport organizations, such as railway companies, are not often perceived as synonymous with innovation and technology, but they are technology centers that can be the key to the digital transformation of the supply chain industry. Digitalization is a key concept that has changed the modern way of life. Digitalization has paved the way for more efficient operations and products for the transport industry as a whole. The railway is the basis of the entire transport complex of the Russian Federation and has great socio-economic, political and defense significance. In comparison with other modes of transport, rail transport is determined not only by the high value of the main economic indicators, but also by the volume of transport work performed, both in freight and passenger transportation. This article examines the prospect of digitalization in the railway industry, which in turn focuses on four areas: process optimization and automation, supplier management and cost optimization, personnel management and network strategy. Process optimization includes any process that can be automated and digitized. Some good examples are real-time fleet management and predictive maintenance planning. Supplier management and cost optimization include advanced cost analytics, category analysis, and comprehensive vendor search. Personnel management takes place in all directions, depending on how the workforce is managed, including forecasting demand for field workers, automated distribution of shifts and tasks for repair crews and digital solutions for productivity management. The network strategy focuses on advanced modeling and scheduling based on data.

Keywords: digitalization, railway transport, Internet of things, cloud computing, big data analytics, artificial intelligence, industry 4.0, closed-loop economy.

Введение

В современном обществе вопросы, связанные с перспективами развития цифровых технологий и затрагивающие интересы как хозяйствующих субъектов, так и обычных людей, становятся все более актуальными. Сегодня мы можем говорить об активном развитии цифровых технологий с продолжением этого процесса в ближайшем будущем, в результате чего

эти тенденции нельзя игнорировать во многих областях. Транспортный сектор не станет исключением, в результате чего этот вопрос следует изучить более подробно.

Трудно представить жизнь человека без цифровых технологий, которые способствуют повышению конкурентоспособности транспортной отрасли, улучшению взаимодействия с клиентами, учету их потребностей для того, чтобы понимать, какое предложение следует разработать, и утверждать на их основе новые услуги по востребованности.

Цифровые технологии на железнодорожном транспорте

Цифровизация – это набирающая обороты тенденция, которая направлена на то, чтобы повлиять на то, как мы живем и работаем, упрощая вещи, делая их более доступными и, возможно, даже более легко управляемыми.

Механические части поездов со временем приходят в негодность. Однако программное обеспечение внутри поездов не изнашивается так же, как сам поезд. Программное обеспечение может часто обновляться без нарушения работы поездов. С другой стороны, замена механических деталей требует остановок в работе и занимает больше времени. Преимущества цифровизации железных дорог включают в себя преобразование физических систем в более цифровые аналоги.

Еще одним преимуществом цифровых поездов является возможность постоянного совершенствования всех систем, поскольку новые разработки быстро внедряются и реализуются в режиме реального времени. Эти нововведения повысят эксплуатационную готовность поездов и устранят давно существующие проблемы, такие как электромеханические неисправности.

В связи с этим внедрение этих систем должно включать унифицированные средства удаленного мониторинга и управления для дальнейшего улучшения взаимодействия между железнодорожными системами для эффективного функционирования и облегчения цифрового железнодорожного администрирования. Использование сгенерированных данных потенциально может произвести революцию в железнодорожном секторе за счет создания новых механизмов управления поездами. В дополнение к обсуждению преимуществ цифровизации крайне важно согласовать эти технологии, чтобы избежать слабых мест в системе безопасности и киберугроз. Увеличение объема передачи данных и средств связи – это ключевые моменты, которые нельзя упускать из виду с точки зрения безопасности [7, с. 102].

За прошедшие годы был внедрен ряд передовых технологий, обеспечивающих цифровизацию с целью повышения эффективности железных дорог с точки зрения эксплуатации и общих затрат. Системы железных дорог состоят из большого количества электрических и механических компонентов, тесно связанных друг с другом и работающих независимо. Существуют тысячи деталей и систем, которые должны работать в гармонии. Однако сложность управления ими снижает качество предоставляемых услуг и затрудняет техническое обслуживание. Существует множество программ для управления различными частями поездов, такими как эксплуатация, техническое обслуживание, склад, цепочка поставок, связь, видеонаблюдение и т.д. Эти отдельные рабочие программы вызывают хаос в управлении, а усилия по интеграции этих систем также усложняют проблему, что приводит к снижению комфорта и качества обслуживания.

Существует несколько ключевых технологий в цифровизации железных дорог (рис. 1.)

Цифровизация расширяется вместе с появлением ключевых технологий, таких как ИКТ, интернет вещей, облачные вычисления, искусственный интеллект, 4.0 и другие для многих отраслей, включая железнодорожную отрасль. Основным фактором цифровизации в железнодорожной отрасли стало развитие информационно-коммуникационных технологий. Затем другие новые технологии внесли значительный вклад в цифровизацию железных дорог. Цифровизация является важным элементом развития железных дорог для повышения общей эффективности эксплуатации и технического обслуживания, а также качества обслуживания клиентов. Появляющиеся ключевые цифровые технологии стимулируют цифровую революцию на железных дорогах.

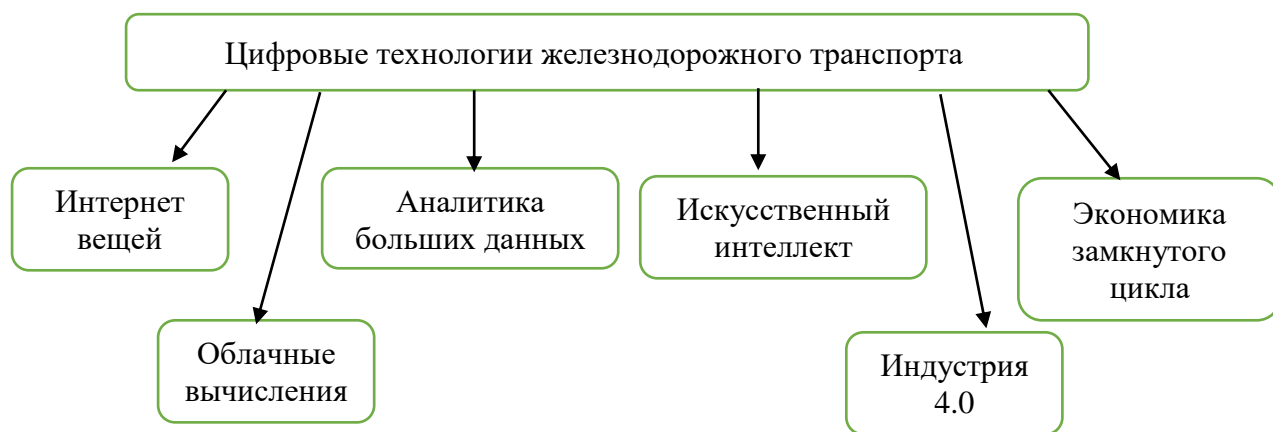


Рис. 1. Цифровые технологии железнодорожного транспорта

Рассмотрим цифровые технологии железнодорожного транспорта более подробно.

1. Интернет вещей. Зондирование является важным требованием для сбора и анализа данных при оцифровке. Кроме того, это возможность подключения для оцифровки всех физических устройств, таких как датчики и исполнительные механизмы, вычислительные устройства, механические или цифровые машины и объекты. Технология интернета вещей обеспечивает возможность обмена данными по сети с использованием интеллектуальных интерфейсов для всех устройств или объектов. Использование технологии Интернета вещей обладает преимуществами тщательного восприятия, всестороннего подключения, глубокого интеллектуального применения и т.д., которые обеспечивают поддержку информационного и интеллектуального развития железных дорог. Технология Интернета вещей широко используется в железнодорожных приложениях, включая железнодорожные операции, управление, техническое обслуживание, системы видеонаблюдения и системы управления поездами. Устройства интернета вещей являются важными элементами на железных дорогах для обеспечения бесперебойного подключения с использованием Интернета следующего поколения и беспроводной связи с различными приложениями [4, с. 109].

2. Облачные вычисления. Основной целью облачных сервисов является обеспечение безопасных, надежных и высококачественных вычислительных условий, ориентированных на обслуживание, для конечных пользователей и организаций. Архитектура облачных вычислений обычно состоит из облачного клиента и приложения, платформы и инфраструктурных сервисов, а также сервера. Это может быть предложено различными способами, а именно общедоступным облаком, частным облаком и гибридным облаком. Общедоступное облако позволяет пользователям получать доступ к облаку через веб-браузеры по определенной цене, в то время как частное облако специфично для определенной организации. С другой стороны, гибридное облако представляет собой комбинацию общедоступных и частных облаков.

3. Аналитика больших данных используются для анализа огромного объема данных. Основными преимуществами применения больших данных в интеллектуальном транспорте являются снижение числа аварий, сведение к минимуму заторов на дорогах, оптимизация движения транспортных средств и безопасность на дорогах. Техническое обслуживание является наиболее популярной областью в сфере железнодорожного транспорта с точки зрения потенциала аналитики больших данных. Профилактическому обслуживанию среди видов технического обслуживания на железных дорогах уделяется наибольшее внимание, особенно компонентам пути. Корректирующее техническое обслуживание – это стратегия, применяемая после возникновения дефекта или сбоя, в то время как стратегия профилактического технического обслуживания предполагает выполнение мероприятий по техническому обслуживанию до выхода оборудования из строя. Включает в себя плановые корректировки, капитальный ремонт, замену, продление срока службы и проверки [13, с. 422].

4. Искусственный интеллект (ИИ) стал одним из самых популярных в большинстве инженерных областей, таких как энергетика, здравоохранение, финансы, транспорт, телекоммуникации и т.д. Связь между искусственным интеллектом и железнодорожным транспортом была подтверждена соответствующими исследованиями. Согласно полученным результатам, приложения на основе искусственного интеллекта являются многообещающими и, как правило, меняют правила игры при решении многочисленных железнодорожных задач. Однако исследования искусственного интеллекта на железных дорогах все еще в основном находятся на ранних стадиях. Можно ожидать, что будущие исследования позволят разработать продвинутое комбинированные приложения ИИ, использовать ИИ при принятии решений, справляться с неопределенностью и решать новые растущие проблемы кибербезопасности. Очевидно, что искусственный интеллект может стать распространенным инструментом, используемым во всей железнодорожной отрасли, и сыграть важную роль в повышении эффективности существующей железнодорожной сети за счет увеличения пропускной способности, снижения затрат и повышения качества обслуживания, надежности и защищенности за счет оптимизации управления железнодорожным движением и эксплуатации поездов путем выявления неисправностей инфраструктуры [9, с. 736].

5. Индустрия 4.0 также известная как четвертая промышленная революция, привлекает внимание научных кругов и промышленности с начала 21 века. Это крупнейший шаг цифровой трансформации от промышленной революции к интеллектуальной индустрии. Цифровая трансформация промышленности является необходимостью для многих областей, включая транспорт, то есть железнодорожный транспорт. Железнодорожный транспорт в значительной степени вовлечен в цифровую трансформацию наряду с индустрией 4.0, обеспечивающей коммуникационную среду, идентификацию окружающей среды, обширный сбор данных и индивидуальные решения по приборам. Датчики обеспечивают более полное и совершенное представление о текущем состоянии контролируемой среды в среде 4.0. Корпоративный интернет вещей также должен быть связан со всеми элементами промышленной среды, учитывая необходимость координации отдельных процессов. Технология интернета вещей является ключевой технологией в индустрии 4.0, внося значительный вклад в передовую автоматизацию и анализ больших данных для повышения эффективности производственных сред, и называется промышленным интернетом вещей. Индустрия 4.0 – это масштабная трансформация устаревших инфраструктур и процессов в интеллектуальный железнодорожный транспорт. Оказывает большое влияние на железнодорожную отрасль, что приводит к повышению эффективности использования времени и снижению затрат на техническое обслуживание и эксплуатацию [3, с. 63].

6. Экономика замкнутого цикла. Экономика замкнутого цикла обеспечивает новый подход к каждой отрасли, создавая решения для устойчивого развития. Сегодняшняя экономическая модель следует линейному процессу, которая состоит из 4 этапов, а именно: взять (собрать сырье), изготовить, использовать и утилизировать. Однако запасы сырья уже не так велики, и большинство из них теперь являются редкостью. Кроме того, утилизированные материалы и товары представляют большой риск для окружающей среды [2, с. 34]. Модель экономики замкнутого цикла описывает цикл, направленный на увеличение использования продуктов и благ, что, в свою очередь, обеспечивает устойчивую, ресурсосберегающую промышленную экономику [12, с. 10].

Как отрасль, железнодорожный транспорт и его оборудование характеризуются долговечностью, выносливостью и жизнестойкостью. От рельсов до локомотивов – каждый компонент и инфраструктура созданы таким образом, чтобы прослужить многие десятилетия. С внедрением технологий круговой экономики, основанных на техническом обслуживании на основе условий эксплуатации, железнодорожный транспорт получит более эффективное техническое обслуживание и повторное использование активов.

В нынешних условиях, чтобы произошла цифровая трансформация железнодорожного транспорта необходимо сосредоточиться на следующих четырех ключевых составляющих:

людях, процессах, технологиях и безопасности. А технологические лидеры должны перенять «технологически ориентированное» мышление.

В современном мире цифровая железнодорожная модель компании «Российские железные дороги» представляет собой особую матрицу сервисных блоков, в которой определенные категории автоматизированных решений размещаются в сочетании с аспектами цифровой модели бизнес-проекта.

Структура цифровой железной дороги представлена в некоторых областях (Таблица 1.).

Таблица 1. – Структура цифровой железной дороги

№	Область	Комментарий
1	Пассажиры перевозки	Мобильное приложение, продажа билетов, Wi-Fi, информационные сервисы для путешественников, CRM аналитической отчетности.
2	Грузовые перевозки	Цифровой обмен вагонами, логистика 4 PL, мультимодальные перевозки, безбумажные технологии, аналитическая отчетность CRM
3	ИТ-услуги	Каталог ИТ-услуг и SLA
4	АСУ ТП	Комплексная автоматизация
5	ИТ-инфраструктура	Услуги по обеспечению непрерывности
6	Управление движением	Интеллектуальная система управления движением, безбумажная технология
7	Управление железнодорожной инфраструктурой	Поддержание инфраструктуры в надлежащем состоянии
8	Обслуживание клиентов	Мобильные сервисы (CRM, BigData) и т.д.

Цифровые технологии способствуют созданию особых условий для того, чтобы внести коррективы в классические модели ведения бизнеса, помочь с открытием новых возможностей абсолютно по всем направлениям, в частности:

1. быстрый и легкий доступ к услугам, предоставляемым для перевозки грузов;
2. прогнозная аналитика клиентов, разработка предложений с учетом актуальных потребностей целевой аудитории, которая по достоинству оценит новые услуги, сервисное обслуживание;
3. создание новых программ по привлечению организаций компании РЖД, других предприятий, других видов транспортной инфраструктуры, с целью достижения полного каталога услуг;

внедрение российских железных дорог непосредственно в логистическую систему клиентов, основанную на совместном планировании отгрузки, последующей транспортировке готовой продукции, бережной и быстрой доставке товаров с учетом фактической потребности всего производственного процесса клиентов, заинтересованных в долгосрочном сотрудничестве.

Нами проанализирован перечень услуг, организованных на основе цифровых технологий компанией РЖД (до 2025 года).

Таблица 2 – Перечень услуг, организованных на основе цифровых технологий

Направление цифровой трансформации	Услуги
Внедрена CRM-система для обеспечения полноценного взаимодействия с каждым заинтересованным клиентом	Индивидуальный подход к каждому клиенту, учитывающий ранее накопленный опыт сотрудничества, основанный на текущих потребностях, включая продажу сложных услуг в транспортной сфере, получение подтверждения заявок на удобном интернет-портале с понятным интерфейсом
Мультимодальная электронная система, функционирующая непосредственно в пассажирском сегменте	комплексная перевозка клиентов "от двери до двери" с использованием сторонних перевозчиков из других видов транспортного сектора, представленных на рынке

Направление цифровой трансформации	Услуги
Интеллектуальные системы, позволяющие наладить грамотное управление транспортным процессом	цифровизация работы всех представленных станций и обслуживание клиентов, заинтересованных в сотрудничестве, в пунктах разгрузки и погрузки
«Умный локомотив» и «цифровое депо»	Открытый сервис, который предоставляет информацию о производителе, пользователе непосредственно сервисной организации, сообщая точную и доступную информацию о текущем состоянии подвижного состава с учетом автоматизированной и удаленной диагностики, высококачественных ремонтных работ, при необходимости, не дожидаясь крайнего срока графика

Цифровизация влияет на все аспекты процесса железнодорожных грузовых перевозок. Это оказывает, пожалуй, наибольшее влияние на повседневные оперативные задачи. Полезным инструментом является отслеживание и мониторинг локомотивов с помощью установленных GPS-устройств. Эти устройства позволяют иметь удаленный доступ к нескольким точным параметрам, касающимся местоположения, направления и других аспектов отправки.

Разработка цифровых поездов состоит из разнообразных задач, требующих экспертных знаний как в области железнодорожного транспорта, так и в ключевых технологиях. Последние достижения в области анализа данных, компьютерного зрения и искусственного интеллекта предлагают широкий спектр интеллектуальных приложений, повышающих безопасность и эффективность движения поездов. Эти приложения помогут операторам снизить затраты и избежать нежелательных инцидентов. С внедрением самых современных технологий железнодорожные перевозки станут более востребованными [10, с. 9].

Железнодорожные операторы могли бы оптимизировать свою деятельность, используя системы мониторинга поездов, которые можно было бы использовать для составления графиков технического обслуживания и управления автопарком. Собранный оперативная информация, такая как скорость, местоположение и расход топлива, играет важную роль в определении статуса поездов. Мониторинг этих данных в режиме реального времени мог бы позволить диагностировать неисправности до прекращения предоставления услуг. Любая проблема с двигателем или гусеницей будет обнаружена, и необходимый ответ будет предоставлен незамедлительно.

Поезда состоят из тысяч движущихся частей, которые не застрахованы от поломок. Интеллектуальные приложения для технического обслуживания предотвратят сбой в работе за счет использования различных подходов – от технического обслуживания, основанного на состоянии, до прогнозируемого технического обслуживания. Эти мероприятия по техническому обслуживанию экономят время и деньги благодаря передовым технологиям, которые позволяют внедрять новые решения, в то время как поезда безопасно и эффективно добираются до своей следующей остановки. При обычном техническом обслуживании все субъекты (поезд, обслуживающий персонал, инженерная команда, склад) управляются отдельно. В рамках интеллектуального обслуживания все субъекты объединяются воедино с данными в режиме реального времени, которые отслеживаются удаленно с помощью любого мобильного или веб-приложения. Кроме того, генерируемые системой и управляемые искусственным интеллектом автоматические заказы на выполнение работ из системы основаны на состоянии поездов.

Одним из важнейших применений цифровизации на железной дороге является интеллектуальное управление складом. Десятки тысяч деталей необходимо держать для частой замены. Для организации перемещений на складе необходимо учитывать различные рабочие процессы и ограничения, такие как наличие запасных частей и рабочей силы, физическое пространство, время и стоимость [8, с. 98].

Интеллектуальная цепочка поставок обеспечивает отслеживание запасов в режиме реального времени. Когда пользователь запрашивает деталь, система автоматического отсле-

живания запасов будет обрабатывать каждый шаг, начиная с получения детали со склада и заканчивая ее установкой. Все люди, занимающиеся этой деталью и работающие на рабочем месте, также регистрируются в системе ИКТ для дальнейшего использования. Наличие всей информации об установке детали может быть использовано для прогнозирования времени повторной замены детали до возникновения какой-либо неисправности или поломки.

Кроме того, ИКТ могут генерировать уведомления об уровне товарных запасов. Если уровень запасов определенной детали падает на определенную величину, цепочка поставок может автоматически подготовить закупку, чтобы запасы никогда не обнулялись. Деталь заказывается автоматически с отслеживанием минимального уровня запасов [6, с. 50].

Грузовые вагоны – это неуправляемые железнодорожные вагоны, которые используются для перевозки грузов по железным дорогам. Как и в случае с поездами, важно постоянно отслеживать вагоны, которые не подключены к двигателю. Их конструкция не так надежна, чем у локомотивов или вагонов с электрическим приводом. Существует огромное количество вагонов, на стенках которых нанесены только физические идентификационные номера. Управление ими довольно сложное, поскольку их использование не отслеживается, а их обслуживание зависит либо от корректировки, либо от отсутствия обслуживания. Корректирующее техническое обслуживание приводит к риску остановки эксплуатации с огромными затратами.

В полевых условиях некоторые железнодорожные вагоны используются интенсивнее, чем другие, поскольку на обширной железнодорожной автобазе нет возможности отследить и отличить один вагон от другого. Помимо вопросов технического обслуживания, эксплуатационное управление этими железнодорожными вагонами может быть сложной проблемой. Каждый железнодорожный вагон, возможно, потребуется направить на другую станцию, однако из-за их пассивного характера эти вагоны отслеживаются вручную, что приводит к неправильному направлению движения и ошибкам. Из-за сложности отслеживания вагонов без оцифровки пробег вагонов неизвестен и требует частого технического обслуживания для их содержания. Однако, если вагоны можно отслеживать с помощью RFID-меток на каждой станции, это в конечном счете может помочь определить пробег каждого вагона, поскольку расстояние между станциями хорошо известно. Когда вагон достигает определенного пробега, можно запланировать техническое обслуживание. Этот метод является эффективным способом организации графиков технического обслуживания [14, с. 57].

Использование условного и прогнозирующего технического обслуживания в железнодорожной отрасли помогает максимально увеличить время безотказной работы поездов, повысить эффективность и снизить затраты на техническое обслуживание, планируя техническое обслуживание только при необходимости, основываясь на анализе данных в режиме реального времени и фактическом состоянии оборудования. Условное техническое обслуживание – это стратегия технического обслуживания, основанная на мониторинге и анализе оборудования поезда в режиме реального времени и данных о производительности. Этот подход предполагает использование датчиков, технологии Интернета вещей и анализа данных для оценки состояния железнодорожного оборудования и прогнозирования необходимости технического обслуживания. С другой стороны, прогнозируемое техническое обслуживание в интеллектуальных поездах – это стратегия технического обслуживания, которая использует анализ данных и сенсорную технологию Интернета вещей для определения фактического состояния тренажерного оборудования. Целью профилактического технического обслуживания является оптимизация работы поездов, сокращение времени простоя и обеспечение безопасной и надежной железнодорожной системы путем проведения технического обслуживания только тогда, когда это действительно требуется, а не по заранее установленному графику. Такой подход может привести к более эффективному использованию ресурсов, снижению затрат и повышению надежности железнодорожной системы [5, с. 50].

Приложения не требуют много времени для подключения поездов к инженерной группе, технического обслуживания и эксплуатации. Предлагают решения, помогающие улучшить результаты технического обслуживания, сократить время простоя и сэкономить время

и деньги в процессе работы. Эти приложения помогут организациям начать управлять техническим обслуживанием, что в свою очередь, увеличит жизненный цикл оборудования, продлит графики технического обслуживания и сократит перебои в работе, отказы и неисправности в работе без ущерба для безопасности и комфорта пассажиров.

Быстрая разработка и применимость этих систем помогут компаниям по техническому обслуживанию и эксплуатации легко внедрять такие решения, поскольку они не требуют много времени и финансовых затрат.

Итак, цифровизация – это поистине глобальный процесс, который активно происходит во многих странах, позволяя улучшить многие сферы, в частности, железнодорожный транспорт, что дает возможность оптимизировать перевозки, обслуживание всей инфраструктуры и обеспечение комфортных условий. Цифровизация является ключевым решением наряду с передовыми информационными технологиями и передачей данных и внедрением новых технологий для современной железнодорожной отрасли, предлагая универсальную платформу «все в одном», которая делает ее более гибкой, динамичной, проворной, быстрой и с низким уровнем сбоев. Стандартизация в ключевых аспектах деятельности железных дорог, таких как управление активами, человеческими ресурсами, техническое обслуживание и цепочка поставок, сделает железнодорожные перевозки в целом более прозрачными. Затем сгенерированные данные могут быть детально использованы для облегчения их работы. Цифровизация способна полностью преобразовать железнодорожную отрасль с помощью богатых данными виртуальных технологий и технологий совместной работы разумным способом. Сбор и обработка данных также важны при цифровизации [15, с. 95].

Библиографический список

1. Акимов А.Е. Актуальные проблемы цифровизации железнодорожной инфраструктуры // *Инновации и инвестиции*. 2022. №9. С. 193-195
2. Ефанов Д.В. Технологии цифрового моделирования в железнодорожной отрасли // *Автоматика, связь, информатика*. 2020. №2. С. 34-38.
3. Ковальчук А.С., Коваль С.И. Стратегические направления цифровизации железнодорожного транспорта // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2022. №5-2. С. 63-66.
4. Ларин А.Н., Ларина И.В. Цифровизация автотранспортной и железнодорожной отраслей как ключевой элемент цифровой экономики // *Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения*. 2021. №4(48). С. 109-129.
5. Левин Б, Цветков В. Цифровая железная дорога: принципы и технологии // *Мир транспорта*. 2018. № 3. С. 50–61
6. Лёвин Б. А., Цветков В. Я. Цифровая железная дорога: принципы и технологии // *Мир трансп.* 2018. Т. 16. № 3. С. 50–61.
7. Марина В.Т., Адхамжан А.М. Цифровизация железнодорожного транспорта // *Central Asian Academic Journal of Scientific Research*. 2022. №6. С. 102-109.
8. Неруш, Ю. М. *Транспортная логистика: учебник для вузов* – М.: Юрайт, 2021. 351 с.
9. Никифоров В.В., Никифорова Г.И. Цифровизация железнодорожного транспорта с участием операторских компаний // *Известия Петербургского университета путей сообщения*. 2022. №4. С. 736-742.
10. Розенберг Е. Н., Батраев В. В. О стратегии развития цифровой железной дороги // *Бюл. Объедин. ученого совета ОАО «РЖД»*. 2018. № 1. С. 9–27.
11. Розенберг Е. Н. Цифровая железная дорога — ближайшее будущее // *Автом., связь, информ.* 2016. № 10. С. 4–7.
12. Романчиков А.М., Гросс В.А., Ефанов Д.В., Васильев А.Ю. Цифровизация железнодорожного транспорта в России // *Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике*. 2018. №6 (79). С. 10-13

13. Семёновых А.М. Цифровизация - как важнейший инструмент повышения качества эксплуатационной работы железнодорожного транспорта // Экономика и социум. 2020. №8 (75). С. 422-424
14. Кудашева Л.А., Власова Н.В. внедрение технологии "Цифровой приемосдатчик" как инструмент повышения качества грузовой работы на станциях Восточно-Сибирской железной дороги / Молодая наука Сибири. 2023. № 2 (20). С. 51-59.
15. Старожилова А.В., Смоловская Е.А., Власова Н.В. Внедрение цифровых платформ документооборота для автоматизации процессов грузоперевозок железнодорожным транспортом / В сборнике: АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА И ПРОИЗВОДСТВА. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Ижевск, 2023. С. 569-573.

REFERENCES

1. Akimov A.E. Current problems of digitalization of railway infrastructure // Innovations and investments. 2022. No. 9. pp. 193-195
2. Efanov D.V. Digital modeling technologies in the railway industry // Automation, communications, informatics. 2020. No. 2. pp. 34-38.
3. Kovalchuk A.S., Koval S.I. Strategic directions of digitalization of railway transport // Economics and business: theory and practice. 2022. No. 5-2. pp. 63-66.
4. Larin A.N., Larina I.V. Digitalization of the motor transport and railway industries as a key element of the digital economy // News of Transsib / Omsk State University. University of Communications. 2021. No. 4(48). pp. 109-129.
5. Levin B, Tsvetkov V. Digital railway: principles and technologies // World of Transport. 2018. No. 3. P. 50–61
6. Levin B. A., Tsvetkov V. Ya. Digital railway: principles and technologies // World of transport. 2018. T. 16. No. 3. P. 50–61.
7. Marina V.T., Adkhamzhan A.M. Digitalization of railway transport // Central Asian Academic Journal of Scientific Research. 2022. No. 6. pp. 102-109.
8. Nerush, Yu. M. Transport logistics: a textbook for universities - М.: Yurayt, 2021. 351 p.
9. Nikiforov V.V., Nikiforova G.I. Digitalization of railway transport with the participation of operator companies // News of the St. Petersburg University of Railway Transport. 2022. No. 4. pp. 736-742.
10. Rosenberg E. N., Batraev V. V. On the strategy for the development of the digital railway // Bulletin. United Academic Council of JSC Russian Railways. 2018. No. 1. P. 9–27.
11. Rosenberg E. N. Digital railway - the near future // Automation, communication, information. 2016. No. 10. pp. 4–7.
12. Romanchikov A.M., Gross V.A., Efanov D.V., Vasiliev A.Yu. Digitalization of railway transport in Russia // Transport of the Russian Federation. Magazine about science, practice, economics. 2018. No. 6 (79). pp. 10-13
13. Semenov A.M. Digitalization as the most important tool for improving the quality of operational work of railway transport // Economy and Society. 2020. No. 8 (75). pp. 422-424
14. Kudasheva L.A., Vlasova N.V. implementation of the “Digital Transceiver” technology as a tool for improving the quality of cargo work at stations of the East Siberian Railway / Young Science of Siberia. 2023. No. 2 (20). pp. 51-59.
15. Starozhilova A.V., Smolovskaya E.A., Vlasova N.V. Introduction of digital document management platforms to automate the processes of cargo transportation by rail / In the collection: AUTOMOTIVE BUILDING: DESIGN, CONSTRUCTION, CALCULATION AND REPAIR AND PRODUCTION TECHNOLOGIES. Materials of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference. Izhevsk, 2023. pp. 569-573.

Информация об авторах

1. Солоденко Никита Денисович – студент группы ЭЖД 3-20-1, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск e-mail: nik.solodenko.0511@mail.ru
2. Хозяинов Егор Игоревич – студент группы ЭЖД 1-20-3, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск e-mail: egorhozyainov@gmail.com
3. Власова Наталья Васильевна – к. т. н., доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск e-mail: natalya.vlasova.76@list.ru

Information about the authors

1. Solodenko Nikita Denisovich – student of the EZHD group 3-20-1, Irkutsk State Transport University, Irkutsk e-mail: nik.solodenko.0511@mail.ru
2. Khozyainov Egor Igorevich – student of the EZHD group 3-20-1, Irkutsk State Transport University, Irkutsk e-mail: egorhozyainov@gmail.com
3. Vlasova Natalia Vasilyevna – candidate of technical sciences, associate professor of the de-partment of "Operational Work Management", Irkutsk State Transport University, Irkutsk e-mail: natalya.vlasova.76@list.ru