

**В. О. Банденок, И. Г. Полищук, Н. В. Власова, Е. Ю. Царегородцева**

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ И НОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

***Аннотация.** Трансформация железнодорожного транспорта набирает обороты. Точно так же, как все сферы жизни претерпевают цифровую трансформацию, железнодорожное сообщение также находится в процессе трансформации в результате цифровизации. Один из самых актуальных вопросов заключается в том, как постоянно расширяется сетевая, управляемая облаком автоматизация, большие данные, машинное обучение, дополненная реальность и блокчейн. Эти тенденции открывают огромные возможности как для поставщиков инфраструктуры, технологических компаний, грузовых перевозок, так и для путешественников: возможность управлять большим объемом перевозок без необходимости прокладывать новые маршруты.*

***Ключевые слова:** применение цифровизации, цифровая реальность, железнодорожные перевозки, цифровизация, поезд.*

**V. O. Bandenok, I. G. Polischuk, N. V. Vlasova, E. Yu. Tsaregorodtseva**

*Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation*

## **APPLICATION OF DIGITALIZATION IN THE TRANSPORT INDUSTRY AND THE NEW REALITY**

***Abstract.** The transformation of rail transport is gaining momentum. Just as all spheres of life are undergoing a digital transformation, railway communication is also in the process of transformation as a result of digitalization. One of the most pressing issues is how network, cloud-driven automation, big data, machine learning, augmented reality and blockchain are constantly expanding. These trends open up huge opportunities for both infrastructure providers, technology companies, freight transportation, and travelers: the ability to manage a large volume of traffic without having to lay new routes.*

***Keywords:** application of digitalization, digital reality, railway transportation, digitalization, train.*

За последние десять лет железнодорожный транспорт сильно изменился, а мобильность претерпела огромные изменения. Цифровизация и инновации стоят за многими захватывающими изменениями в том, как мы живем и передвигаемся. Цифровая эволюция развивается быстро, и с каждым новым событием в ИТ, каждым шагом, мы приближаемся к подходу, ориентированному на людей.

Цифровизация является важной и развивающейся тенденцией в глобальном бизнесе и повседневной жизни. Это относится к внедрению или расширению использования цифровых и компьютерных технологий организацией, отраслью или страной [1].

Железнодорожный сектор является свидетелем быстрого внедрения технологий. За последние два десятилетия транзитные компании по всему миру внедряют новые технологии, чтобы сделать поездки пассажиров более комфортными. Железнодорожные системы прошли путь от простых услуг общественного транспорта до интегрированных поставщиков услуг. Помимо перевозки пассажиров из пункта отправления в пункт назначения, эти системы транспорта будут продолжать использовать развивающуюся цифровизацию для предоставления таких услуг, как безопасность, помощь в обслуживании клиентов и оперативная поддержка.

Растет спрос на реальную информацию. Кроме того, данные о мобильности становятся все более персонализированными, идентифицируемыми и предсказуемыми. Это позволило создать целый ряд новых технологий, поддерживаемых автоматизированными решениями на базе искусственного интеллекта.

Инновационные технологии и растущие ожидания клиентов относительно уровня предоставляемых услуг повышают важность цифровой экономики [2]. Цифровая

трансформация неизбежна, но также имеет решающее значение для повышения способности железнодорожной отрасли к росту и развитию на рынке транспортных услуг.

Цифровизация железнодорожных операций может повысить эффективность и производительность труда персонала станций, водителей, менеджеров среднего звена и обслуживающего персонала. Цифровизация железнодорожных операций также может предоставлять оперативному персоналу информацию в режиме реального времени, включая предупреждения о вращении прокрутки, централизованное управление движением, карту путей и многое другое.

В дополнение к проектированию, приобретению, эксплуатации и выводу из эксплуатации системы эффективное техническое обслуживание является ключевым компонентом общих стратегий и руководящих принципов управления активами. Влияние цифровизации меняет правила игры на все операции по обслуживанию активов в секторе железнодорожного транспорта. В конечном итоге полное внедрение цифровых технологий для обслуживания активов проложит путь к надежной системе [2].

Благодаря применению соответствующих стратегий цифровой трансформации операторы железнодорожного транспорта могут добиться определенного снижения затрат, повышения качества обслуживания, повышения надежности и наиболее оптимального использования своих физических активов.

Разумное управление активами считается возможным благодаря системам технического обслуживания, которые могут изучать и диагностировать существующие проблемы, а также прогнозировать возможные сбои в будущем на основе прошлых данных и аналитики. Они также должны уметь формулировать соответствующие меры по техническому обслуживанию.

Стратегии технического обслуживания, основанные на состоянии, и рекомендации по прогнозированию проблем являются важнейшими и необходимыми инструментами для оптимизации эффективных решений по управлению активами, своевременного выявления возможных сбоев в будущем, повышения доступности активов и улучшения ремонтпригодности. Для достижения вышеуказанных целей существует 4 основных требования:

- Точное выявление сбоев в обслуживании.
- Точная калибровка датчиков.
- Точная оценка причин и тенденций сбоев.
- Разработка эффективных мер по смягчению последствий и превентивных стратегий.

Интеллектуальные системы мониторинга и наблюдения меняют то, как операторы железнодорожного транспорта будут справляться с различными опасностями, вторжениями, железнодорожными переездами и поведением водителей. В результате постоянного улучшения безопасности, производительности и надежности в секторе железнодорожного транспорта установлено большое количество систем мониторинга и наблюдения.

Для многих операторов собранные цифровые данные либо хранятся на локальных серверах, либо интегрируются в систему информационных технологий (ИТ) основной компании. Многие компании имеют программное обеспечение для мониторинга состояния подвижного состава, настроенное в соответствии с их конкретными требованиями.

В исследовании [3] результаты показали, что большинство операторов проводят техническое обслуживание своего оборудования самостоятельно, вместо того, чтобы использовать оригинальных производителей техники поставщиков. Хотя они считают системы мониторинга достаточно надежными, они все же предпочитают возвращаться к ручным проверкам, когда системы не функционируют должным образом. Требуется более высокий уровень доверия к технологии и ее надежности, прежде чем операторы смогут полностью адаптироваться к ним.

Основными преимуществами использования систем мониторинга состояния подвижного состава являются:

- Техническое обслуживание: оптимизация, автоматизация, сокращение рабочей силы и прогнозирование кризисов.

- Доступность услуг: минимизация сбоев в обслуживании, сокращение инцидентов и простоев.
- Качественная информация: лучшее понимание состояния подвижного состава, данные исследований, прогноз проблемных индикаторов.

Цифровизация железнодорожного транспорта предлагает широкий спектр краткосрочных и среднесрочных потенциальных услуг, и приложений. Новые решения, такие как информационные услуги для пассажиров и грузов, видеонаблюдение, интеллектуальная инфраструктура, мониторинг активов, системы сигнализации и автоматизированные системы управления поездами, преследуют общую цель повышения эффективности операций и более эффективного обслуживания клиентов.

Железнодорожные операторы также могут использовать цифровые сервисы для обеспечения безопасности на борту, используя удаленные бортовые и наземные камеры. Наконец, цифровизация позволяет руководителям инфраструктуры и операторам проверять движение поездов и их скорость, знать количество пассажиров и даже регулировать освещение или кондиционирование воздуха в соответствии с изменяющимися внешними условиями [4].

Цифровизация позволяет производителям поездов предлагать новые услуги, такие как удаленный мониторинг, диагностика подвижного состава в режиме реального времени и профилактическое обслуживание. Датчики, установленные на критически важных компонентах поезда или инфраструктуры, могут отправлять данные, которые после сбора и обработки способны обнаруживать неизбежные дефекты или поломки.

Менеджеры инфраструктуры также смогут оптимизировать использование больших данных, полученных для прогнозирования состояния инфраструктуры и снижение затрат на ее обслуживание. Чтобы проиллюстрировать некоторые области применения этих новых услуг, рассмотрим первую цифровую систему блокировки, которая передает команды по сетевой технологии и разрешает поездам пересекать пункты или нет в зависимости от трафика. Эксперты считают, что эта технология может быть использована на крупных линиях с интенсивным движением, а также в сельской местности, увеличивая пропускную способность железных дорог и пунктуальность [5].

Железнодорожные операторы также могут использовать цифровую технологию для оперативных целей, таких как предоставление предупреждения в случаях аномальных вибраций или ударов. Например, недавно был использован беспилотник для обследования точки проникновения и проверки доказательств потенциального незаконного проникновения и повреждения инфраструктуры, повышая безопасность во всей своей сети. Изображения, полученные в цифровом виде с помощью беспилотника, записываются непосредственно и передаются соответствующим органам [6].

Цифровизация облегчает сбор, обработку и анализ транспортных данных. Эксперты считают, что максимальное использование данных должно стимулировать экспериментирование и приносить огромные выгоды участникам железнодорожного транспорта и заказчикам посредством так называемого совместного творчества.

Одной из величайших задач нашего времени является обеспечение экономичной и устойчивой мобильности в условиях растущего спроса и ограниченных возможностей для расширения сети. В частности, растет спрос на безопасные железнодорожные перевозки с высокой эксплуатационной доступностью. Автоматизированные железнодорожные службы могут обеспечить решение именно этих проблем и постоянно улучшать железнодорожные перевозки.

Задолго до того, как поезда придут в перегруженные транспортные узлы сети, их можно скоординировать таким образом, чтобы они могли проходить через эти узлы последовательно и без задержек. В будущем появится возможность автоматического направления транспортных средств и успешного управления ими на кривой торможения даже в сложных сетях.

Предоставление транспортных средств на платформе также может быть полностью автономным, благодаря автоматизированному управлению железной дорогой. Когда поезд движется, машинисты берут на себя роль наблюдателей, что позволяет им, например, уделять еще больше внимания событиям на платформе или концентрироваться на надлежащих процедурах в чрезвычайных ситуациях.

В будущем автоматизированное управление поездами позволит железным дорогам перевозить больше людей по одним и тем же линиям, а также значительно снизить потребление энергии. Оптимизированные профили пробега также обеспечат более энергоэффективное торможение, что означает меньший износ и снижение затрат на техническое обслуживание и другие эксплуатационные расходы. В результате стоимость активов будет устойчиво увеличиваться на протяжении всего их жизненного цикла. Качество обслуживания пассажиров также улучшится, не в последнюю очередь благодаря оптимизации пассажиропотока и повышению пунктуальности.

Рассмотрим некоторые примеры применения цифровизации в железнодорожной отрасли.

Радиомониторинг (рисунок 1). Для реализации технологии весь железнодорожный путь должен быть оборудован станциями радиомониторинга, чтобы мобильный объект всегда находился в зоне наблюдения. Это технология наземного мониторинга, и она не связана со спутниковой навигацией, а дополняет ее. В России такой радиоконтроль существует на особо охраняемых территориях. Поэтому нетрудно распространить эту технологию на железную дорогу. Радиомониторинг включает в себя пеленгацию мобильного объекта, учитывающий его движение по дороге, цифровая модель которой известна [7, 8]



**Рис. 1. Технология радиомониторинга**

Для внедрения этой технологии транспортные средства и даже каждый автомобиль должны быть дополнительно оснащены радиочастотными метками в дополнение к приемникам GPS/ГЛОНАСС.

Технология сигнализации движущегося блока. Эта технология описана на рисунках 2 и 3. Обычное движение может быть определено как движение с блокировкой сигнала.

Движущиеся поезда расположены в пределах диапазона блоков, движение по которым разрешено оптическими сигналами и дополнительными сигналами. Если сигнал разрешающий, то происходит движение. Если сигнал является ограничительным, транспортное средство не движется.

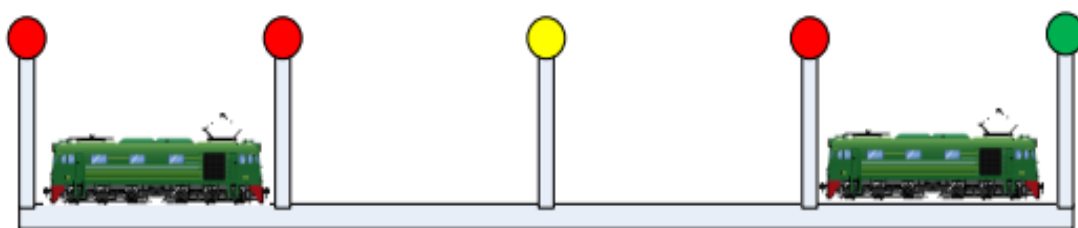


Рис. 2. Принцип обычного дорожного движения [7]

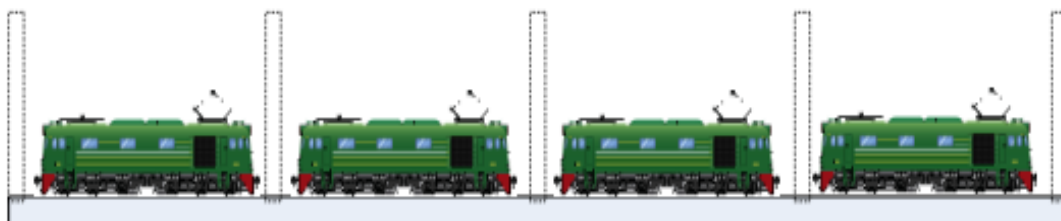


Рис. 3. Принцип использования сигнализации движущегося блока [7]

В технологии сигнализации движущегося блока (рис. 3) мобильный объект содержит внутреннюю информационно-вычислительную систему и представляет для других объектов систему, которая осуществляет информационное взаимодействие с другими объектами.

Эксперты и заинтересованные стороны воспринимают изменения, вызванные цифровизацией, как возможность и вызов для железнодорожного транспорта. Миграция из сельской местности в городские районы и непрерывный рост мирового населения усиливают спрос на железнодорожные услуги, где цифровизация может сыграть важную роль, в частности, с учетом повышения эффективности и экологической устойчивости, которые она может предложить [9, 10].

Железная дорога могла бы стать основой перевозок между городами и внутри них в координации с другими видами транспорта для предоставления услуг «от двери до двери», поэтому для железнодорожного транспорта является жизненно важно оставаться конкурентоспособным.

Цифровизация – это возможность для железных дорог благодаря многочисленным преимуществам, которые она может предоставить: повышение пропускной способности, управление движением, надежность, энергоэффективность, услуги и снижение эксплуатационных расходов.

Цифровизация железнодорожного транспорта также представляет собой сложную задачу. Переход от электромеханических устройств к электрическим, а затем к цифровым компонентам или внедрение автоматизированных систем не будет самым сложным аспектом. Развитие нового мышления, безусловно, является более сложной задачей для железнодорожных операторов и органов власти, которым придется обмениваться данными и консолидировать бизнес-ресурсы [9].

Таким образом, цифровизация железнодорожного транспорта изменяет бизнес-модель, которая должна эволюционировать от довольно жесткой модели к более динамичной сети, объединяющей поставщиков, технологические платформы, поставщиков услуг мобильности и клиентов. Вторая проблема касается финансовых инвестиций в цифровую инфраструктуру, исследования и инновации, а также цифровые навыки. Политическая поддержка внедрения цифровых решений на железнодорожном транспорте и нормативно-правовая база, поощряющая инновации, являются дополнительными вызовами. Будущие проблемы регулирования остаются нерешенными, касающиеся, например, ответственности более автономных железнодорожных систем, где в конечном счете ответственность в случае аварии несет юридическое лицо. Еще одна проблема, с которой приходится сталкиваться при

цифровизации железных дорог, связана с разработкой всеобъемлющей стратегии противодействия киберугрозам и обеспечения безопасности железнодорожных активов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грачев А.А., Грошев Г.М., Шутов И.Н. Стратегия цифровой трансформации как условие повышения эффективности перевозочного процесса // Инновационное развитие науки и техники: сборник статей III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 16–27.
2. Покровская О.Д. Цифровизация, автоматизация, идентификация и маркировка логистических объектов для решения задач клиентоориентированности // Мир транспорта. 2019. Т. 17. № 4 (83). С. 112–135
3. Солнцев А. Цифра в помощь: [информационные технологии] / А. Солнцев. - Текст : непосредственный // РЖД-Партнер. - 2022. - № 11/12. - С. 46-48.
4. Ефимова О.В., Покусаев О.Н., Игольников Б.В. Формирование понятия «цифровой актив» и анализ особенностей активов цифровой трансформации на транспорте // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 7. С. 20-25.
5. А. В. Тулупов, Е. В. Палаткина, Д. А. Ионов [и др.]/ Цифровая трансформация железнодорожных компаний: вызовы, достижения, перспективы /- Текст: непосредственный // Железнодорожный транспорт: научно-теоретический технико-экономический журнал. - 2022. - № 2. - С. 18-22
6. Чеченова Л.М. Перспективы развития мобильности перевозок железнодорожным транспортом на базе систем искусственного интеллекта // Развитие экономической науки на транспорте: сборник научных статей IX международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2021. С. 205-215.
7. Turanov K., Ruzmetov Y., Vlasova N. Calculating cargo securing elements on a railway platform under the impact of a spatial force system / В сборнике: E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, IТЕSE 2019. 2019. С. 02006.
8. Перфильева П.В., Кашкарев А.С., Власова Н.В. Инновационные методы и логистические подходы к организации грузовой и коммерческой деятельности Восточно-Сибирской дирекции по управлению терминально-складским комплексом / В сборнике: Наука молодых - будущее России. сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. С. 146-149.
9. Тепляков А.Д., Филимонова В.В., Власова Н.В. Rfid-технология на железнодорожном транспорте Современные материалы, техника и технологии. 2021. С. 428.
10. Власова Н.В. Новые подходы к организации оценки работы в местах общего пользования // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2022. № 9. С. 157-158.

### REFERENCES

1. Grachev A.A., Groshev G.M., Shutov I.N. Digital transformation strategy as a condition for increasing the efficiency of the transportation process // Innovative development of science and technology: collection of articles of the III International scientific and practical conference. 2020, pp. 16–27.
2. Pokrovskaya O.D. Digitalization, automation, identification and labeling of logistics facilities for solving customer-oriented tasks // World of Transport. 2019. V. 17. No. 4 (83). pp. 112–135
3. Solntsev A. Number to help: [information technology] / A. Solntsev. - Text: direct // RZD-Partner. - 2022. - No. 11/12. - S. 46-48.4. Pokrovskaya O.D. Digitalization, automation, identification and labeling of logistics facilities for solving customer-oriented tasks // The world of transport. 2019. Vol. 17. No. 4 (83). pp. 112-135
4. Efimova O.V., Pokusaev O.N., Igolnikov B.V. Formation of the concept of "digital asset" and analysis of the features of digital transformation assets in transport // Automation, communication, informatics. 2022. No. 7. S. 20-25.

5. A. V. Tulupov, E. V. Palatkina, D. A. Ionov [et al.]. / Digital transformation of railway companies: challenges, achievements, prospects / - Text: direct // Railway transport: scientific and theoretical technical -economic journal. - 2022. - No. 2. - S. 18-22

6. Chechenova L.M. Prospects for the development of the mobility of transportation by rail on the basis of artificial intelligence systems // Development of economic science in transport: a collection of scientific articles of the IX international scientific and practical conference. St. Petersburg, 2021, pp. 205-215.

7. Turanov K., Ruzmetov Y., Vlasova N. Calculating cargo securing elements on a railway platform under the impact of a spatial force system / In the collection: E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019. 2019. P. 02006.

8. Perfil'eva P.V., Kashkarev A.S., Vlasova N.V. Innovative methods and logistical approaches to the organization of cargo and commercial activities of the East Siberian Directorate for the management of the terminal and warehouse complex / In the collection: The science of the young is the future of Russia. collection of scientific articles of the 6th International scientific conference of promising developments of young scientists. Kursk, 2021, pp. 146-149.

9. Teplyakov A.D., Filimonova V.V., Vlasova N.V. Rfid technology in railway transport Modern materials, equipment and technologies. 2021, p. 428.

10. Vlasova N.V. New approaches to the organization of work evaluation in public places // Modern technologies and scientific and technical progress. 2022. No. 9. S. 157-158.

#### **Информация об авторах**

*Банденок Владимир Олегович* – студент факультета «Управление на транспорте и информационные технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: bandenok.vova@mail.ru

*Полищук Игорь Геннадьевич* – студент факультета «Управление на транспорте и информационные технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: gothic147@mail.ru

*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

*Царегородцева Елена Юрьевна* – к.э.н., доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: elenapopova86@mail.ru

#### **Information about the authors**

*Bandenok Vladimir Olegovich* – student, faculty of «Management on Transport and Information Technologies», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: bandenok.vova@mail.ru

*Polischuk Igor Gennadievich* – student, faculty of «Management on Transport and Information Technologies», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: gothic147@mail.ru

*Vlasova Natalya Vasilievna* – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Subdepartment of «Operational Work Management», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: Natalya.vlasova.76@list.ru

*Tsaregorodtseva Elena Yuryevna* – Ph.D., Associate Professor of the Subdepartment of «Operational Work Management», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: elenapopova86@mail.ru