

ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА - НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

Доктор техн. наук, профессор **Резер С.М.**

(Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук)

Доктор техн. наук **Лёвин С.Б.**,

доктор экон. наук, профессор **Резер А.В.**,

аспирант /инженер **Ляхова А.Ю.**

(Российский университет транспорта. РУТ - МИИТ)

DIGITAL RAILWAY - PRESENT AND FUTURE

Doctor (Tech.), Professor **Rezer S.M.**

(All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences)

Doctor (Tech.) **Lyovin S.B.**,

Doctor (Econ.), Professor **Rezer A.V.**,

Post-graduate /Engineer **Lyakhova A.Yu.**

(Moscow University of Transport. RUT-MIIT)

Цифровая железная дорога, транспортная логистика, цифровые технологии, опыт применения.

Digital Rail, transport logistics, digital technologies, application experience.

Рассматривается концепция Цифровой железной дороги. Дана оценка эффективности цифровых трансформаций транспортных систем и применению цифровых технологий, обеспечивающих получение синергетического эффекта от взаимодействия всех участников транспортно-логистического процесса, а также физические и организационные преобразования инфраструктуры. Рассмотрены технические комплексы и аппаратно-программные средства, которыми может быть оборудована современная железнодорожная станция.

The concept of Digital Rail is under consideration. An assessment is made of the efficiency of digital transformations of transport systems and the application of digital technologies that provide synergistic effect from the interaction of all participants in the transport and logistics process, as well as physical and organizational transformations of the infrastructure. The technical complexes and hardware and software tools with which a modern railway station can be equipped are considered.

Введение

Концепция «Цифровой железной дороги» является составной частью программы создания цифровой экономики, направленной на повышение качества услуг и уровня жизни, она призвана увязать развитие цифровых технологий на железнодорожном транспорте с политикой, проводимой в этой области государством.

Техническое обслуживание представляет собой основную часть расходов для всех железнодорожных компании, будь то государственные или частные, пассажирские или грузовые операторы. Создание цифровой железной дороги - это не только внедрение цифровых технологий, но и физические и организационные преобразования инфраструктуры.

Ядром формирования технологий цифровой железной дороги является полная интеграция интеллектуальных коммуникационных технологий между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой, то есть формирование новых сквозных цифровых технологий организации перевозочного процесса.

Целью данной исследовательской работы является выявление конкурентных преимуществ компании ОАО «РЖД» на глобальном рынке транспортных и логистических услуга за счет использования современных цифровых технологий, на примере проекта «Цифровая железная дорога».

В рамках поставленной цели будут рассмотрены следующие аспекты:

- Клиентоориентированный комплекс услуг в цифровом формате;
- Современная концепция - «умный локомотив» и «умный поезд»;
- Цифровая инфраструктура железной дороги;
- Интеллектуальная станция будущего;
- Телекоммуникационная среда и IT-инфраструктура.

Предметом исследования являются инновационные технологии и информационные решения, реализуемые в рамках проекта «Цифровая железная дорога» и их влияние на экономическую привлекательность и конкурентоспособность на глобальном рынке логистических услуг [1, 3].

Клиентоориентированный комплекс услуг в цифровом формате

Первым шагом в реализации данного проекта стал проводимый департаментом информатизации анализ всех реализованных в холдинге «РЖД» IT-решений, который должен выявить узкие места в автоматизации внутренних и внешних сервисов. Ликвидация узких мест за счёт использования современных цифровых технологий позволит компании выйти на существенно иной уровень как в плане повышения эффективности внутренних процессов, так и с точки зрения клиентоориентированности. Будет реализован комплекс услуг,

оказываемых пассажирам на всех этапах поездки, от планирования до оказания широкого спектра дополнительных сервисных услуг в пункте назначения, включая обеспечение личной безопасности. Качество услуг будет обеспечено за счёт максимального использования мобильных устройств различных цифровых стандартов связи и соответствующих функциональных приложений, обеспечивающих выбор параметров путешествия: скорость, комфорт и иные индивидуальные условия [4]. Будут обеспечены передача и получение информации в поездках на железнодорожном транспорте на вокзалах, транспортно-пересадочных узлах и в поездах в режиме реального времени. Благодаря этому реализуются возможности онлайн-заказа услуг, получения информации о поездке и ряд других сервисов.

Важным направлением повышения качества предоставляемых пассажирам услуг является внедрение интеллектуальных систем управления вокзалами, предусматривающих:

- гибкое реагирование на динамические изменения объёмов, структуры, характера и направленности пассажиропотоков;

- реализацию принципа «постоянная информированность пассажиров» на основе интерактивного информирования, визуальной навигации и иных форм обеспечения мобильности;

- маркетинговое интерактивное воздействие, формирующее сценарии поведения пассажиров на территории транспортных объектов и соответствующую гибкую технологию их обслуживания;

- создание системы интеллектуального управления инженерной инфраструктурой вокзального комплекса.

Для реализации клиентоориентированной политики в области пассажирских перевозок с использованием ИТ-технологий предусмотрено создание системы, обеспечивающей:

- учёт спроса и уровня мобильности населения для территорий различного масштаба, от международного до локального уровня, и предвидение влияния демографических изменений на потребности клиентов;

- выделение трендов в оценке качества предоставляемых пассажирам услуг, а также необходимых изменений для сохранения и увеличения объёмов перевозок в различных сегментах;

- развитие и совершенствование информационно-аналитических систем, используемых для планирования пассажирских перевозок, мониторинга мобильности населения и технического обеспечения перевозок в различных секторах: высокоскоростных, скоростных, дальних пассажирских, межобластных и пригородных.

В сегменте мультимодальных грузовых перевозок базовым условием повышения качества оказываемых услуг является развитие технической и эксплуатационной интероперабельности грузовых железнодорожных коридоров. Они базируются на реализации цифровых технологий, создающих безбарьерную транспортную среду, включая процедуры на государственных границах, что значительно увеличит привлекательность железных дорог и обеспечит взаимодействие с другими видами транспорта.

Основой формирования технологий «цифровой железной дороги» является полная интеграция интеллектуальных коммуникационных технологий (ИКТ) между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой, т.е. форми-

рование сквозных «цифровых технологий» организации перевозочного процесса на следующих принципах:

- обеспечения недискриминационного доступа клиентов к инфраструктуре железных дорог на основе интегрированной информационно-управляющей системы в области взаимоотношений в сфере грузовых перевозок (CRM-система);

- максимального использования в деловой практике электронных торговых площадок, позволяющих объединить в одном информационном и торговом пространстве поставщиков и потребителей транспортно-логистических услуг, предоставление участникам электронных торговых площадок ряда сервисов, повышающих эффективность их бизнеса;

- высокого уровня автоматизации коммуникации между клиентами, подразделениями Центра фирменного транспортного обслуживания и Центрами управления движением на базе общих информационных платформ и надежных ИТ-инструментов;

- внедрения безбумажной технологии (электронного документооборота) мультиагентного взаимодействия всех участников перевозочного процесса, включая подготовку и оперативную передачу на борт локомотива поездных документов различного назначения с подтверждением их достоверности;

- клиентоориентированного, адаптивного управления перевозочным процессом на основе применения информационных технологий, позволяющее внедрить реализацию требований клиентов в части оптимизации маршрутов, скорости транспортировки и т.п., а также обеспечивающие высокую степень эффективности использования инфраструктуры и «твердых» расписаний грузового движения;

- надежной системы отслеживания («от двери - до двери») перемещения грузов, вагонов, контейнеров, информации в реальном режиме времени об их фактическом и прогнозируемом нахождении на сети железных дорог России и за рубежом;

- разработки и внедрения единой интеллектуальной системы управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте;

- разработки отказоустойчивых и защищенных от кибератак интеллектуальных систем управления движением и грузо/пассажиропотоками, систем железнодорожной автоматики и связи, гармонизированных со стандартами ERTMS;

- реализации концепции «умный локомотив» и «умный поезд», включая внедрение технологий «автомашинист», обеспечивающих высокий уровень безопасности движения поездов;

- внедрения и регулярного аудита систем управления качеством, охватывающих всю систему железнодорожных перевозок и ее технологические процессы, а также ряд других решений.

Современная концепция «умный локомотив» и «умный поезд»

Одним из векторов инновационного развития железнодорожных технологий в рамках проекта «Цифровая железная дорога» является реализация концепции «умный локомотив» и «умный поезд».

Перспективные требования, которые предъявляются к подвижному составу будущего, неразрывно связаны с концепцией цифровой железной дороги, где подвижной состав рассматривается как объект в системе управле-

ния перевозочным процессом. Поэтому реализация концепции «умный локомотив» и «умный поезд» должна осуществляться уже на стадии проектирования и учитывать ряд принципов построения.

Информационно-управляющий бортовой комплекс для тягового и моторвагонного подвижного состава должен обеспечивать реализацию функций:

- обеспечения безопасности движения за счет бортовой навигации, регистрации параметров движения, контроля бодрствования машиниста, обмена данными с информационно-управляющей системой движения поездов в режиме реального времени по специализированным и открытым каналам РОРС, видеорегистрации путевой обстановки и действий локомотивной бригады, видеонаблюдения за впередилежащими переездами;

- обеспечение безопасности движения за счет модулей, спроектированных и проверенных на требования комплекса информационной и функциональной безопасности (киберзащищенность);

- регистрации переговоров по связи «пассажир-машинист»; видеонаблюдения за платформами и салонами вагонов (для МВПС);

- управления силовой установкой и тяговым приводом с подсистемами энергосберегающего автоведения, ведения поездов с распределенной тягой для грузовых локомотивов, бортовой диагностики силовой установки и тягового привода, учета топливно-энергетических ресурсов;

- управления пневматическими, электропневматическими и другими перспективными конструкциями тормозов поезда и локомотива с встроенной подсистемой бортовой диагностики тормозного оборудования;

- бортовой диагностики вспомогательных машин и вспомогательных цепей, нагруженных механических узлов, экипажной части, пожарно-охранной сигнализации и пожаротушения;

- управления климатом и жизнеобеспечением локомотивной бригады;

- управления климатом и вспомогательным оборудованием пассажирских салонов, информационным обеспечением пассажиров, видеонаблюдением за крышевым оборудованием, салонами и тамбурами поезда по требованию заказчика (для МВПС).

Информационно-управляющий бортовой комплекс для тягового и моторвагонного подвижного состава должен предусматривать следующие требования:

- реализацию блочно-модульной структуры и возможность изменения степени оснащенности по требованию заказчика для различных условий эксплуатации;

- достижение степени унификации не менее 80% по применяемым органам управления, виду и назначению индикаторов и сигнализаторов, основному алгоритму действий машиниста; блокам, устройствам, схемотехническим решениям, интерфейсам и протоколам связи для применения на магистральных электровозах грузового и пассажирского движения постоянного и переменного тока, а также двухсистемных магистральных тепловозах грузового и пассажирского движения, моторвагонных поездах постоянного и переменного тока, дизель-поездах и поездах смешанной тяги;

- объединение в бортовую вычислительную сеть всех микроэлектронных систем и приборов локомотива (МВПС) с обязательным взаимным обменом данными и согласованием алгоритмов, а также наличием встроенной диагностики;

- построение вычислительной сети комплекса по иерархической структуре с разделением контуров и зон ответственности, главным приоритетом должен обладать контур систем обеспечения безопасности движения;

- поддержку актуальных протоколов обмена и обеспечивать подключение дополнительных управляющих и контрольно-измерительных систем и приборов, совместимых по аппаратным и программным решениям, без изменения базовой конструкции входящих изделий и ядра программного обеспечения;

- внедрение специальных программно-аппаратных мер для защиты от несанкционированного внешнего воздействия, в том числе при ошибочных действиях машиниста (помощника), а также исключения взаимных информационных и электрических помех внутри бортовой сети;

- оптимизацию количества периферийных устройств до минимально необходимого уровня (индикаторов, устройств ввода, накопителей информации, исполнительных устройств);

- автоматизацию предрейсовой подготовки всех систем комплекса с функцией «электронного маршрута машиниста»;

- автоматизированное вычисление параметров надежности на основе реальных данных эксплуатации, обеспечение системами диагностики оперативную связь с системой мониторинга состояния локомотива на заводе-изготовителе и сервисной компании;

- автоматическое определение необходимости осмотра, ревизии, замены основных диагностируемых изделий и т.д., что сделает возможным переход на ремонт локомотивов по состоянию и, в свою очередь, обеспечит снижение затрат на сервисное обслуживание и издержек, связанных с простоем локомотива;

- регистрацию параметров работы тепловоза и учета дизельного топлива с автоматической передачей по беспроводным каналам связи необходимой для формирования электронного маршрута машиниста информации;

- информирование машиниста грузового локомотива по системе автоматического приема на борт локомотива по беспроводным каналам связи информации о расписании и параметрах движения поезда и автоматический расчет на борту локомотива энергооптимальной траектории движения.

Выполнение изложенных выше требований обеспечивает формирование платформы для реализации концепции «Локомотив-2020», включая внедрение технологий «автомашинист» и переход на вождение поездов одним машинистом (в одно «лицо»), в перспективе – подключение модуля автоматического управления, реализующего функцию ведения поезда без участия машиниста.

Определенные требования к инновационным грузовым и пассажирским вагонам, а также изложенные выше требования к локомотиву позволят реализовать модель «интеллектуального» поезда [5, 6].

На Московском центральном кольце, в свою очередь, внедряется комплекс автоматизированного управления движением поездов в условиях высокой интенсивности движения в режиме «Автодиспетчер» – «Автомашинист». Он стал логическим продолжением эффективно работающих систем «Автомашинист», «Автодиспетчер» на полигоне Сочи – Адлер – Красная Поляна.

Комплекс позволит в автоматизированном режиме вести управление движением по нормативному графику, контролировать движение поезда в реальном времени с помощью системы позиционирования на основе спутниковой навигации, используемой в бортовой системе безопасности. Он позволит также выявлять конфликтные ситуации, осуществлять автоматизированный расчёт и применять вариантный график движения поездов для выхода из конфликтных ситуаций и восстановления планового графика в реальном масштабе времени. В системах «Автодиспетчер» – «Автомашинист» будут реализованы режим автоведения поездов, использование цифровых систем связи, высокоточной координатной сети и цифровой модели пути, обеспечивающих высокую точность позиционирования электропоезда, в соответствии с установленными требованиями безопасности движения.

Функционирование систем «Автодиспетчер» и «Автомашинист» обеспечивается реализованной впервые в мире комбинированной системой интервального регулирования «с подвижными блок-участками» на базе автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты и микропроцессорных бортовых устройств. Решаются задачи организации совмещённого пассажирского сообщения и грузового движения. Система обеспечивает два режима работы: светофорной сигнализации для движения грузовых поездов установленной массы и длины и бесветофорной сигнализации для ускоренного движения пригородных поездов с интервалом попутного следования до 3 минут.

Кроме того, принципиально меняется система мониторинга и диагностики состояния железнодорожной инфраструктуры за счёт отказа от стандартной схемы использования автономных средств (вагоны-дефектоскопы, путеизмерители, лаборатории контактной сети, дефектоскопные и путеизмерительные тележки) и перехода на использование бортовых информационно-измерительных систем, интегрированных в конструкцию подвижного состава (электропоезд «Ласточка»), обеспечивающих полную автоматизацию диагностики элементов инфраструктуры. В том числе, впервые в мире планируется оснастить электропоезд бортовым комплексом ультразвуковой дефектоскопии рельсов. По оценкам, в ближайшее десятилетие возможен полный переход на диагностику инфраструктуры с использованием только графиков движения.

Основной технической сложностью автоматического вождения электропоездов по сравнению с метрополитеном является открытый доступ к железнодорожным путям и, следовательно, возможность внезапного появления перед поездом людей и других объектов. Современные системы обнаружения, такие как радары, лидары, стереокамеры, по своим характеристикам, с учётом интеллектуальной обработки их данных, вплотную приблизились к физическим возможностям человека, а по ряду параметров их превосходят. К примеру, радары, в отличие от человека, прекрасно обнаруживают препятствия ночью, в туман и снег. К тому же автоматические системы не знают таких понятий, как усталость, потеря концентрации и внимания.

Цифровая инфраструктура железной дороги

Цель реализации концепции «Цифровая инфраструктура» - снижение стоимости жизненного цикла объектов инфраструктуры, повышение уровня безопасности

движения поездов и достижение высоких эксплуатационных показателей в условиях гарантированного обеспечения предъявляемых объемов грузовых и пассажирских перевозок [7]. В этой связи приоритетными задачами являются: обеспечение различных горизонтов планирования развития и жизненного цикла инфраструктуры с выработкой оптимизационных решений для железнодорожных линий различных категорий и создание интеллектуальной интеграционной технологической платформы, способной:

1- объединить все доступные источники данных о состоянии объектов и производственных процессов в инфраструктурном комплексе холдинга «РЖД»;

2 - обеспечить быстрый доступ к необходимой информации для управленческих структур и прикладных систем на всей сети железных дорог;

3 - обеспечить контроль организации и исполнения технологических операций технического содержания объектов инфраструктуры.

На основе использования цифровых технологий прогнозируется реализация ряда подходов:

- проектирование инфраструктуры по принципу модульной объектно-ориентированной архитектуры для различных категорий железнодорожных линий, в том числе широкое использование систем автоматизированного проектирования, включая технологию plug-and-play, обеспечивающей максимальную гибкость и надежность инфраструктуры, а также минимизацию времени простоя при техническом обслуживании и ремонте;

- применение технологии кросс-модальных систем управления железнодорожной инфраструктурой, обеспечивающей реализацию заданных показателей качества;

- автоматизированное планирование технического содержания инфраструктуры на основе методологии риск-менеджмента на базе развитых интерфейсов единой корпоративной платформы УРРАН;

- устранение ограничений инфраструктуры для организации тяжеловесного движения и длинносоставных поездов;

- развитие «цифровой инфраструктуры».

Развитие «цифровой инфраструктуры» как элемента «цифровой железной дороги» предполагает внедрение следующих решений:

* развитие технологий цифрового моделирования объектов инфраструктуры с использованием технических и технологических решений спутниковых технологий, высокоточной координатной системы железнодорожного транспорта с целью сокращения затрат при строительстве, модернизации, ремонте и эксплуатации;

* широкомасштабное применение на всех стадиях жизненного цикла инфраструктуры, в системах управления движением, бортовых системах управления и безопасности локомотивов, моторвагонного и самоходного подвижного состава единого цифрового высокоточного координатного пространства, построенного на базе использования систем спутниковой навигации, дифференциальных станций поправок и/или российских специальных спутников широкозонной коррекции координат;

* применение высокопроизводительных машин с интеллектуальным управлением для ремонта и обслуживания инфраструктуры, обеспечивающих постановку пути в проектное положение на базе использования высокоточной координатной системы и комплексной

системы пространственных данных (КСПД ИЖТ), спутниковых технологий, методов зеркально-лазерного сканирования;

* переход на использование автономных бортовых систем и методов диагностики и мониторинга железнодорожной инфраструктуры в целях повышения регулярности и снижения стоимости оценки ее состояния;

* максимальной цифровизации технологий сбора данных о состоянии объектов инфраструктуры и подвижного состава с соответствующей их обработкой специально создаваемыми программно-аппаратными комплексами;

* внедрение объектно-ориентированной базы данных, алгоритмов и методов интегральных оценок результатов измерений от различных средств мобильной диагностики (для достоверности прогнозирования состояния объектов инфраструктуры);

* использование оборудования железнодорожной автоматики, сконструированного по принципам «открытой архитектуры», что делает возможным взаимодействие продукции различных производителей и сократит затраты на проектирование;

* применение принципиально новой системы интервального регулирования движения поездов и мониторинга критических условий движения, основанной на комплексном применении сенсорного оптоволоконного кабеля и радиоканала;

* широкое применение «цифровых тяговых подстанций», микропроцессорных систем телеуправления тяговым электроснабжением, обеспечивающих снижение потребления электроэнергии на тягу поездов (при применении методов математического моделирования состояния энергосистемы) и автоматического регулирования параметров тяговой сети в зависимости от поездной нагрузки;

* внедрение комплексной автоматизированной системы диагностики подвижного состава на ходу поезда нового поколения, обеспечивающей снижение стоимости жизненного цикла и повышение достоверности выявления дефектов и предотказных состояний;

* развитие цифровых систем контроля технологической дисциплины для исключения негативного влияния «человеческого фактора».

Интеллектуальная станция будущего

Внедрение инновационных систем автоматизации и механизации станционных процессов создали основу формирования принципиально новой технологии железнодорожных станций различного класса. Перспективным является переход к модульному проектированию станций на основе математического моделирования ее предельных параметров.

Современная железнодорожная станция в зависимости от специализации и вида выполняемых технологических операций может быть оборудована следующими техническими комплексами и аппаратно-программными средствами:

Система горочной автоматизации – комплекс программно-аппаратных и технических средств, обеспечивающий работу горочных устройств и управление процессом роспуска составов в автоматическом режиме, основными требованиями к которой являются:

- автоматическое приготовление маршрутов движения отцепов вагонов с горки и регулирование скорости роспуска;

- автоматическое управление процессом надвига и горочным локомотивом в дистанционном режиме, при этом автоматическое управление горочным (маневровым) локомотивом осуществляется комплексом технических и программных средств, обеспечивающих передачу на борт локомотива ответственных управляющих команд от горочной системы, и его работу в автоматическом режиме без участия персонала;

- контроль параметров технологического процесса работы горки.

Маневровая автоматическая локомотивная сигнализация (МАЛС) – комплекс технических и программных средств, обеспечивающих повышение безопасности движения при производстве маневровой работы на путях станции, увеличение скорости производства маневров за счет адресной обработки действующих ограничений скорости движения и применения систем спутникового позиционирования, цифровой радиосвязи и цифровой модели станции.

Специализированная автоматизированная система управления станционными процессами (АСУ СП, ИТАУР) – комплексная система автоматизации станционных процессов, обеспечивающая выполнение технологических операций работниками линейного подразделения через специализированные рабочие места.

Основными задачами, решаемыми АСУ станции (ИТАУР), являются:

- ведение актуальной вагонной модели станции;

- планирование поездообразования и работы станции во взаимодействии с центром управления перевозками;

- формирование сортировочного листка для автоматической работы горочных устройств;

- автоматическое ведение графика исполненной работы на основе спутниковой навигации и других средств автоматического съема данных о результатах технологических операций;

- оформление первичных технологических документов;

- взаимодействие на основе безбумажных технологий с локомотивными депо и другими предприятиями и ряд других функций.

Система автоматического закрепления подвижного состава – технические устройства, позволяющие в автоматическом режиме без участия персонала безопасно закреплять подвижной состав на приемо-отправочных путях станции.

Автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов – комплекс технических средств, обеспечивающий в составе технологического процесса станции:

- выявление нарушений требований габарита погрузки или смещения груза в процессе движения поезда;

- взвешивание подвижного состава и контроль допустимых весовых норм погрузки вагона;

- автоматическое списывание и распознавание номеров вагонов при наличии специализированного программного обеспечения и видеорекамера.

Автоматизированная система контроля инвентарных номеров вагонов – комплекс, обеспечивающий автоматическое списывание и распознавание номеров вагонов при приеме или отправлении поезда на/со станции, а также при выполнении различных технологических операций (прием, сдача подъездов на путь, перестановка вагонов из парка в парк и др.).

Микропроцессорная и/или релейно-процессорная электрическая централизация (МПЦ) – современный безопасный программно-аппаратный комплекс, в т.ч. с обеспечением киберзащиты, для централизованного управления стрелками, сигналами, переездами и другими объектами на станциях и перегонах с целью организации движения. Все операции по управлению стрелками и сигналами осуществляются посредством управляющего компьютера с рабочего места дежурного по станции. Преимуществом данной системы является возможность интеграции и взаимодействия с управляющими системами более высокого уровня, а также выполнение логического контроля за действиями дежурного по станции при организации движения поездов, в том числе в нестандартных ситуациях. Эффективна при наличии на станции более 50 стрелочных переводов, для станций с меньшим количеством стрелок более эффективным является применение релейно-процессорных централизаций.

Вспомогательные системы: освещение, радиоопвещение, видеонаблюдение – данные технические решения обеспечивают автоматическое управление наружным и внутренним освещением на станции и прилегающих участках, информирование работников на путях о происходящих перемещениях поездов и вагонов по станции, соблюдение требований транспортной безопасности и контроль допуска сотрудников на объект.

Интегрированная система обмена технологическими документами – обеспечивает ведение технологических и перевозочных документов в электронном виде, в том числе с использованием электронной подписи при взаимодействии как внутренних, так и внешних участников перевозочного процесса.

Автоматизированная система опробования тормозов – проверка технического состояния тормозного оборудования поезда с автоматической записью параметров, гарантирующих требования безопасности при формировании поездов.

Система управления транспортным узлом (АСУ ТУ) – программный комплекс, обеспечивающий автоматизированное планирование работы транспортного узла во взаимодействии с другими видами транспорта и клиентами, в том числе обмен электронными данными между АСУ других отраслей транспорта.

Мобильные рабочие места – переносные устройства, позволяющие организовать выполнение и дистанционный контроль технологических операций.

Комплекс автоматического приготовления станционных маршрутов движения – программно-технический комплекс, предназначенный для реализации задач автоматического приготовления станционных маршрутов на основе смоделированных процессов работы станции и текущей поездной обстановки.

Комплекс автоматической установки маршрутов пропуска (АУМ) – комплекс программно-технических средств, обеспечивающий автоматическое формирование заданий на приготовление маршрутов пропуска поездов по промежуточным станциям с учетом текущей поездной обстановки на прилегающих участках, реализуемый уровнем диспетчерского управления с передачей информации на МПЦ (РПЦ).

Диспетчерская централизация – комплекс программно-технических средств, предназначенный для

организации дистанционного управления стрелками и сигналами нескольких станций с рабочего места поездного диспетчера. Во взаимодействии с комплексом АУМ сигналы и стрелки могут управляться автоматически на основе актуального графика движения поездов на участке [8, 9].

Для промежуточной станции основными компонентами будут являться следующие технические и аппаратно-программные модули:

- релейно-процессорная централизация;
- диспетчерская централизация;
- комплекс автоматической установки маршрутов пропуска (АУМ).

Если на станции выполняются грузовые или технические операции, то она должна быть подключена к основной базовой АСУ станции и обеспечить передачу для нее необходимой информации, в том числе с применением мобильных рабочих мест с обеспечением требований информационной безопасности [10].

Телекоммуникационная среда и IT-инфраструктура

Одним из решающих факторов создания «цифровой железной дороги» является формирование высокопроизводительной и надежной телекоммуникационной среды.

В части организации сетей связи и систем передачи данных целесообразно:

- широкое применение цифровых стандартов железнодорожной оптоволоконной и радиосвязи, обеспечивающих высокий уровень криптозащиты каналов передачи ответственных управляющих команд на подвижной состав и объекты инфраструктуры;
- развитие оптической транспортной телекоммуникационной платформы на базе технологий волнового спектрального уплотнения (DWDM/CWDM) с планомерным увеличением пропускной способности;
- построение пакетных мультисервисных сетей на основе технологии IP/MPLS;
- развитие оптических сетей доступа на базе технологии GPON;
- развитие сети оперативно-технологической связи с применением полигонных решений IP OTS;
- развитие сети оперативно-технологической связи с применением мультисервисных решений и принципов георезервирования;
- развитие применения цифровых систем технологической радиосвязи на базе специализированных технологий GSM-R и LTE-R, технологий конвенциональной и профессиональной радиосвязи стандартов DMR и TETRA;
- развитие систем мониторинга и диагностики объектов связи на базе перспективных технологий, в том числе диагностики волоконно-оптических кабелей и объектов железнодорожной радиосвязи;
- централизация управления оборудованием технологической сети связи.

В части развития IT-инфраструктуры предусматривается:

- оптимизация производительности работы IT-систем на базе современных технических решений, упрощения архитектуры комплекса и технологии его сопровождения, обеспечение резерва ресурсов для решения перспективных задач в объеме сети дорог;

- разработка и внедрение технических требований и решений в области информационной безопасности и киберзащиты систем управления движением поездов и подвижного состава;

- формирование импортонезависимой информационной среды для микропроцессорных систем АСУ технологическими процессами ответственных производственных объектов (ОПО) с учетом требований киберзащиты;

- создание банка доверенных аппаратных и программных средств и развитие отечественных САПР;

- приоритетное применение программного обеспечения с открытым исходным кодом при создании ответственных АСУ технологическими процессами, обеспечивающее значительное повышение качества программного обеспечения и эксплуатационную надежность как основного фактора технической безопасности.

Каждый компьютеризированный модуль систем управления ответственными технологическими процессами должен рассматриваться как «функциональный белый ящик», что позволяет облегчить процесс функциональной валидации и демонстрации технической безопасности.

Особую роль в развитии IT-инфраструктуры занимает использование современных платформ виртуализации вычислительных ресурсов, которое способно увеличить коэффициент полезного использования серверов и упростить обслуживание систем, снизив расходы на их эксплуатацию.

Технологии облачных вычислений в настоящее время широко используются в производственной среде холдинга «РЖД» и хорошо зарекомендовали себя как средство снижения затрат на поддержку IT-инфраструктуры и увеличения ее гибкости.

Реализация облачных технологий в холдинге «РЖД» к 2025 г. позволит существенно преобразовать модель предоставления сервисов бизнес-подразделениям. Гибкость виртуальной среды будет реализована за счет решения по динамическому распределению нагрузки на физическое оборудование, что подразумевает автоматическую «горячую» миграцию систем без их остановки на менее загруженное оборудование. Эти возможности позволят также повысить доступность и надежность систем за счет возможности обслуживания и ремонта оборудования без остановки систем.

Особое внимание необходимо уделить защите от киберугроз, которая должна строиться на основе централизованного мониторинга ответственных объектов автоматизированных систем управления перевозочным процессом с применением передовых методов и средств защиты информации объектов технических систем, сетевой инфраструктуры и специальных шлюзов, обеспечивающих требования киберзащиты распределенных микропроцессорных систем управления движением поездов [11, 12].

Активные и пассивные системы при помощи квалифицированного персонала должны обеспечивать постоянную бдительность с целью выявления актов кибертерроризма. Они должны включать в себя функции обнаружения, предотвращения попыток кибератак, устранения возникших инцидентов и поставарийное восстановление системы безопасности. Допуск технических средств на инфраструктуру должен осуществляться на

основе комплексной проверки функциональной и информационной безопасности (киберзащиты).

Аварийные ситуации должны постоянно отслеживаться и документироваться. Должны быть установлены специальные регламенты работы сотрудников с программным обеспечением, а также контроль строгого соблюдения правил обеспечения безопасности во избежание «инфицирования» и распространения вредоносных программ.

Выводы

Концепция Цифровой железной дороги должна помочь объединить усилия по трансформации ОАО «РЖД» с реализацией государственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», определить технологические инструменты реализации Долгосрочной программы развития в условиях повсеместного проникновения цифровых технологий.

Многое в Компании уже сделано. Так, услуги грузоотправителям предоставляются в «одно окно», при этом применяются цифровая подпись под заявкой на перевозку и цифровое таможенное декларирование грузов. Если раньше эта процедура занимала трое суток, то сейчас - меньше часа. Работает и электронная торговая площадка «Грузовые перевозки». Через нее в ЦФТО уже обратились и получили услуги сотни клиентов, которые до этого не возили грузы по железным дорогам.

На современном этапе важно консолидировать отдельные направления развития цифровых технологий, которые уже есть в компании, и увязать их в единый проект с последними достижениями науки. Но существует ряд проблем, решить которые планируется в рамках проекта. В их числе создание методической и научной базы для управления стоимостью жизненного цикла технических систем и оборудования на основе цифровых технологий. А также разработка нового поколения бортовых систем безопасности для локомотивов с элементами искусственного интеллекта и тренажерных комплексов с использованием технологий виртуальной и дополненной реальности. Для этого необходимо развитие корпоративной культуры, ориентированной на инновации.

Ключевыми объектами для внедрения цифровых технологий и использования, в частности, методов цифрового моделирования должны стать железнодорожные станции. В качестве примеров успешного внедрения современных технологий в производственные и перевозочные процессы являются станции Лужская и Челябинск-Главный, где уже действуют интеллектуальные системы управления и метод беспилотного вождения поездов. А Московское центральное кольцо, является своеобразной мини-моделью цифровой железной дороги. На МЦК развиваются цифровые системы контроля в интервальном регулировании движения поездов, их действие основано на абсолютно новых принципах, которые до этого ещё нигде не применялись.

В ходе внедрения проекта «Цифровая железная дорога» необходимо в корне изменить отношение к человеческому фактору, поскольку именно человек с его компетенциями и опытом может привносить в цифровые технологии новые смыслы, а также умело управлять ими. Именно человеческий фактор должен стать в этом процессе важным звеном.

Литература

1. Базовый проект научно-технического развития холдинга «РЖД»: «Цифровая железная дорога», [Электронный ресурс]. URL: <http://rly.su/ru/book/export/html/7017> - (дата обращения: 10.11.2017).
2. Газета «Гудок»: «Цифровая железная дорога: настоящее и будущее», [Электронный ресурс] . URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/> - (дата обращения: 10.11.2017).
3. Железные дороги мира: концепция «Цифровая железная дорога», [Электронный ресурс] . URL: <http://www.zdmira.com/> - (дата обращения: 10.11.2017).
4. Комплексный научно-технический проект: Стратегия научно-технического развития холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и перспективу до 2025 года «Цифровая железная дорога», [Электронный ресурс]. URL: http://www.rzd-expro.ru/innovation/BelKniga_2015.pdf (дата обращения: 10.11.2017).
5. Вакуленко С.П., Куренков П.В. Интермодальные и мультимодальные перевозки в транспортных коридорах Европы и Азии // Железнодорожный транспорт.- 2016.- № 6.- С.73-77.
6. Куренков П.В., Москвичев О.В., Москвичева Е.Е. Концептуально новая транспортно-технологическая схема работы с контейнерами на транспорте // Бюллетень транспортной информации.- 2009.- № 1 (163).- С.22-25.
7. Покровская О.Д., Самуйлов В.М., Неволлина А.Д. Инфраструктура международных транспортных коридоров // Инновационный транспорт.- 2013.- № 3 (9).- С.33-37.
8. Холопов К.В. СМГС: новые правила международных железнодорожных перевозок грузов. Что обязательно надо знать об этом экспортёру // Российский внешнеэкономический вестник.- 2016.- № 5.- С.71-81.
9. Холопов К.В., Соколова О.В. Проблемы функционирования и основные направления построения и регулирования российского рынка международных транспортно-логистических и транспортно-экспедиторских услуг // Российский внешнеэкономический вестник.- 2016.- № 1.- С.68-81.
10. Морозов В.Н. Перспективы развития контейнерных перевозок в международных трансконтинентальных сообщениях // Транспорт: наука, техника, управление. – 2009. - №1. – С.3-6.
11. Лёвин С.Б. Управление перевозочным процессом транспортной компании // Транспорт: наука, техника, управление. – 2015. - №1. – С. 48-52.
12. Лёвин С.Б. Создание электронной отчетной документации транспортной компании // Транспорт: наука, техника, управление. – 2016. - №5. – С.. 54-58.

Сведения об авторах

Резер Семён Моисеевич, доктор техн. наук, профессор, заведующий ОНИ по транспорту ВНИИТИ РАН, заведующий кафедрой «Коммерческая эксплуатация транспорта и тарифы» Московского университета транспорта (РУТ - МИИТ).

Тел. моб. 8(495) 764 26 78

E-mail: guilldexp@yandex.ru.

Резер Алексей Владимирович, доктор экон. наук, профессор кафедры «Финансы и кредит», Российский университет транспорта (РУТ - МИИТ),

127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9

Тел. 8 (495) 684-29-19

E-mail: guilldexp@yandex.ru.

Лёвин Сергей Борисович, д.т.н. Московского государственного университета путей сообщения (МГУПС- МИИТ), генеральный директор ООО «РРЛ» (Rail & Road Logistics),

123290, г. Москва, 1-й Магистральный тупик, 5А

Тел. 8-495-211-2112

E-mail: SL@9915535.ru.

Ляхова Анастасия Юрьевна, инженер, аспирант Российского университета транспорта (МИИТ).