

Вестник БИСТ (Башкирского института социальных технологий). 2021. № 4(53). С. 68–75
Vestnik BIST (Bashkir Institute of Social Technologies). 2021; 4(53): 68–75

Научная статья

УДК 658:338.24:339.924

doi: 10.47598/2078-9025-2021-4-53-68-75

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ

Ирина Александровна Сабирова^{1, 2✉}

¹Академия труда и социальных отношений, Москва, Россия, Sabirovairina28@yandex.ru

²Российские железные дороги, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы внедрения инновационных технологий в систему управления железными дорогами. Объектом исследования выступает эффективность управления железнодорожными системами. Предметом исследования — инновационные технологии и их влияние на результативность менеджмента железнодорожных систем. Цель работы — провести теоретический анализ влияния инноваций на эффективность управления железнодорожными системами и на примере крупных зарубежных ж/д систем определить основные факторы эффективности инноваций. Научная новизна представленной работы заключается в анализе зарубежного опыта развития эффективных инструментов управления железнодорожными системами в условиях внедрения инноваций. В работе сделан вывод о том, что будущее железнодорожной отрасли напрямую зависит от степени ее цифровизации и технологизации, внедрения интеллектуальных транспортных систем и активной интеграции в глобальное пространство инновационного развития.

Ключевые слова: транспорт, железные дороги, железнодорожные системы, управление, эффективность, тенденции, инновационные технологии, интернет вещей, «умные железные дороги», проблема внедрения

Для цитирования: Сабирова И. А. Влияние инновационных технологий на эффективность управления железнодорожными системами // Вестник БИСТ (Башкирского института социальных технологий). 2021. № 4 (53). С. 68–75. <https://doi.org/10.47598/2078-9025-2021-4-53-68-75>.

THE IMPACT OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES ON THE EFFICIENCY OF RAILWAY SYSTEM MANAGEMENT

Irina Aleksandrovna Sabirova^{1, 2✉}

¹Academy of Labour and Social Relations, Moscow, Russia, Sabirovairina28@yandex.ru

²Russian Railways, Moscow, Russia

Abstract. The article discusses the issues of introducing innovative technologies into the railway management system. The object of the study is the efficiency of management of railway systems. The subject of the research is innovative technologies and their impact on the effectiveness of railway systems management. The purpose of the work is to conduct a theoretical analysis of the impact of innovations on the efficiency of railway systems management and, using the example of large foreign railway systems, to determine the main factors of innovation efficiency. The scientific novelty of the presented work lies in the analysis of foreign experience in the development of effective management tools for railway systems in the context of innovation. The paper concludes that the future of the railway industry directly depends on the degree of its digitalization and technologization, the introduction of intelligent transport systems and active integration into the global space of innovative development.

Keywords: transport, railways, railway systems, management, efficiency, trends, innovative technologies, Internet of things, "smart railways", the problem of implementation

For citation: Sabirova I. The impact of innovative technologies on the efficiency of railway system management // Bulletin of the BIST (Bashkir Institute of Social Technologies). 2021; 4 (53): 68–75. <https://doi.org/10.47598/2078-9025-2021-4-53-68-75>.

Ожидается, что объем мирового рынка систем управления железнодорожными путями вырастет с 10,50 млрд долларов США в 2016 году до 20,58 млрд долларов США к 2021 году и до 61,9 млрд долларов США к 2025 году при совокупном годовом темпе роста (CAGR) в течение прогнозируемого периода в размере 8,7 % [6, с. 249]. Ожидается, что основными факторами, стимулирующими рост рынка систем управления железнодорожным транспортом, станут:

- высокий демографический рост и гиперурбанизация,
- рост государственных инициатив и государственно-частного партнерства,
- внедрение интернета вещей (*IoT* — *internet of things*) и других технологий автоматизации,
- рост загруженности из-за старения железнодорожной инфраструктуры.

Кроме того, по данным Международного транспортного форума Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), к 2050 году мобильность пассажиров увеличится на 200–300 %, а грузовая активность — на 150–250 % по отношению к 2010 году [3]. Ожидается, что эти цифры окажут влияние на каждый компонент цепочки создания стоимости отрасли — от обслуживания пассажиров до внутренней организации.

Пандемия COVID-19 значительно повлияла на железнодорожные перевозки в 2020 году, когда железнодорожное сообщение во многих странах было остановлено на четверть. Несколько стран продолжили железнодорожные перевозки с ограниченным количеством поездов на пути, но это не оказало существенного влияния на аналитику отрасли. В то время как одни страны понесли серьезные потери от пандемии, другие занялись полной реконструкцией железнодорожной инфраструктуры и строительством новых путей и грузовых коридоров во время введенной блокады.

Несмотря на то, что влияние COVID-19 на рынок было серьезным в 2020 году, ожида-

ется, что к концу 2021 года рынок вернется к допандемическим показателям. Потребуется технологии дистанционного мониторинга и прогнозного технического обслуживания, поскольку выведенный из эксплуатации подвижной состав будет нуждаться в надлежащем техническом обслуживании.

Современная европейская система железнодорожных коммуникаций была построена в начале 1990-х годов с учетом устоявшихся стандартов и потенциала предоставления железнодорожных услуг того времени. В настоящее время железные дороги сталкиваются с жесткой конкуренцией со стороны других видов транспорта. Например, автодорожный сектор обеспечивает привлекательные, экономически эффективные, надежные, гибкие и удобные перевозки грузов и пассажиров «от двери до двери», в том числе, с возможностью пересечения границы. Однако, как отмечает А. С. Головин, «железнодорожный транспорт имеет качественное преимущество перед остальными видами транспорта по таким показателям, как грузоподъемность, низкая стоимость, скорость. Инвестиции в данную отрасль помогут увеличить товаро- и пассажирооборот. Опираясь на исторический опыт, можно сделать вывод, что развитие железных дорог способствовало территориальному развитию и, как следствие, освоению новых или заброшенных территорий» [1, с. 57].

Растущий спрос на железнодорожные услуги оказывает давление на существующие системы управления перевозками и требует оптимизации пассажирских и грузовых расписаний для достижения увеличения пропускной способности существующей железнодорожной инфраструктуры. Железнодорожные грузовые компании переживают рост торговли, особенно в энергетической и сырьевой сферах. Железнодорожные гавани функционируют на грани безаварийности, поскольку ежедневно вынуждены проходить «узкие места» в плане логистики, расписания, ресурсного обеспечения и прочих факторов, что приводит к проблемам в коммуникациях с отдаленными железнодо-

рожными модулями. Железнодорожные компании увеличивают использование активов и делают значительные инвестиции в инфраструктуру для решения проблем с пропускной способностью. Они также вкладывают значительные средства в надлежащее управление активами, автоматизацию и технологии управления движением.

В Европе эта проблема еще более усугубляется фрагментированным железнодорожным рынком с многочисленными национальными системами железнодорожной сигнализации и контроля скорости. Таким образом, интероперабельность представляет собой ключевую проблему для свободного движения железнодорожных перевозок.

Стареющие железнодорожные системы ограничивают эффективность использования ресурсов и ставят под угрозу надежность существующих железнодорожных рынков. Новые рынки принимают новые, более гибкие технологические инфраструктуры и технологические решения. Некоторые ИТ-системы, используемые в управлении железнодорожными системами, являются старыми и сложными, что снижает эффективность управления железнодорожными модулями. Они также не в состоянии адаптироваться под масштабы роста, прогнозируемые в ближайшие несколько лет. Частые сбои в работе сети и сбои в работе системы могут иметь эффект домино, существенно влияющий на удовлетворенность клиентов.

Следует отметить, что такие факторы, как эксплуатационная неэффективность, отсутствие инфраструктуры и интероперабельности, высокая первоначальная стоимость развертывания и сложности интеграции устаревших систем и сети, могут препятствовать росту железнодорожной отрасли. Кроме того, устаревшая инфраструктура, устаревшие системы связи и медленное внедрение автоматизации и защитных технологий в этом сценарии создают огромные риски для безопасности. Поскольку железнодорожные системы все больше и больше полагаются на беспроводную связь, риск внешних помех, вторжений и кибератак в отношении них становится все более актуальным, а проблема снижения уязвимыми выступает вызовом технологиче-

ским инновациям. Последствия даже небольшого сбоя становятся особенно серьезными, поскольку поезда становятся более мощными, перевозят больше пассажиров и движутся быстрее. Системы, критически важные для безопасной работы, могут быть скомпрометированы простым электронным устройством или небольшим фрагментом вредоносного кода. Когда на карту поставлены безопасность и жизнь пассажиров, усиленная защита электронных систем становится фундаментальным требованием.

Устаревшие системы часто не могут интегрироваться с интеллектуальными устройствами нового поколения из-за проблем с протоколом. Эти системы недостаточно способны эффективно взаимодействовать с технологически развитыми системами. Поскольку большинство развивающихся стран все еще полагаются на свою унаследованную инфраструктуру, то эти интеграционные сложности, как ожидается, будут препятствовать росту рынка в развивающихся регионах в ближайшие годы. Ограничения в использовании интернет технологий и уровень сетевой безопасности, по прогнозам, станут одними из основных проблем роста рынка систем управления железнодорожным транспортом.

Зарождение «умных железных дорог» началось с эволюции Глобальной системы мобильной связи — Железная дорога или GSM-Железная дорога (GSM-R), которая считается краеугольным камнем трансформации железнодорожной отрасли. Железнодорожные операторы в основном используют GSM-R для оперативной голосовой связи и передачи данных. В течение определенного периода времени инновации в области технологий беспроводной связи обеспечивали надежную передачу видео и данных на большие расстояния. В 2000-е годы внедрение новых технологических решений и различных цифровых устройств спроецировало новые области применения, такие как предоставление пассажирам информации о маршрутах и точках стоянок и пересадок, коммуникационный контроль рельсового пути, системы управления железнодорожным движением и решения в области управления поездами. Однако после 2005 года железнодорожная отрасль

пережила серьезную революцию с появлением IoT и принятием проектов «умного города», что привело к разработке таких решений, как интеллектуальные билеты, информационно-развлекательная система для пассажиров, железнодорожная аналитика и динамическое планирование маршрутов. Промышленные решения на основе IoT в конечном итоге укрепили конкурентные преимущества, а также открыли новые бизнес-модели, которые уже оказывают влияние на мировую железнодорожную отрасль», — отмечается в работе В. П. Куприяновского, О. Н. Покусаева, Ю. И. Волокитина, Д. Е. Намиот, И. П. Петруниной, А. В. Зажигалкина [2].

Система управления железной дорогой требует огромных первоначальных инвестиций для создания устройств полевого уровня, замены устаревшей инфраструктуры, организации сетей передачи данных между конечными пользователями и управления интеграцией новых и существующих систем в объектах инфраструктуры железной дороги. Высокие эксплуатационные и неэксплуатационные расходы также являются огромной проблемой для железнодорожного менеджмента.

IoT оказал значительное влияние на транспортную отрасль с появлением автономных транспортных средств и улучшением управления грузами. По мере того как IoT продолжает развиваться, он обеспечивает большую стандартизацию, открытость и масштабируемость информации, предоставляемой операторам: они получают представление о том, как работают их активы, что открывает множество новых возможностей для более творческого и эффективного использования больших данных. Тем не менее тот факт, что поезда проходят на высоких скоростях через туннели, а также движутся в экстремальных погодных условиях, представляет реальные проблемы, когда речь идет о расширении использования систем IoT.

IoT обладает потенциалом вывести железнодорожную отрасль на совершенно новый уровень цифровизации. Все элементы железнодорожной сети должны работать совместно. Интернет поездов обещает, что железнодорожные системы могут перепрыгнуть через вопросы совместимости и безопасности, одно-

временно быстро модернизируясь. Это относится к использованию сетей интеллектуальных бортовых устройств, подключенных к облачным приложениям для улучшения систем связи и управления. Та же самая сеть, которая укрепляет безопасность, обладает достаточными возможностями для доставки данных, которые служат различным приложениям по всей железнодорожной системе, чтобы снизить затраты и улучшить качество эксплуатации подвижного состава. Использование IoT возможно благодаря достижениям в некоторых базовых технологиях:

1. Телекоммуникационные сети становятся специализированными для приложений IoT, при этом широкополосная связь становится недорогой, более быстрой и повсеместной. Железнодорожные компании используют оптоволокно вдоль своих путей и заключают договоры с операторами мобильной связи, чтобы использовать свои сети для поддержания непрерывной мобильной связи. Таким образом, соответствующие технологические решения могут повысить эффективность телекоммуникационной составляющей железнодорожных услуг за счет использования датчиков, встроенных в различные объекты и системы, для автоматизации задач и обеспечения мониторинга и анализа в реальном времени.

2. Датчики для сбора данных становятся все меньше, доступнее и теперь потребляют меньше энергии. В некоторых случаях срок службы батареи датчиков может быть продлен до пяти лет, что немаловажно, так как не всегда можно быть близко к источнику питания.

3. Облачные сервисы стали более распространенными, подпитываемыми как быстрым подключением, так и иными «умными» устройствами. Они могут быть использованы для хранения данных датчиков и обеспечения вычислений, необходимых для анализа больших данных.

Известные коммерческие компании в последнее время инвестируют в IoT. В качестве примера приведем Frecciarossa — высокоскоростной поезд итальянской железнодорожной компании Trenitalia, которая работает с SAP над разработкой динамической системы управления техническим обслуживанием [7]. Система

обеспечивает экономию затрат от 8 до 10% от ее счета за техническое обслуживание. В этом случае сотни датчиков собирают данные в режиме реального времени (от тормозных систем до раздвижных дверей), загружая их в облако SAP каждые десять минут. В Trenitalia курсируют 8000 поездов в день, используется парк из 30 000 локомотивов, вагонов и грузовых вагонов. Как только данные попадают в облако, они анализируются с помощью программного обеспечения SAP Predictive Maintenance and Service и обрабатываются инструментом Predictive Analytics Tool SAP HANA. Таким образом, Trenitalia может строить прогнозные модели с использованием машинного обучения, а также запускать действия (например, когда температура двигателя достигает определенного порога, чтобы помочь поездам работать без задержек). Ключевые показатели, а также диагностические и управленческие данные доступны инженерам и визуализируются в режиме реального времени: количество поездов, вышедших из эксплуатации, оповещения, подразумевающие действия по техническому обслуживанию, состояние поездов на пути или количество пассажиров. Trenitalia надеется автоматизировать те немногие оставшиеся части диагностики и технического обслуживания, которые не могут быть обнаружены датчиками, такие как крыша и ходовая часть поездов, которые все еще нуждаются в визуальном осмотре. В будущем эти задачи будут автоматизированы с помощью камер, а не визуального контроля, необходимого сегодня.

В 2013 году финская государственная железнодорожная компания в целях повышения своей конкурентоспособности начала внедрять в свои системы датчики для мониторинга возможных сбоев, связанных с погодными условиями [8]. Ранее эта компания выполняла техническое обслуживание (ТО) двумя способами. Во-первых, плановое ТО, которое затрагивало наиболее критические системы (например, тележки и колеса). Из-за этого типа обслуживания детали заменялись даже тогда, когда они все еще могли использоваться чуть больше времени. Вторая процедура ТО состояла в фиксации деталей после их поломки. Этот вид обслуживания не мог быть легко предска-

зан и выведен из пропущенных маршрутов и неудовлетворенных клиентов. Чтобы предотвратить проблемы, возникшие в результате этих двух процедур ТО, компания разработала прогностическую программу ТО, которая постоянно отслеживает состояние наиболее важных деталей. Эта система с помощью математических моделей оценивает, когда деталь может выйти из строя, чтобы ее можно было заменить раньше, во избежание незапланированных простоев. Чтобы оптимизировать время между мероприятиями ТО, компания анализирует данные, собранные с помощью системы статистического анализа (SAS), и определяет, нужно ли заменять такие критические элементы, как поворотные колеса или колесно-осевые агрегаты. С учетом всех проведенных улучшений, по оценкам компании, ремонтные работы сократятся на 35%. За счет этого повышается надежность поездов и достигается экономия времени и денег. Кроме того, знания, полученные с помощью системы, позволяют компании минимизировать свой запас запасных частей, покупая и сохраняя только то, что прогнозируется, что будет необходимо в ближайшем будущем.

Прогнозное ТО, реализуемое на основе интернет-данных, передаваемых в офис, также поощряется Siemens совместно с Teradata [5]. В компании ожидают, что прогнозное ТО будет развиваться в направлении подвижного состава следующего поколения, создавая совершенно новую бизнес-модель для предоставления широкого перечня услуг с гарантиями бесперебойной работы, моделями распределения рисков и контрактами на основе производительности для мобильных систем.

Другой пример использования IoT в железнодорожной отрасли представлен французской «Национальной компанией французских железных дорог» (SNCF) [4], которая также использует IoT на базе платформы IBM Watson Deep Learning Analytics и сети IoT SigFox. Эти альянсы являются частью стратегии компании до 2020 года стать промышленным лидером, стремящимся к операционному совершенству и оптимальной эффективности, которую они успешно реализовали.

SNCF разработала прототип, в котором устройства сбора данных встроены в систему

передачи на поезде à Grande Vitesse (TGV). Данные передаются по GSM-R и могут быть доступны удаленно в железнодорожном депо, что позволяет техникам видеть, насколько хорошо работает коробка передач локомотива. SNCF также использует коммуникационные устройства Sigfox для измерения уровня воды в туалетах TGV, что ускоряет время оборота, когда поезд прибывает в депо. Кроме того, инженеры могут подключаться к работающим поездам в режиме реального времени, что позволяет SNCF выяснить, может ли отказать та, или иная деталь, что может привести к выводу поезда из эксплуатации. Облачные технологии позволяют SNCF выполнять распределенные вычисления, результаты которых могут быть повторно внедрены в процессы обслуживания поездов и рельсов.

Как отмечают В. П. Куприяновский, О. Н. Покусаев, Ю. И. Волокитин, Д. Е. Намиот, И. П. Петрунина, А. В. Зажигалкин, «устаревшая инфраструктура постепенно заменяется системами управления поездами, которые превращают поезда в коммуникационные узлы, обменивающиеся данными между ними и с сетевыми центрами управления. Кроме того, инновационные коммуникационные решения позволяют операторам оптимизировать и сделать более безопасным использование оборудования и инфраструктуры» [2].

Ожидается, что в ближайшие годы расходы на ТО будут расти в связи со старением инфраструктуры и увеличением числа перевозимых пассажиров и грузов. В связи с этой тенденцией возникает потребность в мониторинге сложных ремонтных работ, связанных с различными элементами железнодорожной системы.

Решения по ТО критически важных объектов инфраструктуры могут быть улучшены с использованием точного местоположения поезда, его скорости, веса, данных с датчиков вибрации, расположенных вдоль пути, метеорологических отчетов и подробностей о том, как долго разъем питания отключается от контактной сети во время работы. Слияние этой информации с другими метаданными, такими как коэффициенты расширения контактной сети и температура пути, может еще больше повысить эффективность процесса принятия решений и помочь создать более сложное про-

граммное обеспечение для планирования железнодорожных перевозок.

Безопасность железных дорог в Европейском союзе является одной из самых высоких в мире. Железнодорожные инциденты (аварии, терроризм и пр.) не являются частыми и приводят к относительно низкому числу смертей, но часто затрагивают значительное число людей. Для поддержания и повышения безопасности необходимы совместимые и согласованные стандарты.

IoT может повысить безопасность и эффективность железнодорожных перевозок за счет обеспечения профилактического обслуживания. Экономическая эффективность также может быть получена за счет упрощения процессов и принятия более взвешенных решений с помощью аналитики, основанной на слиянии сенсоров данных, собранных с поездов и других инфраструктур. Информация, касающаяся классификации неисправностей, может быть проанализирована на нескольких активах, даже на нескольких операторах, чтобы позволить выявить тенденции износа и определить области для профилактического обслуживания. Кроме того, анализ данных может ускорить анализ первопричин, сократив рабочее время.

В. П. Куприяновский, О. Н. Покусаев, Ю. И. Волокитин, Д. Е. Намиот, И. П. Петрунина, А. В. Зажигалкин подчеркивают, что «умные железные дороги представляют собой комбинацию взаимосвязанных технологических решений и компонентов, а также современной транспортной инфраструктуры, такой как автоматические билетные системы, цифровые дисплеи и умные счетчики. Кроме того, эти системы требуют бесшовной беспроводной связи с высокой скоростью передачи данных и интегрированных программных решений для оптимизации использования активов, от путей до поездов, для удовлетворения постоянно растущего спроса на энергоэффективные и более безопасные услуги» [2].

Движущим фактором «умных» железных дорог станет рост отрасли в целом. Возрастают важность устойчивости, государственного регулирования; роль демографических факторов (т.е. растущего пассажиропотока и грузопотока, старения населения и быстрой

урбанизации); макроэкономики (т. е. ограниченного государственного финансирования и дефицита государственного бюджета, правительственных инициатив и моделей партнерства); микроэкономики (т. е. чувствительности цен, потребностей в улучшении пассажирского опыта, интересов заинтересованных сторон); важность умных городов, невероятных темпов телекоммуникационных и технологических изменений и необходимости мобильности.

Безусловно, интернет поездов и IoT все еще сталкиваются со многими проблемами, таки-

ми как стандартизация, интероперабельность, масштабируемость, энергоэффективность и кибербезопасность, которые должны быть решены как на научном, так и прикладном уровнях, поскольку в перспективе любым технологическим инновациям, которые внедряются сегодня в систему управления железнодорожной отраслью уже в самом ближайшем будущем придется справляться с дополнительными проблемами, связанными с железнодорожной средой и специфическим характером операций и сетей.

Список источников

[1] Головин А. С. Повышение эффективности финансирования модернизации железных дорог // Актуальные проблемы современной науки и практики. — 2018. — № 1. — С. 57.

[2] Куприяновский В. П. Формализованные онтологии и сервисы для высокоскоростных магистралей и цифровой железной дороги / В. П. Куприяновский, О. Н. Покусаев, Ю. И. Волокитин и др. // International Journal of Open Information Technologies. — 2018. — Т. 6. — № 6. — С. 69–86.

[3] Шкурина Л. В., Маскаева Е. А., Щекочихина Ю. Н. Менеджмент и экономика предприятий железнодорожного транспорта : учеб. пособие. — М. : ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», 2020. — 231 с.

[4] International Transport Forum [Electronic resource]. — URL: www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/11outlook.pdf (date of the application: July 19, 2021).

[5] Railway Management System Market by Solution. Global Forecast to 2025. — NY, 2021. — P. 249.

[6] SNCF Mise Sur l' IoT Industriel Avec Ericsson, IBM et Sigfox [Electronic resource]. — URL: www.aruco.com/2016/04/sncf-internet-objets-industriel/ (date of the application: July 17, 2021).

[7] The Internet of Trains-Analysing Sensor Data Helps Siemens Keep Operators on Track by Reducing Train Failures (Case study/Transportation) [Electronic resource]. — URL: www.assets.teradata.com/resourceCenter/downloads/CaseStudies/EB8903.pdf?processed=1 (date of the application: July 17, 2021).

[8] Trenitalia: Creating a Dynamic Maintenance Management System Powered by SAP HANA [Electronic resource]. — URL: www.sap.com/italy/assetdetail/2015/12/b6caea0d-507c-0010-82c7-eda71af511fa.html (date of the application: July 17, 2021).

References

[1] Golovin A. S. Povysheniye effektivnosti finansirovaniya modernizatsii zheleznykh dorog [Increasing the Efficiency of Financing the Modernization of Railways] // Aktualnyye problemy sovremennoy nauki i praktiki [Actual Problems of Modern Science and Practice]. — 2018. — No. 1. — P. 57.

[2] Kupriyanovskiy V. P. Formalizovannye ontologii i servisy dlya vy sokoskorostnykh magistralej i cifrovoj zheleznoj dorogi / V. P. Kupriyanovskij, O. N. Pokusaev, Yu. I. Volokitin i dr. [Formalized Ontologies and Services for High-Speed Highways and Digital Railway / V. P. Kupriyanovskiy, O. N. Pokusaev, Yu. I. Volokitin et al.] // [International Journal of Open Information Technologies]. — 2018. — Vol. 6. — No. 6. — Pp. 69–86.

[3] Shkurina L. V., Maskaeva E. A., Shchekochikhina Yu. N. Menedzhment i ekonomika predpriyatij zheleznodorozhnogo transporta : ucheb. posobie [Management and Economics of Railway Transport Enterprises : a tutorial]. — Moscow : Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian University of Transport", 2020. — 231 p.

[4] International Transport Forum [Electronic resource]. — URL: www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/11outlook.pdf (date of the application: July 19, 2021).

[5] Railway Management System Market by Solution. Global Forecast to 2025. — NY, 2021. — P. 249.

[6] SNCF Mise Sur l' IoT Industriel Avec Ericsson, IBM et Sigfox [Electronic resource]. — URL: www.aruco.com/2016/04/sncf-internet-objets-industriel/ (date of the application: July 17, 2021).

[7] The Internet of Trains-Analysing Sensor Data Helps Siemens Keep Operators on Track by Reducing Train Failures (Case study/Transportation) [Electronic resource]. — URL: www.assets.teradata.com/resourceCenter/downloads/CaseStudies/EB8903.pdf?processed=1 (date of the application: July 17, 2021).

[8] Trenitalia: Creating a Dynamic Maintenance Management System Powered by SAP HANA [Electronic resource]. — URL: www.sap.com/italy/assetdetail/2015/12/b6caea0d-507c-0010-82c7-eda71af511fa.html (date of the application: July 17, 2021).

Информация об авторах

И. А. Сабирова — аспирант кафедры непроизводственной сферы и социальных технологий; заместитель начальника отдела ОАО «Российские железные дороги».

Information about authors

I. A. Sabirova — postgraduate student at the Department of Non-Production Sphere and Social Technologies; Deputy Division Chief, Russian Railways JSC.

Статья поступила в редакцию 29.10.2021; одобрена после рецензирования 15.11.2021; принята к публикации 20.12.2021.

The article was submitted 29.10.2021; approved after reviewing 15.11.2021; accepted for publication 20.12.2021.