



МОНИТОРИНГ

ЦНТИБ – филиал ОАО «РЖД»

**РОССИЙСКИЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ
В ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ
ПЕРЕВОЗКАМИ**

II ПОЛУГОДИЕ 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ.....	4
Интеграция систем СВТС на железнодорожном транспорте (Германия).....	4
Железные дороги Германии готовятся к внедрению системы радиосвязи FRMCS в рамках реализации проекта «Цифровая железная дорога».....	5
Компания Railergy разработает беспилотный горочный локомотив для DB Cargo (Германия)	5
DB и Siemens представили первый автоматизированный поезд для S-Bahn Гамбурга (Германия).....	6
Компания Alstom оборудует системами ETCS и автоведения поезда для городских и региональных линий Штутгарта (Германия).....	7
Компания-оператор Banedanmark завершила оснащение шестой линии в Дании системой ETCS	9
Компания Stadler покупает BÄR Bahnsicherung, поставщика решений в сфере железнодорожной автоматики и телемеханики	9
Компания Thales модернизирует системы СЦБ и связи на двух линиях в Египте.....	10
В Китае введена в эксплуатацию первая полностью автоматизированная монорельсовая линия	11
На испытательном полигоне в Велике будут проводиться испытания беспилотных поездов (Чехия).....	12
Siemens оборудует устройствами ETCS локомотивы ČD Cargo (Чехия).....	12
Компания Siemens Mobility модернизирует крупнейшую в Швейцарии сортировочную станцию	13
Компании Hitachi Rail и Linbrooke заключили контракт на цифровую сигнализацию Gloucester (Англия)	14
Компания Ricardo сертифицировала новую МПЦ южнокорейской компании LS Electric .	14
Компания Alstom построит системы сигнализации по двум контрактам в Турции.....	15
Компания Alstom оборудовала системой ETCS первый локомотив в Турции.....	16
Компания Alstom оборудует системой автоведения 34 поезда для железных дорог Люксембурга.....	16
В Финляндии готовятся к беспилотным грузовым перевозкам	17
С компанией Siemens Mobility заключен контракт на внедрение системы СВТС между Малайзией и Сингапуром.....	18
Network Rail сотрудничает с Thales для продвижения цифровых проектов на железнодорожной сети Великобритании.....	18
Болгария начинает работы по внедрению системы ERTMS на линии Пловдив – Бургас...	19
Компании Transport for New South Wales и Sydney Trains заключили контракт с Alstom на разработку, установку и техническое обслуживание системы ETCS (Австралия)	20

Правительство штата Квинсленд приняло решение об оснащении поездов системой ETCS (Австралия).....	20
О подходах к обеспечению функциональной безопасности и надежности железнодорожных систем управления (зарубежный опыт).....	21
Белорусская железная дорога на всех крупных станциях внедрит новую автоматизированную систему	30
В Казахстане началась тестовая эксплуатация новейшей системы микропроцессорной централизации CTRL@LOCK 400.....	31
РОССИЙСКИЙ ОПЫТ	33
РКС создают технологию беспилотного управления поездами на основе высокоточных сигналов ГЛОНАСС.....	33
Цифровые двойники для «Ласточек»	34
Расширение функциональных возможностей платформы ИРС «Перевозки» по итогам 2021 года	36
Инновационная интеллектуальная система управления перевозочным процессом	39
Концепция перспективного диспетчерского управления на сети железных дорог.....	44
Центры управления перевозками: эволюция и целевое состояние	50
Совершенствование перевозочного процесса на основе научно-исследовательских проектов	57

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Интеграция систем СВТС на железнодорожном транспорте (Германия)

Система управления движением поездов на основе технологий связи (СВТС) в настоящее время во всем мире является признанным лидером в области оборудования систем железнодорожного транспорта с высокой пропускной способностью. В соответствии со стандартом IEC 62290 системы СВТС поддерживают автоматические режимы работы от GoA2 (с машинистом на борту) до GoA4 (полностью автоматизированное движение без машиниста).

В Германии есть конкретные планы по замене обычных систем управления движением и ограждение поезда на полуавтоматические системы СВТС на существующих сетях, к примеру, в Гамбурге (линии U2 и U4) и Франкфурте-на-Майне (вся сеть городской железной дороги). Оборудование подвижного состава, особенно уже эксплуатируемого, наряду с разработкой систем СВТС со стороны подвижного состава и путевой инфраструктуры, ставит особые требования к взаимодействию между производителем сигнализационного оборудования, с одной стороны, и производителем подвижного состава, с другой.

VGF – предприятие общественного транспорта Франкфурта-на-Майне по итогам тендера, запущенного в начале 2021 года, выбрало компанию Siemens Mobility в качестве поставщика системы управления движением поездов по радиоканалу (СВТС) для метрополитена этого города. Во Франкфурте-на-Майне система получит название DTC (Digital Train Control System). В дальнейшем планируется развернуть систему DTC также на трамвайной сети, а также обеспечить сопряжение DTC с центральным компьютером, который будет использоваться для управления всей транспортной системой мегаполиса.

На метрополитене Франкфурта-на-Майне система DTC будет работать с уровнем автоматизации GoA2. Интервалы между поездами будут регулироваться посредством подвижных блок-участков.

На первых двух линиях метро U4 и U5 планируют ввести систему DTC в эксплуатацию уже в 2025 г., а на всей сети из девяти линий – в 2031 году. Ожидается, что это позволит сократить до 2 мин. межпоездные интервалы, снизить на величину до 20% расход электроэнергии на тягу поездов и повысить устойчивость работы метро.

*Источники: railwaygazette.com, 14.12.2021 (англ. яз.);
Eisenbahntechnische Rundschau. – 2021. – № 6. – S. 30-33 (нем. яз.)*

Железные дороги Германии готовятся к внедрению системы радиосвязи FRMCS в рамках реализации проекта «Цифровая железная дорога»

Компания Digitale Schiene Deutschland (DSD), отвечающая в рамках одноименного проекта за развертывание на железных дорогах Германии (DB) цифровых систем сигнализации, завершила выполнение четырех исследовательских проектов по системе железнодорожной радиосвязи нового поколения FRMCS, которая построена на основе стандарта 5G.

Исследования проводились совместно с промышленными партнерами – компаниями Ericsson, Kontron Transportation, Nokia и Vodafone. FRMCS должна прийти на смену эксплуатируемой ныне системе радиосвязи GSM-R, основанной на стандарте 2G. Изучались, в первую очередь, возможности применения FRMCS для обмена информацией с поездами в европейской системе управления движением поездов ETCS, системах автоведения, дистанционного управления поездов и видеонаблюдения.

В дополнение к технологиям 5G система FRMCS использует фреймворк Mission Critical Services (MCX) для ответственных приложений, который также будет стандартизирован консорциумом 3GPP. Возможности применения MCX изучались совместно с компанией Kontron Transportation.

Отчеты с результатами исследований доступны на сайте Digitale Schiene Deutschland.

Источник: digitale-schiene-deutschland.de, 02.11.2021 (нем. яз.)

Компания Railergy разработает беспилотный горочный локомотив для DB Cargo (Германия)

Грузовой оператор DB Cargo, входящий в состав железных дорог Германии (DB), намерен полностью автоматизировать локомотивы, используемые для надвига составов на сортировочные горки. Разработчиком системы беспилотного управления выбрана компания Railergy со штаб-квартирой в Аугсбурге (Бавария), которая должна также обеспечить допуск системы к эксплуатации.

Испытания и работы, связанные с допуском к эксплуатации, проведут на сортировочной станции Мюнхен-Северный. Они должны быть завершены до конца 2024 года. В ходе испытаний системой будет оборудован маневровый тепловоз серии 296 из парка DB Cargo, а для получения допуска к эксплуатации в режиме с уровнем автоматизации GoA4 предполагается использовать один из современных гибридных локомотивов.

Компания Railergy обладает многолетним опытом дооснащения локомотивов бортовыми системами, включая средства позиционирования и

дистанционного управления по радиоканалу. Она разработала модульную систему управления локомотивом (TCMS), которую можно устанавливать на старый тяговый подвижной состав и в которой имеются все необходимые интерфейсы для подключения бортовых устройств автоведения, европейской системы управления движением поездов ETCS и другого цифрового оборудования. Кроме того, Railergy совместно с германским отделением компании Thales разработала систему дистанционного управления локомотивом с использованием сети радиосвязи стандарта 5G.

К проекту создания системы беспилотного управления горочным локомотивом Railergy привлекает компании Bachleitner Technology (безопасная аппаратная платформа и камеры), Ouster (3D-лидары), ParkVi (обработка изображений), Applanix (спутниковые и инерциальные навигационные системы), Systerel SAS (сопровождение процедур подтверждения безопасности и допуска к эксплуатации).

Планируется внедрение инновационной системы определения местоположения локомотива, не предполагающей установку путевых приемопередатчиков. Для безопасного определения местоположения со сравнительно невысокой (около 3 м) точностью будут задействованы импульсные колесные датчики в сочетании с высокоточной электронной картой путей и средствами безопасного распознавания элементов инфраструктуры (таких как светофоры и сооружения). Дополнительно предусмотрено применить позиционирование посредством спутниковой навигации с точностью около 0,5 м для управления локомотивом.

Для безопасного распознавания объектов предполагается использовать надежные технологии измерения и анализа без участия искусственного интеллекта (ИИ). Одновременно с целью повышения эффективности работы локомотива намечена параллельная работа системы распознавания препятствий на основе ИИ, допуск которой к эксплуатации станет возможным за счет контроля ее работы со стороны средств безопасного распознавания объектов.

DB Cargo планирует испытать на станции Мюнхен-Северный также другие инновационные технологии, в том числе автоматизированное опробование тормозов и цифровую автосцепку.

Источник: railwaygazette.com, 26.10.2021 (англ. яз.)

DB и Siemens представили первый автоматизированный поезд для S-Bahn Гамбурга (Германия)

Железные дороги Германии (Deutsche Bahn, DB) и компания Siemens продемонстрировали первый автоматизированный поезд, разработанный в

рамках проекта цифровой городской железной дороги в Гамбурге (Digital S-Bahn Hamburg), который является частью проекта цифровизации железных дорог DB (Digital Rail Germany). Общий объем инвестиций от партнеров проекта – DB, Siemens Mobility и администрации Гамбурга составил 69,37 млн долл. США (60 млн евро).

Поезд курсирует по участку протяженностью 23 км городской железной дороги (S-Bahn) Гамбурга в автоматическом режиме с машинистом на борту, контролирующим движение. Маневровые операции, такие как оборот поезда на конечной станции маршрута, осуществляются в полностью беспилотном режиме (с уровнем автоматизации GoA4).

Запуск автоматизированных поездов приурочен к проходящему в Гамбурге с 11 по 15 октября Международному конгрессу по интеллектуальным транспортным системам (ITS). В дни его проведения по участку Берлинер Тор – Бергедорф – Аумюле линии 21 обращаются четыре таких поезда.

Автоматизация движения поездов реализована с использованием автоведения (ATO) поверх европейской системы управления движением поездов (ETCS). Это техническое решение соответствует будущему европейскому стандарту. Передача на поезда команд управления осуществляется по радиоканалу. Ожидается, что такая система ATO поверх ETCS позволит повысить до 30% пропускную способность линий, а также сократить на 30% расход энергии, обеспечивая точное соблюдение графика движения с точностью до секунды.

В декабре 2021 года все четыре автоматизированных поезда введут в постоянную эксплуатацию. Они будут работать совместно с обычными поездами. В дальнейшем систему ATO поверх ETCS планируют развернуть на всей городской железной дороге Гамбурга.

Источник: railway-technology.com, 12.10.2021 (англ. яз.)

Компания Alstom оборудует системами ETCS и автоведения поезда для городских и региональных линий Штутгарта (Германия)

DB Regio – оператор региональных перевозок железных дорог Германии (DB) подписал контракт с компанией Alstom на оборудование 215 поездов городской железной дороги (S-Bahn) Штутгарта устройствами европейской системы управления движением поездов ETCS и автоведения (ATO).

Контракт заключен в рамках проекта Stuttgart 21, предусматривающего обновление Штутгартского железнодорожного узла. Дооборудованы устройствами ETCS и ATO будут поезда серий BR 423 и BR 430, курсирующие

по линиям городской железной дороги и магистральным линиям в Штутгарте и его пригородах. Стоимость контракта – 130 млн евро.

Внедрение ETCS уровня 2 (а в будущем и ETCS уровня 3) в сочетании с автоведением с уровнем автоматизации GoA 2 позволит стабилизировать перевозочный процесс, сократить межпоездные интервалы и увеличить плотность движения.

В рамках контракта Alstom сначала оборудует ETCS и АТО два предсерийных поезда BR 423 и четыре поезда BR 430. Эти работы, включая повторный допуск предсерийных поездов к эксплуатации, должны быть завершены до конца 2023 года. Затем начнется серийное дооснащение поездов, а с января 2025 года подвижной состав с ETCS и АТО начнет курсировать по участкам, оборудованным ETCS уровня 2. В конце 2025 года планируется ввести в эксплуатацию ETCS уровня 2 и АТО на опорном участке сети S-Bahn, по которому проходит несколько маршрутов городской железной дороги. При этом будет повышена интенсивность движения поездов.

Поезда серий BR 423 и BR 430 строились с участием компании Bombardier Transportation, которая теперь входит в состав Alstom.

Кроме того, компания Alstom оборудует системами ETCS и АТО еще 118 региональных поездов. Согласно новому контракту первый этап внедрения на поездах ETCS и АТО с уровнем автоматизации GoA2 завершится до конца 2024 года. Предусмотрено также обновление этих устройств в период до 2027 года для удовлетворения требований будущего европейского стандарта TSI на системы управления и обеспечения безопасности движения поездов, принятие которого ожидается в 2022 году.

В частности, впервые в Германии региональные поезда оснастят средствами контроля целостности, что позволит перейти к ETCS уровня 3, а также поэтапно оборудуют устройствами перспективной системы цифровой железнодорожной радиосвязи FRMCS, соответствующей стандарту 5G.

В качестве заказчика выступает Немецкий государственный институт железнодорожного транспорта земли Баден-Вюртемберг (Germany's Baden-Wuerttemberg State Institute for Rail Vehicles, SFBW), который отвечает за подвижной состав, предоставляемый операторам перевозок для обслуживания региональных сообщений в федеральной земле Баден-Вюртемберг. В феврале 2021 года в рамках проекта цифровизации Штутгартского узла был подписан контракт с компанией Thales на поставку систем микропроцессорной централизации, стационарного оборудования ETCS уровня 2 и автоведения, а также системы автоматизированного диспетчерского управления движением поездов CTMS.

В ходе исполнения контракта Alstom будет активно сотрудничать с SFBW в вопросах разработки требований к системе контроля целостности поезда,

передачи данных о состоянии поезда в систему CTMS, поэтапного перехода к системе FRMCS и реализации стандартизированных интерфейсов бортовых устройств управления и безопасности в соответствии с эталонной архитектурой OCORA.

*Источники: railway-technology.com, 02.07.2021 (англ. яз.);
globalrailwayreview.com, 29.06.2021 (англ. яз.)*

Компания-оператор Banedanmark завершила оснащение шестой линии в Дании системой ETCS

Оператор инфраструктуры железных дорог Дании (DSB) – компания Banedanmark завершила оснащение европейской системой управления движением ETCS уровня 2 участка Могенstrup – Нюкёбинг-на-Фальстере линии, соединяющей город Рингsted со строящимся Фемарнбельтским тоннелем. Это шестая магистральная линия в стране, оснащаемая средствами ETCS. Система соответствует спецификации базовой версии 3.

В 2012 году компания Alstom выиграла конкурс на заключение контракта стоимостью 300 млн евро, предусматривающего внедрение системы ETCS на двухпутных линиях протяженностью 510 км и однопутных длиной 260 км на островах Зеландия и Фюн. Кроме того, по условиям контракта на поставщика возлагается техническое обслуживание системы в течение 25 лет, а также оговорена возможность оснащения бортовой аппаратурой ETCS 789 локомотивов и поездов по отдельному соглашению стоимостью 200 млн евро. Совместное предприятие компаний Thales и Strukton (ранее – Balfour Beatty) разворачивает ETCS на западной части сети железных дорог Дании.

В 2022 году Banedanmark планирует ввести в эксплуатацию систему ETCS на линии Вигерслев – Рингsted на острове Зеландия и участках Вайле – Хольстебро и Хернинг – Сканнерборг на острове Ютландия.

Первоначально планировалось завершить развертывание системы ETCS на железнодорожной сети Дании к 2023 году, однако в 2017 году правительство перенесло этот срок на 2030 год.

Источник: railjournal.com, 09.12.2021 (англ. яз.)

Компания Stadler покупает BÄR Bahnsicherung, поставщика решений в сфере железнодорожной автоматики и телемеханики

Компания Stadler приобретает швейцарскую компанию BÄR Bahnsicherung, которая является поставщиком услуг и технических решений в

сфере обеспечения безопасности и управления движением поездов. Ранее усилия Stadler были сконцентрированы на бортовых устройствах безопасности, теперь же компания намерена предлагать и цифровые решения для инфраструктуры железнодорожной автоматики и телемеханики, в том числе систему микропроцессорной централизации (МПЦ) EUROLOCKING компании BÄR Bahnsicherung, разработанную и сертифицированную в соответствии с европейскими нормами.

Компания BÄR Bahnsicherung со штатом 130 чел. основана более 30 лет назад и является крупнейшим в Швейцарии независимым поставщиком услуг в области безопасности движения поездов, включая проектирование, разработку, инжиниринг, ввод в эксплуатацию и проверку безопасности. Система МПЦ EUROLOCKING основана на серийно выпускаемых программируемых контроллерах HIMax и HIMatrix компании HIMA (Германия), их применяют также многие другие изготовители в своих МПЦ.

Компания Stadler вышла на рынок железнодорожной автоматики и телемеханики в 2016 году, чтобы не зависеть от своих прямых конкурентов при оснащении подвижного состава бортовыми устройствами европейской системы управления движением поездов (ETCS). Разработанная Stadler бортовая система GUARDIA реализует функции ETCS, в 2019 году она получила допуск к эксплуатации и уже внедрена в нескольких европейских странах. В дальнейшем Stadler разработала технологическую платформу системы управления движением поездов по радиоканалу (CBTC) для городских рельсовых транспортных систем и малоделятельных железных дорог. Эта CBTC уже внедряется, в частности, в США.

С покупкой BÄR Bahnsicherung у компании Stadler появится возможность участвовать в масштабных проектах цифровизации инфраструктуры железных дорог.

Источник: railjournal.com, 29.11.2021 (англ. яз.)

Компания Thales модернизирует системы СЦБ и связи на двух линиях в Египте

Национальные железные дороги Египта (ENR) подписали с французской компанией Thales рамочное соглашение об обновлении систем СЦБ и связи на двух линиях суммарной протяженностью почти 160 км. Обе линии проходят в дельте Нила на севере страны и играют важную роль в системе железнодорожных перевозок Египта. ENR намерены повысить их пропускную способность, в том числе за счет строительства вторых путей.

По условиям соглашения Thales также исследует возможности создания системы диспетчерского управления движением поездов для сети ENR и внедрения на упомянутых двух модернизируемых линиях европейской системы управления движением поездов ETCS уровня 1.

ENR и Thales подписали также меморандум о взаимопонимании, предусматривающий модернизацию систем централизации на двух станциях в Каире, что позволит завершить реконструкцию магистрали Александрия – Каир.

Ранее, в 2017 году, был заключен контракт между ENR и Thales о модернизации систем сигнализации и связи на одном из участков коридора Александрия – Каир – Асуан

Источник: thalesgroup.com, 10.11.2021 (англ. яз.)

В Китае введена в эксплуатацию первая полностью автоматизированная монорельсовая линия

В китайском городе Уху (провинция Аньхой) введена в постоянную эксплуатацию первая в стране полностью автоматизированная линия эстакадной монорельсовой системы Innovia. Поставку подвижного состава с тяговым приводом Mitrac и системы управления движением поездов по радиоканалу (CBTC) Cityflo 650 выполнили китайские совместные предприятия компании Alstom: CRRC Puzhen Bombardier Transportation Systems (PBTS), Bombardier NUG Signalling Solutions (BNS) и Bombardier NUG Propulsion System (BNP). При строительстве инфраструктуры использовали готовые конструкции заводского изготовления, что позволило облегчить и ускорить процесс их монтажа на месте установки.

Новая монорельсовая линия длиной 30,46 км с 25 станциями оснащена системой автоведения с уровнем автоматизации GoA4, позволяющей управлять поездом без машиниста на борту. Ее обслуживают 28 шестивагонных поездов, рассчитанных на эксплуатационную скорость 80 км/ч. Хорошие динамические характеристики, способность преодолевать крутые подъемы и вписываться в кривые малого радиуса в сочетании с энергоэффективностью, экологичностью, низким уровнем шума и вибрации делают этот вид транспорта привлекательным для использования в городской среде.

Источник: railwaygazette.com, 04.11.2021 (англ. яз.)

На испытательном полигоне в Велиме будут проводиться испытания беспилотных поездов (Чехия)

Чешский Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (Výzkumný Ústav Železniční, VUZ) ежегодно расходует около 2,5 млн евро на содержание и обновление инфраструктуры испытательного полигона в Велиме. Программа на ближайшие 5 лет предусматривает увеличение инвестиций до 24 млн евро. Значительная часть средств будет направлена на оснащение малого испытательного кольца длиной 3951 м европейской системой управления движением поездов ETCS. Этой системой уже оборудовано большое кольцо протяженностью 13,28 км, рассчитанное для движения со скоростью до 230 км/ч. В инвестиционную программу входит подготовка полигона в Велиме для испытаний технологий вождения беспилотных поездов, в частности для систем городского и пригородного транспорта.

Кроме того, важной статьёй расходов являются вложения в технологии, направленные на сокращение выбросов углекислого газа и снижение экологических последствий, связанных с деятельностью полигона. Испытательный центр намерен гарантировать клиентам, что потребляемая электроэнергия в полном объеме произведена из возобновляемых источников.

Источник: railjournal.com, 18.10.2021 (англ. яз.)

Siemens оборудует устройствами ETCS локомотивы ČD Cargo (Чехия)

Компания Siemens Mobility и словацкий изготовитель подвижного состава ŽOS Vrútky получили заказ от национального чешского грузового оператора ČD Cargo на оборудование электровозов серии 130 бортовыми устройствами европейской системы управления движением поездов ETCS.

Локомотивы (до 41 ед.) будут оснащены аппаратурой Trainguard 200, реализующей функции ETCS уровня 2. Это позволит использовать их в международных грузовых перевозках на территории Польши, Чехии и Словакии. В бортовом устройстве будут предусмотрены также специализированные модули передачи для реализации функций национальных систем АЛС.

Для Siemens этот контракт означает выход на рынок бортового оборудования ETCS в Чехии и Словакии.

Компания ŽOS Vrútky располагает предприятием в г. Врутки на северо-западе Словакии, строит вагоны, дизель- и электропоезда в сотрудничестве с

ведущими европейскими изготовителями, такими как Stadler, и специализируется, в том числе на ремонте электровозов/

Источник: railtarget.eu, 03.08.2021 (англ. яз.)

Компания Siemens Mobility модернизирует крупнейшую в Швейцарии сортировочную станцию

Федеральные железные дороги Швейцарии (SBB) подписали с компанией Siemens Mobility контракт на модернизацию крупнейшей в стране сортировочной станции Лимматталь, расположенной недалеко от границы с Германией. На станции перерабатывают до 5500 вагонов ежедневно (до 330 вагонов в час в периоды пиковой нагрузки).

На станции Лимматталь имеются 18 путей в парке прибытия, два пути надвига и 64 подгорочных пути. Горка оборудована тремя тормозными позициями и подтягивателями вагонов на всех подгорочных путях. Для надвига используются локомотивы, управляемые по радиоканалу.

Сортировочная горка оборудована системой MSR32, введенной в эксплуатацию компанией Siemens Mobility в 1999 году. Согласно новому контракту компании предстоит модернизировать средства автоматического управления роспуском, включая:

- горочную автоматическую централизацию, в том числе быстродействующие стрелочные приводы и систему автоматического регулирования скорости;
- систему интегрированного дистанционного управления локомотивом по радиоканалу;
- балочные пружинно-гидравлические вагонные 21-ступенчатые замедлители;
- подтягиватели вагонов на всех 64 подгорочных путях.

Также будет модернизирована центральная диспетчерская система. Все эти работы будут осуществляться без прерывания технологического процесса на сортировочной станции Лимматталь и должны быть завершены в основном до конца 2024 года.

Замедлители первой тормозной позиции обновят в течение 96 ч во время пасхальных праздников в 2025 и 2026 гг.

Технические решения компании Siemens Mobility используются на всех швейцарских сортировочных станциях. В 2020 году модернизированную систему MSR32 успешно пустили на сортировочной станции Базель-2.

Источник: tadviser.com, 15.10.2021 (англ. яз.)

Компании Hitachi Rail и Linbrooke заключили контракт на цифровую сигнализацию Gloucester (Англия)

Контракт на проектирование новой системы сигнализации был заключен в рамках реализации масштабной рамочной программы Hitachi Rail Wales and Western Region Major Signalling Renewals Framework (MaSREF). Общая протяженность железнодорожных линий Уэльса и Западного региона составляет более 4345 км путей, пассажиропоток превышает 122 млн человек в год.

Новая система цифрового управления Signalling Command Control (SCC) заменит используемый в настоящее время тип коммутационных панелей, внедренных еще в 1960-х годах.

Новая система обеспечит оператору максимально полную актуальную картину, помимо этого она предусматривает установку обновлений в автоматическом режиме. Благодаря этим нововведениям Network Rail получит возможность более эффективно и оперативно реагировать на возникающие проблемы, что в свою очередь существенно повысит уровень комфорта для пассажиров и будет способствовать оптимизации процесса управления железнодорожным движением в целом. Новая технология также упростит переход к системе удаленной проверки наличия неисправностей, повсеместное внедрение которой позволит отказаться от осуществления осмотра вручную.

Согласно плану, в 2022 года Hitachi, Network Rail и Linbrooke будут совместно работать над внесением изменений в систему Wayside Standard Platform (WSP HS +) непосредственно для данного региона. Данная технология позволяет управлять оборудованием и объединяет функции безопасности, диагностики и сигнализации в едином пункте управления. Реализация проекта перейдет на следующий этап после проведения работ по адаптации новой технологии и получения одобрения со стороны Network Rail.

Источник: railway-technology.com, 13.10.2021 (англ. яз.)

Компания Ricardo сертифицировала новую МПЦ южнокорейской компании LS Electric

Отделение британской компании Ricardo в Республике Корея сертифицировало новую версию системы микропроцессорной централизации (МПЦ) LTran IX2 CBI 520V, подтвердив ее соответствие уровню безопасности SIL4 по стандартам EN 50126, EN 50128 и EN 50129. По сравнению с прежней версией МПЦ, которую также сертифицировала компания Ricardo в 2015 году,

переработаны центральный процессор, прикладное программное обеспечение и добавлены дополнительные коммуникационные порты.

Компания LS Electric намерена поставлять новую версию МПЦ не только на железные дороги Республики Корея, но и на рынки таких регионов, как Ближний Восток и Африка, Северная и Южная Америка.

В настоящее время в рамках глобальных проектов внедрено более 100 МПЦ компании LS Electric, в частности, в Бангладеш, Таиланде и на острове Тайвань.

МПЦ LTran IX2 CBI 520V отличают возможность централизованного или децентрализованного размещения аппаратуры на станции, реализация мультистанционной конфигурации, простое сопряжение с существующими системами СЦБ, а также с системами диспетчерской централизации (ДЦ) и управления движением поездов.

Помимо МПЦ, компания LS Electric поставляет также европейскую систему управления движением поездов ETCS уровней 1 и 2, систему управления движением поездов по радиоканалу CBTC, ДЦ, системы интервального регулирования и локомотивной сигнализации на основе рельсовых цепей, а также системы тягового электроснабжения для железных дорог.

Источник: rail.ricardo.com, 08.09.2021 (англ. яз.)

Компания Alstom построит системы сигнализации по двум контрактам в Турции

Компания Alstom заключила два контракта в Турции на оборудование современными средствами сигнализации строящейся высокоскоростной магистрали Бандырма – Бурса – Енишехир – Османели (ВВУО) и новой линии метрополитена Стамбула Чекмекёй – Санджактепе – Султанбейли (CSS).

На магистрали ВВУО протяженностью более 200 км предстоит развернуть европейскую систему управления движением поездов ETCS уровней 1 и 2 на основе аппаратуры INTERFLO 250 и 450, системы централизации, а также диспетчерский центр управления. Кроме того, Alstom установит интеллектуальные объектные контроллеры для сопряжения с действующими устаревшими системами и для сопряжения линейного оборудования с современными сетями волоконно-оптической связи и каналами радиосвязи GSM-R. После завершения реализации проекта на линии ВВУО система сигнализации и управления движением поездов будет совместима с бортовым оборудованием локомотивов и поездов всех типов, обращающихся

на железных дорогах Турции. Системы INTERFLO 250 и 450 разработаны компанией Bombardier Transportation, которая ныне входит в состав Alstom.

Контракт с метрополитеном Стамбула предусматривает поставку, монтаж, пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию системы управления движением поездов по радиоканалу (CBTC) на линии CSS длиной 11 км. Alstom установит напольное оборудование на восьми станциях и оснастит бортовыми устройствами четыре новых поезда. Внедрение беспилотных поездов на загруженной линии, провозная способность которой достигает 120 тыс. чел./ч, позволит сократить интервал попутного следования до 90 с без модернизации инфраструктуры.

Источник: globalrailwayreview.com, 25.11.2021 (англ. яз.)

Компания Alstom оборудовала системой ETCS первый локомотив в Турции

Компания Alstom передала железным дорогам Турции (TCDD) первый локомотив, оборудованный европейской системой управления движением поездов ETCS. Работы выполнены в рамках контракта на поставку систем сигнализации и связи для линии Эскишехир – Кютахья – Алайунт – Балыкесир протяженностью 328 км. Всего планируется дооснастить устройствами ETCS 26 локомотивов.

На линии внедряются разработанные Alstom напольное оборудование ETCS, системы микропроцессорной централизации (МПЦ) Smartlock, диспетчерского управления Iconis, а также сеть GSM-R, в зону действия которой войдет и примыкающий к линии участок Алайунт – Афьон-Карахисар.

Внедрение современных систем сигнализации и связи позволит повысить уровень безопасности и пропускную способность линии.

Источник: alstom.com, 16.09.2021 (англ. яз.)

Компания Alstom оборудует системой автоведения 34 поезда для железных дорог Люксембурга

Железные дороги Люксембурга (CFL) выбрали компанию Alstom в качестве поставщика бортовых устройств системы автоведения (АТО) для региональных поездов. Это будет первый подвижной состав регионального сообщения в Европе, оборудованный системой автоведения уровня GoA2 поверх европейской системы управления движением поездов ETCS. GoA2

подразумевает автоматизацию движения, при этом в кабине присутствует машинист, который может вмешаться в случае возникновения непредвиденной ситуации.

Компания Alstom оборудует системой АТО с уровнем автоматизации GoA2 парк из 34 новых двухэтажных поездов семейства Coradia, соглашение о поставке которых было подписано в 2018 году. Двухэтажные поезда повышенной вместимости постепенно будут вводиться в эксплуатацию с конца 2021 года в Люксембурге, а также в соседних странах – Бельгии и Франции. Их оснастят аппаратурой АТО на предприятии Alstom в Шарлеруа (Бельгия), которое является центром компетенций в сфере железнодорожной автоматизации.

Источник: alstom.com, 01.07.2021 (англ. яз.)

В Финляндии готовятся к беспилотным грузовым перевозкам

Финский проект, объединяющий около 20 различных организаций, нацелен на разработку концепции беспилотных грузовых перевозок на короткие расстояния по железнодорожным линиям. Работа идет в тесном контакте с компаниями сталелитейной и лесной промышленности, где для перевозок внутри предприятий или производственных кластеров традиционно используется автомобильный транспорт.

Координатором проекта является компания Proxion, которая также отвечает за развитие информационных систем. Датчики и программное обеспечение поставит компания VTT. Разработкой подвижного состава займется Steel Wheel, а Electric Power Finland будет отвечать за внедрение цифровых систем на железнодорожных линиях. Финансирование работ осуществляется участниками проекта совместно.

Проект ориентирован на подъездные пути предприятий, где требования к безопасности ниже, чем на магистральных линиях. Поезд, специально разработанный для проекта, сможет транспортировать до 300 т груза со скоростью до 20 км/ч. Два тяговых электродвигателя мощностью по 100 кВт будут питаться от аккумуляторных батарей, емкость которых обеспечивает запас хода до 20 км. Планируется использовать систему автоведения с уровнем автоматизации GoA4, работающую поверх европейской системы управления движением поездов ETCS. В системе будут задействованы радары, видеокамеры и камеры инфракрасного диапазона, инерционные датчики, спутниковая навигация и технологии позиционирования по опорным точкам.

В 2021-2022 гг. должны быть реализованы этапы исследований, разработок, моделирования и тестирования оборудования и программного

обеспечения в лабораторных условиях. Запуск пилотного проекта намечен в 2023 году.

Источник: railfreight.com, 07.08.2021 (англ. яз.)

С компанией Siemens Mobility заключен контракт на внедрение системы СВТС между Малайзией и Сингапуром

Компания Siemens Mobility выбрана в качестве поставщика системы управления движением поездов по радиоканалу (СВТС) и платформенных дверей для линии городской железной дороги, которая соединяет Джохор-Бару – столицу малайзийского штата Джохор и район Вудлендс на севере Сингапура.

Линия протяженностью 4 км проходит по дамбе, пересекающей Джохорский пролив. Она станет первой в мире трансграничной железной дорогой, оборудованной СВТС. Ожидается, что пассажиропоток на линии составит 10 тыс. чел. в час в обоих направлениях, что позволит разгрузить существующие пограничные переходы на автомобильных дорогах, улучшит транспортные связи между двумя государствами и будет способствовать экономическому развитию региона. В настоящее время поездки на работу и с работы через границу совершают примерно 300 тыс. чел. Линию будет эксплуатировать совместное предприятие RTS Operations, в котором участвуют транспортные операторы Малайзии и Сингапура.

Siemens Mobility намерена внедрить на линии систему Trainguard MT, которая реализует функции СВТС, а также два центра управления (по одному в каждой стране). На каждой станции установят платформенные двери. На малайзийской стороне предусмотрено депо, способное одновременно обслуживать восемь четырехвагонных поездов.

Источник: globalrailwayreview.com, 20.08.2021 (англ. яз.)

Network Rail сотрудничает с Thales для продвижения цифровых проектов на железнодорожной сети Великобритании

Британская компания-оператор Network Rail поручила Thales разработку новой системы сигнализационной связи и ее внедрение на магистральной линии восточного побережья East Coast Main Line (ECML). Проведение испытаний новой системы онлайн управления ключами (Online Key Management System, OKMS) запланировано на конец 2022 г., введение в эксплуатацию – на 2023 г. Отмечается, что она будет введена в эксплуатацию на

территории Великобритании в рамках реализации долгосрочной программы компании Network Rail, предусматривающей трансформацию национальной железнодорожной системы.

Данная инновационная технология будет играть ключевую роль в обеспечении бесперебойного функционирования обновленной железнодорожной системы, осуществляя обмен данными между наземным оборудованием и бортовыми элементами Европейской системы управления движением поездов (ETCS). Системы ETCS осуществляют передачу касающейся безопасности информации, имеющей критическое значение: к примеру, позиционирование поезда, при этом основной задачей является обеспечение безопасности и целостности передаваемых данных.

Новая система OKMS компании Thales основана на офлайн-технологии управления ключами, которая разрабатывалась специалистами Thales в Великобритании и Германии, и успешно применена в Польше и Израиле.

Новая версия получит все преимущества, которые может дать онлайн-соединение, выводя систему на новый уровень автоматизации.

Источник: thalesgroup.com, 20.07.2021 (англ. яз.)

Болгария начинает работы по внедрению системы ERTMS на линии Пловдив – Бургас

Национальная железнодорожная инфраструктурная компания Болгарии (NRIC) начала установку современных систем сигнализации и телекоммуникаций, включая ETCS Level 1, на участке линии Пловдив - Бургас, протяженностью 293 км, это поможет повысить уровень безопасности и эксплуатационной совместимости международных железнодорожных перевозок.

Проект включает модернизацию устройств СЦБ на 18 железнодорожных станциях, включая установку электронных блокировок, установку новой системы контроля движения поездов и системы видеонаблюдения, а также развертывание ETCS Level 1 на 271-километровом участке линии Маноле - Бургас.

Новая система TMS также будет внедрена в Пловдиве, а система мониторинга состояния подвижного состава для повышения безопасности будет установлена на всем участке Пловдив - Бургас протяженностью 293 км, наряду с технологией GSM-R и новыми системами информирования пассажиров.

Ответственным за реализацию данного проекта, общая стоимость которого составляет 185 млн болгарских левов (107 млн долл. США) является

консорциум Plobur, включающий в себя такие компании, как GP Group, Marmet, Bombardier Transportation Italy и Bombardier Transportation Poland.

Источник: railjournal.com, 05.07.2021 (англ. яз.)

Компании Transport for New South Wales и Sydney Trains заключили контракт с Alstom на разработку, установку и техническое обслуживание системы ETCS (Австралия)

Транспортное управление австралийского штата Новый Южный Уэльс (Transport for New South Wales, TfNSW) и компания-оператор Sydney Trains заключили контракт с Alstom на проектирование и установку оборудования Европейской системы управления движением поездов 2 уровня (European Train Control System Level 2, ETCS), а также проведения полного комплекса работ по его техническому обслуживанию.

Данный контракт был заключен в рамках реализации государственной программы внедрения цифровых технологий, получившей название «More Trains, More Services».

Alstom будет внедрять свои технологии Atlas™ и Smartlock™ trackside на участке сети Sydney Trains между Bondi Junction и железнодорожной станцией Эрскинвилля. Ожидается, что проект будет реализован в полном объеме в 2024 г.

Поставки будут осуществляться в рамках соглашения, срок которого составляет 20 лет начиная с 2021 г., согласно его условиям процесс внедрения новой технологии на железнодорожной сети будет протекать беспрепятственно. В рамках реализации программы внедрения цифровых систем, применяемые в настоящее время технологии сигнализации и управления движением поездов на сети компании Sydney Trains будут заменены современными интеллектуальными системами.

По информации Alstom, внедрение системы ETCS 2 уровня даст возможность увеличить скорость движения поездов, повысить уровень безопасности и пропускную способность.

Источник: railway-technology.com, 16.09.2021 (англ. яз.)

Правительство штата Квинсленд приняло решение об оснащении поездов системой ETCS (Австралия)

Правительство австралийского штата Квинсленд намерено оснастить поезда оператора Queensland Rail аппаратурой европейской системы

управления движением поездов ETCS. Ранее на некоторых участках сети в этом штате началось развертывание наземного оборудования ETCS.

Первые два поезда оператора уже прибыли в депо Редбанк, расположенное в пригороде г. Ипсуич. В этом депо будут выполняться работы по монтажу бортовых устройств ETCS, включая установку новых колесных импульсных датчиков для измерения пройденного пути и скорости, а также размещение сенсорных экранов системы на пультах машинистов.

В проекте участвуют компания Hitachi Rail, оператор Queensland Rail и администрация, отвечающая за строительство новой линии Cross River Rail в столице штата Брисбене. До конца 2021 года устройства ETCS смонтируют на четырех поездах, а в течение следующих 2 лет – еще на 64 ед. На внедрение системы ETCS правительство штата выделило 635 млн австрал. долл. (481,5 млн долл. США). После дооснащения аппаратурой ETCS все поезда будут непрерывно обмениваться информацией с центром диспетчерского управления оператора Queensland Rail.

Источник: railway-technology.com, 24.06.2021 (англ. яз.)

О подходах к обеспечению функциональной безопасности и надежности железнодорожных систем управления (зарубежный опыт)

Современное состояние развития микропроцессорных систем управления и обеспечения безопасности движения поездов характеризуется высокими требованиями, предъявляемыми к надежности и функциональной безопасности данных систем в условиях, когда цифровая трансформация и задачи повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта настойчиво требуют перехода к новым парадигмам проектирования, тестирования, верификации, валидации и стандартизации для ускорения процесса разработки и внедрения.

При сохранении уровня надежности и безопасности, по крайней мере, не хуже текущего, должно быть обеспечено максимальное использование инновационных решений и цифровых инструментов, направленных на дальнейшую автоматизацию систем управления с целью повышения пропускной способности железных дорог и производительности систем, минимизации влияния человеческого фактора и сокращения числа отказов и простоев. Важнейшими факторами также являются обеспечение интероперабельности (технической и эксплуатационной совместимости) систем и технологической независимости железнодорожных операторов и владельцев инфраструктуры от разработчика/поставщика устройств и систем железнодорожной автоматики.

Для решения указанных задач в настоящее время все шире используются формальные методы и автоматизированные средства проектирования, диагностики и мониторинга на всех этапах жизненного цикла железнодорожных систем управления. Большую роль также играет стандартизация архитектуры, интерфейсов, открытых программных средств разработки и тестирования систем, в том числе стандартизация подходов к удаленному лабораторному тестированию продуктов разных производителей для подтверждения безотказности работы на границах систем разных производителей.

Особое значение вопросы обеспечения функциональной безопасности приобретают в условиях внедрения автоматических систем управления поездом без участия машиниста. При повышении уровня автоматизации и переходе к полностью автоматическому режиму управления возникают дополнительные риски безопасности, требующие оценки и учета при формировании концепции функциональной безопасности данной сложной системы управления, объединяющей в своем составе большое количество подсистем, в которых используются методы машинного обучения с непредсказуемым до конца поведением. Это требует применения новых методов обеспечения функциональной безопасности и надежности, в том числе с использованием цифровых двойников.

Существующие подходы в области обеспечения надежности и функциональной безопасности

Исторически так сложилось, что практически в каждой стране свои нормативные требования и правила эксплуатации железных дорог, а нередко и разная железнодорожная колея. Так, в Европе до образования Евросоюза функционировало более двадцати разных национальных железнодорожных систем управления и обеспечения безопасности движения поездов, устанавливаемых как на инфраструктуре, так и на борту поезда, а также собственные системы сертификации и омологации. После образования Евросоюза и открытия трансъевропейских транспортных коридоров TEN-T на первый план вышли вопросы интероперабельности (технической и эксплуатационной совместимости) железнодорожных систем и инфраструктуры и создания единой системы сертификации и омологации.

Впоследствии в ЕС были утверждены разработанные Европейским железнодорожным агентством (ERA) так называемые «Директивы интероперабельности» и «Технические спецификации интероперабельности (TSI)» для всех элементов железнодорожной системы, включая единую железнодорожную систему управления (ERTMS). В директивах интероперабельность определяется как «способность железнодорожной

системы обеспечивать безопасное движение поездов без замены или переключения оборудования на участках стыкования с достижением требуемых уровней эксплуатационных показателей».

Применительно к системам управления и обеспечения безопасности движения поездов разработана отдельная спецификация TSI CCS (TSI relating to Control-Command and Signalling). В данной спецификации нормируются требования совместимости бортового и напольного оборудования ERTMS, интерфейсы с внешними подсистемами и, в том числе, показатели безотказности, эксплуатационной готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS). Требования совместимости опираются на корпус спецификаций функциональных требований к подсистемам и интерфейсам системы ERTMS, разрабатываемых промышленной группой UNISIG, объединяющей ведущих производителей оборудования железнодорожной автоматики, под эгидой ERA (так называемые Subsets).

Система ERTMS имеет три базовых элемента:

1. GSM-R (Global System for Mobiles - Railway) – система радиосвязи, построенная на специально выделенных частотах публичной сети радиосвязи GSM и предназначенная как для голосовой коммуникации между машинистами и диспетчерами, так и для передачи данных ETCS (между бортовым локомотивным устройством безопасности EVC – «Европейским безопасным компьютером» – и стационарным вычислительным управляющим комплексом RBC – «центром радиоблокировки»).

2. ETCS (European Train Control System) – система сигнализации, которая отвечает за контроль скорости, формирование и исполнение разрешений на движение, обмен информацией с устройствами электрической централизации стрелок и сигналов на железнодорожных станциях.

3. ETML (European Traffic Management Layer) – уровень управления поездопотоками на основе графиков движения, предназначенный для оптимизации движения поездов по участкам с учетом поездной информации в режиме реального времени.

Система ERTMS/ETCS имеет три уровня:

Уровень 1 представляет собой управление по светофорам и путевым приемопередатчикам (бализам), без использования радиоканала GSM-R и, соответственно, центра радиоблокировки RBC.

Уровень 2 – управление по радиоканалу GSM-R и, соответственно, с использованием центра радиоблокировки RBC, а также бализ в качестве реперных точек для целей навигации. Это наиболее широко внедряемый вариант системы управления, как в Европе, так и за ее пределами. На данный момент системами ERTMS/ETCS уровня 2 оборудовано свыше 100 тыс. км железных дорог.

Уровень 3 предполагает дополнительное использование бортовых средств позиционирования и контроля целостности подвижного состава и реализацию принципа «подвижных блок-участков». Система ERTMS/ETCS уровня 3 до сих пор носит экспериментальный характер, разрабатывается и тестируется в виде гибридных решений с использованием спутниковой навигации, виртуальных базис и цифровой карты маршрута.

Кроме перечня обязательных технических спецификаций на подсистемы и интерфейсы системы ERTMS, TSI CCS содержит перечень обязательных стандартов, на соответствие требованиям которых должно сертифицироваться оборудование ERTMS, а именно:

1. EN 50126 «Железнодорожные применения. Спецификация и демонстрация безотказности, эксплуатационной готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS)»;

2. EN 50128 «Железнодорожные применения. Системы связи, сигнализации и обработки данных. Программное обеспечение для систем управления и обеспечения безопасности на железных дорогах»;

3. EN 50129 «Железнодорожные применения. Системы связи, сигнализации и обработки данных. Электронные системы сигнализации, связанные с безопасностью»;

4. EN 50159 «Железнодорожные применения. Системы связи, сигнализации и обработки данных».

Согласно стандартам CENELEC, проектирование, верификация/валидация и сертификация подсистем ERTMS/ETCS с точки зрения программного обеспечения должны обеспечиваться на трех уровнях.

Если взять ключевой элемент системы ERTMS/ ETCS уровень 2 – центр радиоблокировки RBC, то первый слой RBC – это программное ядро, в котором реализована безопасная логика и которое является единым и неизменным программным продуктом для всех железных дорог, на которых он применяется (сертифицируется однократно в уполномоченном органе ЕС, если впоследствии не вносятся изменения).

Второй слой (так называемое «технологическое программное обеспечение») интегрирует в себя логику и правила сигнализации той страны, для которой предполагается применение продукта, и является единым для всех применений продукта на железных дорогах данной страны (требует процедуры омологации для каждой страны).

Третий слой – это специфическая конфигурация логики сигнализации с топографической привязкой к конкретному железнодорожному участку (требует процедуры омологации для каждого участка).

В итоге нормативная пирамида системы ERTMS/ETCS в схематичном виде выглядит следующим образом (рис. 1).

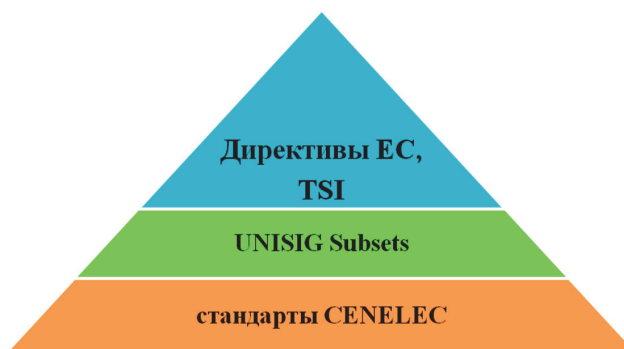


Рис. 1. Нормативная пирамида системы ERTMS/ETCS

Для сохранения функциональной безопасности и надежности системы на этапах ее жизненного цикла должны определяться факторы, влияющие на показатели RAMS, анализироваться и оцениваться последствия их влияния, использоваться мероприятия по управлению ими, предусмотренные в стандартах.

Согласно EN 50126, характеристики RAMS железнодорожной системы подвержены тройному влиянию:

- ошибки и отказы, которые проявляют себя внутри системы на любом этапе жизненного цикла системы;
- мешающие влияния, которым подвергается система во время эксплуатации;
- ошибки, которым подвергается система во время работ по техническому обслуживанию.

При этом эти три источника влияния могут взаимодействовать между собой. Эффективное управление этими факторами позволяет сохранять показатели RAMS на заданном уровне. В упрощенном виде взаимосвязанность факторов, влияющих на надежность и безопасность, представлена на рис. 2.



Рис. 2. Факторы, влияющие на RAMS (упрощенная схема на основе EN 50126)

Стандарты, описывающие методологию RAMS, были разработаны еще во второй половине 90-х годов прошлого века Европейским комитетом электротехнической стандартизации CENELEC. Они используют комплексный подход к управлению показателями RAM (R – надежности, A – готовности, M – ремонтпригодности), которые имеют непосредственное отношение к надежности системы, и безопасности (S) объектов железнодорожного транспорта на основе оценки рисков с учетом этапов жизненного цикла (V-образная модель).

Стандарты базируются на вероятностном подходе и используют как количественные показатели, так и рекомендации по обеспечению заданных показателей RAMS за счет применения апробированных методов (например, методы программирования, автоматизированного тестирования ПО и выявления ошибок и отказов). Изначально такой подход использовался в других отраслях промышленности – в атомной энергетике, авиации и космонавтике.

Эксплуатационные требования к системе управления и обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте специфичны для каждой системы и определяются по соглашению между производителем и владельцем инфраструктуры на этапе разработки системы.

План обеспечения RAM должен, как минимум, включать в себя комплекс мероприятий, определенных стандартами EN 50126 и EN 50129:

- системные условия и циклограмма выполняемого задания;
- периодические ревизии плана обеспечения RAM;
- моделирование, прогнозирование и пропорциональное распределение показателей безотказности;
- анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA);
- анализ безотказности программного обеспечения;
- анализ и верификация эксплуатационных показателей надежности;
- анализ превентивного технического обслуживания;
- анализ корректирующего технического обслуживания;
- планы по изолированию и поиску неисправностей;
- программа развития/повышения безотказности;
- предварительные тесты ремонтпригодности;
- демонстрационные тесты безотказности;
- демонстрационные тесты ремонтпригодности;
- система анализа отчетности об отказах и корректирующих воздействиях (FRACAS).

Новые подходы и требования

Важнейшим фактором, влияющим на показатели RAMS системы, является человеческий фактор – причем как на этапе проектирования, так и на этапе эксплуатации. Поскольку человек может оказать большое влияние на RAMS, достижение заданных показателей RAMS железнодорожного транспорта требует более строгого учета человеческого фактора, чем в других отраслях. Этим также объясняются усилия, предпринимаемые железнодорожным сообществом по автоматизации как процесса эксплуатации и технического обслуживания, так и процессов проектирования, тестирования, верификации и валидации, особенно в контексте общего курса на цифровизацию и внедрения принципов Индустрии 4.0.

Как показывает анализ программных документов железнодорожных органов и ассоциаций ЕС и Международного Союза железных дорог (МСЖД), главный мотивационный фактор поиска новых подходов и решений в железнодорожной отрасли в условиях цифровой трансформации – низкая скорость внедрения инноваций, обусловленная длительным периодом сертификации и омологации, который во многом связан с наличием проприетарных решений, отсутствием стандартизированных протоколов и интерфейсов, а также стандартизированных методов автоматизированного проектирования. Это влечет за собой высокие расходы на разработку и внедрение систем, их эксплуатацию и техническое обслуживание, быстрое устаревание систем, а также технологическую зависимость от поставщика. Кроме того, это влияет на надежность и безопасность систем управления.

Для решения этих проблем в ЕС создано в 2014 году и функционирует совместное предприятие Shift2Rail. Это масштабная комплексная программа инновационного развития железнодорожного транспорта, объединяющая производителей железнодорожной техники, железнодорожных операторов и владельцев инфраструктуры. Ее основная цель заключается в разработке, интеграции, демонстрации и валидации инновационных цифровых технологий для железной дороги в целях повышения ее привлекательности для потребителей.

К основным целевым показателям программы Shift2Rail относятся следующие:

- сокращение стоимости жизненного цикла объектов железнодорожного транспорта на 50%;
- увеличение пропускной способности существующей железнодорожной инфраструктуры в 2 раза;
- повышение надежности транспортных услуг и точности соблюдения графика на 50%.

В основе изменения подходов к заданию и подтверждению RAMS и, как следующий этап, к сертификации продукции лежат требования бизнеса, соображения, связанные с сокращением затрат на разработку, сертификацию и омологацию продукции, а также с сокращением времени от разработки продукции до вывода на рынок и времени ее внедрения на конкретном объекте железнодорожного транспорта. Не удивительно, что в рамках проектов программы Shift2Rail рассматриваются и изучаются различные методы автоматизации процесса разработки, верификации и валидации, тестирования, в том числе те, которые используются в других отраслях промышленности, в первую очередь, в авиационной и автомобильной промышленности.

На основе выбранных и стандартизированных в дальнейшем методов планируется даже переход к «виртуальной» сертификации. Под виртуальной сертификацией понимают максимально допустимое использование объективных свидетельств, получаемых путем имитационного моделирования и виртуального тестирования на основе формальных моделей, для подтверждения соответствия продукта заявленным требованиям в процессе сертификации и омологации. Цель – добиться существенного сокращения времени на стыковку с уже установленными системами и проведение тестирования в полевых условиях за счет стандартизации интерфейсов, использования формальных методов проектирования, верификации и удаленного лабораторного тестирования.

Уже в стандарте EN 50128 рекомендовано использование полуформальных и формальных методов проектирования и автоматизированных средств тестирования, верификации и валидации, но реальная работа в этом направлении пока далека от завершения в плане выбора и стандартизации соответствующих методов и средств.

Подход к обеспечению качества разработки программного обеспечения, представленный в стандарте CENELEC, не может сам по себе гарантировать «корректность» работы микропроцессорной системы. Формальные методы как раз и стали применяться для того, чтобы повысить «качество разработки» и снизить стоимость жизненного цикла критически важных микропроцессорных систем железнодорожной автоматики, в первую очередь, электрической централизации. Основное преимущество методов в том, что они позволяют дать исчерпывающий анализ всех возможных сценариев поведения программируемой системы и обеспечить консистентность между формализованным поведением модели и поведением встроенного в систему программного кода. В идеале применение формальных методов позволяет не только избежать небезопасных переходов системы, но и минимизировать число вносимых человеком ошибок, а, следовательно, и отказов системы, что непосредственно влияет на ее функциональную безопасность и надежность.

Заключение

Таким образом, в условиях цифровой трансформации развитие современных микропроцессорных систем на железнодорожном транспорте предполагает ускоренное внедрение целого ряда инновационных решений. К ним относятся:

– *широкое использование коммерческих продуктов (COTS)*, что в итоге делает системы более сложными и может влиять на показатели надежности. В целях сохранения этих показателей на заданном уровне и минимизации влияния человеческого фактора железнодорожное сообщество все шире использует на всех этапах жизненного цикла системы формальные методы и автоматизированные средства проектирования, диагностики и мониторинга;

– *стандартизация архитектуры, интерфейсов, открытых программных средств разработки и тестирования систем*, в том числе стандартизация подходов к удаленному лабораторному тестированию продуктов разных производителей для подтверждения безотказности работы на границах систем разных производителей. Возможное создание в перспективе единой открытой онтологии систем управления и обеспечения безопасности движения поездов и стандартизированных методов и средств разработки, тестирования и технического обслуживания на основе принципов интероперабельности и технологической независимости от производителя может обеспечить железнодорожному транспорту заметное конкурентное преимущество по сравнению с другими видами транспорта;

– *применение принципиально новых научных решений*, которые позволят правильно и достоверно прогнозировать риски в работе железнодорожных систем управления и на этой основе оперативно и гибко перестраивать эти системы для обеспечения требуемых уровней их функциональной безопасности и надежности. Данное направление развития железнодорожных систем, связанных с безопасностью, наименее изучено. Оно таит большие возможности именно в направлении цифровой трансформации этих систем. Имеется в виду, главным образом, применение искусственного интеллекта, а также цифровых двойников. При этом введение в состав системы цифрового двойника (или виртуальной модели) – совершенно новый и не апробированный подход к обеспечению безопасности системы, требующий дополнительных исследований и разработок.

Есть и другое перспективное направление исследований и практических работ, связанное с использованием цифровых датчиков и цифровых моделей, а также комплексных информационных систем для мониторинга и прогнозирования показателей надежности системы, определения предотказных состояний на основе формального описания и имитационного моделирования

возможных сценариев развития с применением технологии Data Science и Big Data.

Кроме того, для разработки и внедрения концепции цифрового двойника в системы управления на железнодорожном транспорте потребуются создание информационной модели и разработка единой онтологии с привлечением необходимого лингвистического аппарата, на которой должна базироваться такая модель. Данная работа также крайне важна для развития технологии создания и применения цифровых двойников на железнодорожном транспорте в решении целого спектра задач, включая задачи обеспечения функциональной безопасности и надежности.

Источник: Наука и технологии железных дорог. – 2021. – вып. 2 (июнь). – с. 74-81

Белорусская железная дорога на всех крупных станциях внедрит новую автоматизированную систему

В настоящее время идет подготовка комплексного плана по внедрению системы на станциях Белорусской железной дороги.

Белорусская железная дорога внедрит на крупнейших станциях автоматизированную систему для контроля и учета работы маневровых локомотивов.

Автоматизированное рабочее место маневрового диспетчера (АРМ ДСЦ) разработано на основе действующей автоматизированной системы управления станцией АСУС для решения задач, связанных с оптимизацией станционной работы. В основе работы АРМ ДСЦ лежит использование геоинформационных систем. Рабочее место позволяет с помощью ГИС-технологий осуществлять в онлайн-режиме диспетчерский контроль за дислокацией маневровых локомотивов, автоматически фиксировать время начала и окончания маневровых операций, учитывать пройденное локомотивом расстояние и количество перемещаемых вагонов, а также определять загрузку и производительность маневрового локомотива.

Пилотный проект реализован в 2021 году на ст.Степянка Минского отделения БЖД, где АРМ ДСЦ было апробировано и сейчас внедрено в промышленную эксплуатацию.

АРМ ДСЦ позволяет улучшить систему организации работы маневровых локомотивов, повысить оперативность и достоверность анализа их работы и, как следствие, обеспечить более эффективное нормирование требуемого парка тепловозов и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов.

В настоящее время идет подготовка комплексного плана по внедрению системы на станциях Белорусской железной дороги. Планируется, что система

АРМ ДСЦ будет установлена, в первую очередь, на всех железнодорожных узлах, а также всех крупных станциях БЖД, на которых производится маневровая работа.

Источник: grodnonews.by, 30.10.2021

В Казахстане началась тестовая эксплуатация новейшей системы микропроцессорной централизации CTRL@LOCK 400

АО «НК «Казахстан темір жолы» (КТЖ) и российская технологическая компания «ЛокоТех-Сигнал» (входит в состав группы «Трансмашхолдинг», который является крупнейшим на территории СНГ разработчиком и производителем подвижного состава для железнодорожного и городского рельсового транспорта), приступили к тестовой эксплуатации первой системы микропроцессорной централизации (МПЦ) CTRL@LOCK 400.

Внедрение системы – это важнейший шаг для повышения безопасности эксплуатации железных дорог, способствующий развитию транзитного потенциала Республики Казахстан.

Система CTRL@LOCK 400 предназначена для бесконтактного управления стрелками, светофорами и другими объектами железнодорожной инфраструктуры с наивысшим уровнем функциональной безопасности SIL4. Ее отличают современные технические решения в сочетании со стандартными интерфейсами. Система CTRL@LOCK 400 построена на платформе HMR-9, разработанной итальянской компанией ECM S.p.A (входит в состав американской Progress Rail), которая используется на железных дорогах Италии и некоторых стран Африки. Эта платформа дополнена подсистемой автоматизированных рабочих мест CTRL@SCREEN.

Силами «ЛокоТех-Сигнал» система CTRL@LOCK 400 адаптирована для условий колеи 1520 мм. На пространстве колеи 1520 в СНГ именно Казахстан станет первой страной, где будет эксплуатироваться эта система. В других странах, где аналогичные системы уже используются, они демонстрируют высокую эффективность. Применение цифровых технологий сокращает простои и задержки в движении поездов, а также способствует увеличению пропускной способности загруженных станций.

По решению КТЖ, современную систему МПЦ внедрили на станции Майлытогай, расположенной на главном ходу маршрута Москва – Ташкент. Существующая там система управления движением поездов (релейная ЭЦ) была введена в эксплуатацию в 1957 г. и с тех пор не менялась.

В дополнение к системе CTRL@LOCK 400 на станции установлена система тональных рельсовых цепей CTRL@TRACK 100, предназначенная для

контроля занятости путевых участков и интегрирована подсистема АРМ CTRL@SCREEN для отображения информации о поездной обстановке и состоянии устройств ЖАТ на мониторе оператора в реальном времени.

После того, как будет завершена тестовая эксплуатация CTRL@LOCK 400, КТЖ и «ЛокоТех-Сигнал» примут решение о внедрении системы на других участках железных дорог Казахстана.

КТЖ и «ЛокоТех-Сигнал» сотрудничают с 2018 года. В мае 2021 года между компаниями были подписан меморандум о сотрудничестве в области модернизации систем управления движением поездов на малых, средних и крупных железнодорожных станциях.

Источник: sknews.kz, 20.11.2021

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ

РКС создают технологию беспилотного управления поездами на основе высокоточных сигналов ГЛОНАСС

Специалистами холдинга «Российские космические системы» (РКС, входит в Госкорпорацию «Роскосмос») разработана и прошла успешное тестирование технология контроля железнодорожного транспорта и управления движением беспилотных поездов с использованием высокоточного функционального дополнения ГЛОНАСС. Внедрение и развитие этой системы в удаленных районах России откроет новые возможности навигации и позиционирования составов, включая маршруты железнодорожных подходов к Северному морскому пути.

Новое технологическое решение, разработанное в РКС, может быть использовано для создания системы контроля за движением всего подвижного железнодорожного состава в России и за пределами страны. Основой системы станут навигационно-информационные сервисы и аппаратно-программные средства отечественной широкозонной системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ-КФД), которые предоставляют пользователям высокоточные навигационные данные ГЛОНАСС. Возможности системы позволяют интегрировать в общий контур управления космические навигационные данные, цифровые модели железнодорожной инфраструктуры и информацию, передаваемую с подвижного состава.

По словам руководителя дирекции проектов навигационных и геодезических технологий – заместителя генерального конструктора РКС Петра Тернового, для оценки и подтверждения возможности использования СДКМ-КФД на железнодорожном транспорте были проведены натурные испытания системы на станции Лужская-Сортировочная Ленинградской области. Результаты подтвердили заданную точность системы в 50 сантиметров. На ближайшее время запланированы исследования и проработка технических решений по использованию сервисов СДКМ-КФД для реализации технологии интервального регулирования движения составов – так называемой виртуальной сцепки. Это схема движения, когда группа попутно следующих поездов управляется как единый объект, составы связаны при помощи координатного регулирования через защищенный радиоканал передачи данных. Результаты станут основой создания системы управления движением беспилотных поездов.

Заявленные точностные характеристики системы СДКМ-КФД, подтвержденные в ходе испытаний, открывают возможность ее дальнейшего широкого внедрения на железнодорожных перевозках, что в перспективе даст

ощутимый экономический эффект грузоотправителям. Технология поможет с большей точностью контролировать график движения грузовых и пассажирских поездов и использования подвижного состава, в том числе и при его следовании за рубежом, а также сигнализировать о всех несанкционированных перемещениях отдельных вагонов и целых составов. Кроме того, железнодорожники смогут более точно отслеживать местоположения опасных и ценных грузов, наблюдать за маршрутами восстановительных и пожарных поездов, ремонтной и строительной техники.

Новая система также открывает возможности для управления беспилотными поездами, что особенно актуально для обеспечения железнодорожных подходов Северного морского пути. Для этого проводится ряд экспериментов по определению качества сигнала СДКМ-КФД на Дальнем Востоке и Крайнем Севере. Первые результаты тестирования подтвердили заданную точность системы.

Источник: russianspacesystems.ru, 09.12.2021

Цифровые двойники для «Ласточек»

Команда АО «НИИАС» и Проектно-конструкторское бюро локомотивного хозяйства (ПКБ ЦТ) завершила разработку цифрового симулятора, предназначенного для виртуального тестирования алгоритмов блока обнаружения препятствий системы беспилотного управления поездов «Ласточка».

Синтезированные данные не только помогают сократить сроки тестирования бортовой системы управления, но и позволяют воспроизвести сценарии, с которыми в ходе полевых испытаний можно вообще не столкнуться.

Важным требованием к бортовым системам автоматического (беспилотного) управления поездами, использующим машинное зрение, является обнаружение препятствий на пути следования с учётом сложных погодных условий и уровня освещённости. Необходимо обнаружить препятствие, распознать его, определить расстояние до него, выбрать темп торможения для автоматической остановки перед препятствием.

Как объяснил генерального директора НИИАС, технический руководитель проектов по беспилотным поездам Павел Попов, существует несколько подходов к решению этой задачи. Первый – статическое тестирование, когда перед поездом устанавливаются препятствия и проверяется их обнаружение машинным зрением в разных зонах и расстояниях. Второй – динамическое тестирование на полигоне с установкой препятствий (манекенов)

с проверкой алгоритмов их обнаружения во время движения поезда и алгоритмов автоматической остановки. Ещё один способ – проверка возможных ложных обнаружений препятствий непосредственно на участке эксплуатации. Все эти способы тестирования требуют больших трудозатрат и не позволяют проверить все возможные сценарии. К примеру, затруднительно или невозможно в момент испытания создать условия тумана, дождя или метели.

Чтобы не сталкиваться с такими проблемами, специалисты петербургского отделения АО «НИИАС» совместно с ПКБ ЦТ разработали ещё один способ тренировки системы беспилотного управления – цифровой симулятор. Симулятор разработан на основе тренажёрного комплекса ПКБ ЦТ для подготовки машинистов с использованием реалистичной 3D-графики железнодорожной инфраструктуры. Он синтезирует данные видеокамер и лидаров и позволяет задавать различные сценарии, такие как нахождение на пути следования человека или животного, а также устанавливать самые различные условия освещённости и погодные условия – туман, снег, дождь. Синтезируемые данные камер, лидаров и других сенсоров подаются на вход вычислительного блока, отвечающего за обнаружение препятствий.

Цифровые симуляторы тестируются в ходе внедрения систем автоматизированного управления поездами «Ласточка» на Московском центральном кольце, однако в дальнейшем возможно их применение и на маневровых локомотивах.

Эта технология позволяет произвести тестирование алгоритмов и программного обеспечения блока обнаружения препятствий, проверив в сжатые сроки огромное количество всевозможных сценариев – погодных условий, обнаружения самых разнообразных препятствий и дефектов инфраструктуры. Таким образом, отпадает необходимость в проведении большого числа полевых испытаний и появляется возможность на ранней стадии обнаружить ошибки в алгоритме или в программном обеспечении. Фактически создаётся цифровой двойник инфраструктуры и электропоезда для отработки алгоритмов и поведения системы управления.

В случае успешного прохождения испытаний на симуляторе проводятся полевые испытания алгоритмов на подвижном составе. Результаты испытаний на симуляторе должны совпадать с результатами полевых тестов при заданности одинаковых условий.

Применение цифровых двойников и проведение испытаний на них – актуальное направление при разработке новых технически сложных систем в транспортной отрасли. Так, в рамках европейской инициативы Shift2Rail реализуется проект Zero on-site testing, основной целью которого является переход на тестирование железнодорожной техники и оборудования в

цифровых двойниках. Работы, реализуемые АО «НИИАС» и ПКБ ЦТ, направлены, в том числе на создание цифрового двойника бортовой системы управления беспилотным электропоездом.

В первом полугодии 2022 года планируется завершить работы по автоматизации симулятора. В дальнейшем набор сценариев для тестирования будет пополняться.

Компания «Уральские локомотивы» (Верхняя Пышма, совместное предприятие группы «Синара» и концерна Siemens) планирует изготовить первый опытный образец электропоезда «Ласточка» с системой автопилота, курсирующие по МЦК в столице и ряду пригородных направлений в регионах, в 2022 году. Ожидается, что с помощью всех оптических систем и ультразвуковых сканеров остановка поезда на платформе будет корректироваться с точностью до 50 см, что позволит даже сократить интервал движения поездов по МЦК относительно нынешнего. Правда, пока не ясны точные сроки запуска поездов на линии, так как после производства поездам предстоит множество испытаний.

Источники: kommersant.ru, 13.12.2021; gudok.ru, 02.12.2021

Расширение функциональных возможностей платформы ИРС «Перевозки» по итогам 2021 года

ИРС «Перевозки» – специализированная платформа компании «Лестэр ИТ», разработанная для комплексной автоматизации основных производственных бизнес-процессов компаний, оказывающих услуги оперирования, экспедирования и транспортного обеспечения промышленных предприятий.

Платформа ИРС «Перевозки» продолжает наращивать функциональные возможности по управлению парком подвижного состава и ведению коммерческого учета. Разработчики платформы поделились доработками, увидевшими свет в 2021 году.

Учет контейнеров под ответственностью агента

Новая функция предоставляет следующие возможности:

- учет документов по приему и сдаче контейнеров под ответственность агента;
- регистрация и учет документов от собственника контейнеров по организации возврата контейнеров из-под ответственности;
- учет срока временного ввоза контейнеров собственников на территорию ЕАЭС;

- отчеты по актуальному парку под ответственностью на дату и по времени нахождения контейнеров под ответственностью;

- автоинформирование собственников контейнеров по контейнерам под ответственностью.

Новые возможности управления вагонным парком

Расширенный функционал дает возможность:

- указывать в заявках на подачу сразу нескольких грузов, планируемых под погрузку;

- вести учет разрешенных к перевозке грузов по модели, вести учет выполнения правил совместимости грузов при подборе вагонов под заявку;

- подбирать под заявки уже назначенные (расписанные) вагоны с возможностью автоматической отмены существующих назначений;

- подбирать вагоны по критериям соотношения дальности порожней подачи, грузовой перевозки, по виду работ по подготовке вагона.

Lester.SmartIntegration объединит информационные системы железнодорожных компаний

В сентябре 2021 года компания «Лестэр ИТ», разработчик информационных систем для транспортных компаний, представила сервис Lester.SmartIntegration, позволяющий объединить информационные системы разных железнодорожных операторов и экспедиторов.

Сервис представляет собой унифицированный механизм интеграции информационных систем компаний, у которых есть решение на базе платформы ИРС «Перевозки», с другими системами.

С помощью Lester.SmartIntegration можно облегчить ситуативное объединение парков компаний-партнеров в целях повышения эффективности перевозок. Например, интегрировать информационные системы двух компаний в части передачи данных по обменному парку или реестру вагонов по проекту, организовать обмен отгрузочной информацией, листами перегруза, обеспечить современное информирование о дислокациях подвижного состава.

API для источников данных. На базе платформы ИРС «Перевозки» разработан API для интеграции по данным с несколькими источниками данных. Взаимодействие осуществляется в режиме АСУ-АСУ в части получения обработанных и приведенных к единому формату основных регулярных данных по подвижному составу: дислокаций, накладных, паспортов, пробегов, ремонтов, узлов и деталей.

Пакеты «ОФУ.Бизнес» и «Слежение.Бизнес» для базовой автоматизации. Эти решения были сделаны для растущих компаний, которые понимают, что в своей работе больше не могут ограничиваться возможностями Excel. Пакет «ОФУ.Бизнес» предназначен для быстрой автоматизации

оперативно-финансового учета при работе по договорам транспортного-экспедиционного обслуживания. А движение вагонов и контейнеров помогает контролировать пакет «Слежение.Бизнес». Отличительная особенность обоих решений – быстрое развертывание на серверах или в облаке.

Также в ИРС «Перевозки» стало удобно вести учет доверенностей на право управления вагонами и работать с ними.

Таблицам в ИРС «Перевозки» добавили наглядности: теперь можно настроить индивидуальное автоматическое форматирование ячеек, чтобы выделять данные согласно определенным критериям (например, аварийные ситуации).

Для компаний Республики Казахстан было разработано интеграционное решение с автоматизированной системой управления договорной и коммерческой работой (АСУ ДКР) казахстанского национального перевозчика АО «НК «КТЖ». Интеграция решений призвана повысить оперативность работы, исключить несанкционированное использование подкодов экспедитора и сократить трудозатраты при расчете стоимости услуг и других операциях.

Как работает интеграция ИРС «Перевозки» с АСУ ДКР

Интеграция включает в себя автоматизированный импорт из АСУ ДКР отгрузочной информации по данным накладных, актуализацию статуса отправок при движении вагонов по Казахстану, привязку накладных к заказам клиентов, автоматическое формирование и экспорт телеграмм для подтверждения оплаты тарифа в АСУ ДКР.

На стороне АСУ ДКР при приеме вагонов на погранпереходе включается логический контроль наличия телеграмм об оплате тарифа с запретом на дальнейшую перевозку при отсутствии телеграммы.

Автоматическая привязка накладных к заказам обеспечивает возможность оперативно рассчитывать стоимость доходных и расходных услуг с поставщиками и клиентами согласно протоколам договорной цены в соответствии с фактическими параметрами перевозки, а также делать прогнозы по расходам и доходам и вести претензионную работу.

Несанкционированное использование подкодов теперь невозможно. Ранее факт недобросовестного использования подкодов выявлялся достаточно поздно – по завершении перевозки на территории Казахстана, что затрудняло перевыставление затрат клиентам. Теперь телеграммы об оплате тарифа автоматически формируются в ИРС «Перевозки» и передаются в АСУ ДКР. Вагоны, перевозки которых не были своевременно оплачены клиентами экспедитора, будут остановлены на границе при входе в Казахстан в ожидании подтверждения оплаты.

В результате интеграции информация из АСУ ДКР попадает и в дальнейшем обновляется в ИРС «Перевозки» практически в режиме реального

времени: для отправок из РФ и Киргизии – с даты отправления, для остальных стран – за 2-4 ч до входа в Казахстан. Подтверждающие оплату телеграммы формируются системой в режиме 24/7 и экспортируются из ИРС «Перевозки» в АСУ ДКР в полностью автоматическом режиме обычно в течение нескольких минут после получения информации о накладной.

Справочно: ООО «Лестэр ИТ» (www.lester.ru) – российская компания с более чем 20-летним опытом разработки, внедрения и сопровождения систем для автоматизации бизнеса транспортных компаний, осуществляющих железнодорожные перевозки.

Источники: finance.rambler.ru, 09.11.2021, comnews.ru, 22.09.2021

Инновационная интеллектуальная система управления перевозочным процессом

В условиях растущих требований к качеству транспортных услуг железные дороги сегодня особенно остро нуждаются в таких системах комплексного управления процессами перевозок и центрах оперативного управления транспортными коридорами, которые способны повысить эффективность их работы и тем самым усилить позиции на рынке грузовых и пассажирских перевозок. Чтобы решить эту задачу, требуется аккумулировать всю имеющуюся информацию об эксплуатационной ситуации на контролируемом полигоне в едином центре управления, где она будет использоваться для достижения основной цели – обеспечения непрерывности и безопасности перевозочного процесса.

Интеллектуальная система управления процессами перевозок (ИСУПП) совместной разработки специалистов компаний «1520 Сигнал» и «КиберТех-Сигнал» Дивизиона ЖАТ ГК 1520 позволяет оптимизировать управление движением поездов в масштабе отдельных линий и полигонов сети, используя современные технологии, такие как нейронные сети и машинное обучение. ИСУПП входит в состав семейства RAIL TMS, объединяющего разработанные Дивизионом ЖАТ ГК 1520 системы автоматизированного диспетчерского управления движением поездов.

При ее создании был проанализирован опыт применения подобных технических решений в России и ряде европейских стран. Как правило, основным рабочим инструментом в них является система управления графиком движения поездов с расширенным функционалом, а в основу ставятся задачи поиска и устранения конфликтов в движении поездов и формирования автоматических команд управления.

Особенности ИСУПП

Для реализации наиболее гибкого подхода к управлению движением и принятия оперативных решений в системе ИСУПП применены интеллектуальные алгоритмы разрешения конфликтных ситуаций, основанные на нейронных сетях. В отличие от других систем аналогичного назначения при таком подходе появляется возможность добиться максимальной эффективности в разрешении конфликтных ситуаций. Модульность и масштабируемость архитектуры ИСУПП, а также стандартизированные интерфейсы позволяют подключаться к различным внешним информационным системам, предоставляющим необходимые данные, прямо или косвенно влияющие на процесс движения, и постепенно расширять количество обрабатываемых конфликтов. Для этого в системе применяются интерактивные пользовательские интерфейсы двух видов:

- автоматизированные рабочие места оперативного персонала – поездного диспетчера (АРМ ДНЦ), дорожного диспетчера (АРМ ДГП), старшего дорожного диспетчера (АРМ ДГС) и др.;
- АРМ управления расписанием.

Специально для предсказания поездной ситуации и разрешения конфликтов в структуре ИСУПП (рис. 3) предусмотрен интеллектуальный модуль (ИМ). Именно в нем используются алгоритмы разрешения конфликтных ситуаций на основе нейронных сетей.

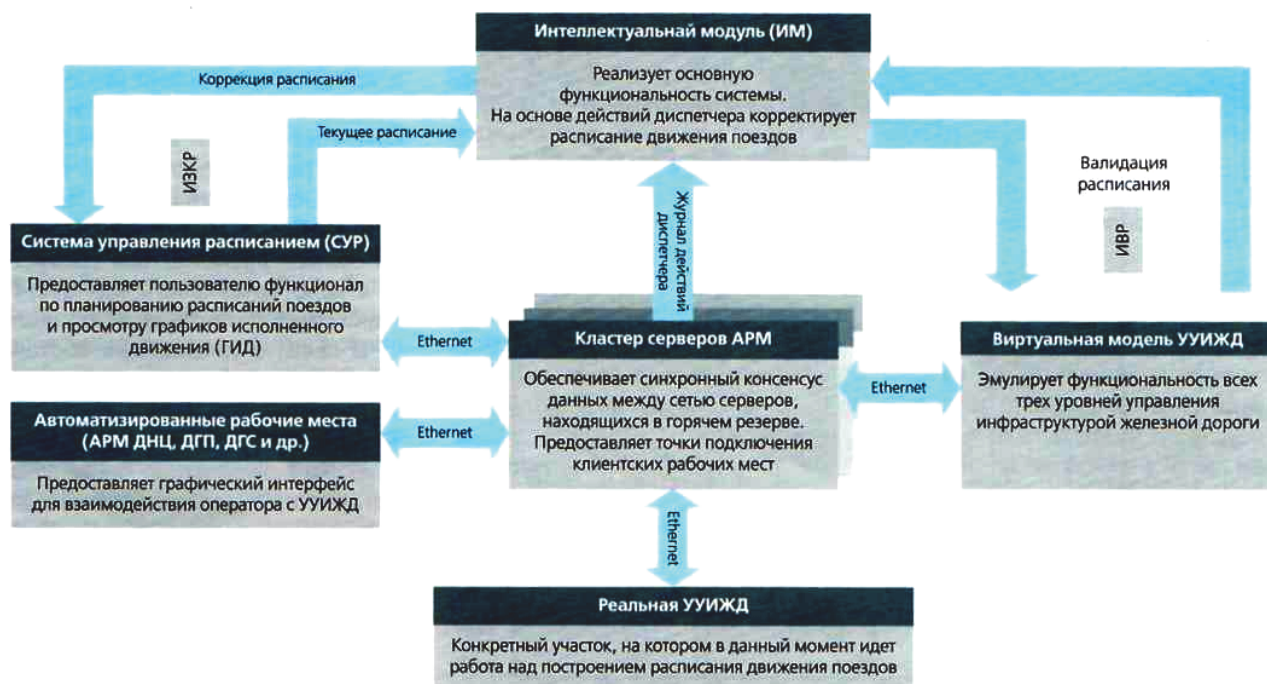


Рис. 3. Структурно-функциональная схема ИСУПП RAIL TMS

Функционал системы управления расписанием (СУР) в составе ИСУПП позволяет пользователю с помощью АРМ управления расписанием контролировать выполнение графика движения, формировать отчетность различных форм, принимать и учитывать необходимую информацию с целью формирования массива данных, влияющих на конфликты, и их последующей обработки в интеллектуальном модуле. Этот АРМ может использоваться как на уровне руководящего аппарата службы движения и поездных диспетчеров, так и на станционном уровне с разделением ролей и прав пользователей по применяемым функциям.

Предоставляя пользователям (ДНЦ, ДГП, ДГС и др.) инструмент управления процессами перевозок, ИСУПП дает возможность оперативно (в течение нескольких секунд) перестраивать плановый график движения в зависимости от обнаруженных конфликтов, а также прогнозировать движение поезда и предсказывать возможность возникновения конфликтов с учетом всех доступных данных, аккумулируемых в системе.

На АРМ оперативного персонала реализован графический интерфейс для взаимодействия оператора с техническими средствами железнодорожной автоматики и телемеханики (системами электрической, микропроцессорной и релейно-процессорной централизации стрелок и сигналов, различными системами интервального регулирования движения поездов и др.) на уровне управления инфраструктурой железнодорожного транспорта (УУИЖД). Это взаимодействие реализуется через кластер серверов АРМ (КС АРМ), обеспечивающий синхронный консенсус между основными и резервными (находящимися в горячем резерве) серверами различных АРМов. Тем самым повышается надежность и отказоустойчивость ИСУПП в целом.

В системе имеется специальный программный модуль – виртуальная модель УУИЖД (ВМ УУИЖД), предназначенная для моделирования участка управления, его программного графа, объектов инфраструктуры и их состояний. Этот модуль позволяет без вмешательства в работу реальных устройств имитировать различные ситуации в целях поиска оптимальных вариантов графика для устранения возникающих конфликтов при организации движения поездов.

Интеллектуальный модуль

Интеллектуальный модуль является наиболее инновационным компонентом системы ИСУПП, использующим технологии искусственного интеллекта для управления процессом движения поездов, его оптимизации и планирования. По запросу пользователя из СУР через транспортный интерфейс запроса и коррекции расписания (ИЗКР) в ИМ передается текущее расписание и доступные ограничения. Список этих ограничений может варьироваться и дополняться, в том числе путем расширения функциональности СУР в части

сопряжения с внешними системами или создания Dashboard – установки специальных АРМов для ручного ввода информации специалистами различных хозяйств, где цифровизация производственных процессов еще не достигла необходимого уровня.

На основе массива данных интеллектуальный модуль корректирует и оптимизирует график движения, который через ИЗКР возвращается в СУР. В случае утверждения расписания пользователем СУР распространяет новый вариант графика через КС АРМ на автоматизированные рабочие места оперативного персонала, после чего он принимается к исполнению конкретными специалистами аппарата службы движения в соответствии с принятой технологией работы.

Рассмотрим более подробно этот процесс. По запросу пользователя ИМ обнаруживает все существующие в текущем нормативном графике конфликтные ситуации, после чего пользователь инициирует один из трех возможных методов поиска решений:

- на основе теории графов и комбинаторики, реализованный на четкой математической логике (классический метод);
- на основе нейронных сетей и машинного обучения, для чего важно иметь архивные данные графика исполненного движения (ГИД);
- на основе нейронных сетей и игровых стратегий, не требующий обучения нейронной сети по данным архивного ГИД.

Как показывает опыт применения этих методов, наиболее перспективными и эффективными являются последние два, поскольку задействование нейронных сетей позволяет добиться наиболее сбалансированного устранения конфликтов в графике движения с корреляцией выхода на плановый график.

Второй метод основан на алгоритмах машинного обучения с подкреплением. Это означает, что для его корректной работы требуется первичное обучение нейронной сети на примере действий пользователя. Нейронная сеть получает на вход архивные данные ГИД, дополненные полным описанием топологии выбранного участка дороги и характерных проблем, свойственных каждому из его объектов. Эти данные содержат также варианты успешно реализованных ниток с необходимыми сведениями о времени следования по объекту и стоянки на нем, ограничениях, связанных с технико-распорядительным актом станции, и др.

При инициализации пользователем процесса поиска решений конфликтных ситуаций с помощью этого метода проверяется, существовала ли в ГИД нитка-прототип, содержащая необходимые маршруты. Не исключено, что в ГИД либо не окажется такой нитки, либо ее выполнение было неоптимальным. К примеру, в архиве ГИД есть информация о том, что такая

нитка была исполнена несколько раз и всегда не оптимально ввиду возникновения различных сбоев в работе системы или нештатных ситуаций разного рода. Из-за этого на реализацию указанной нитки при планировании будет выделено больше времени, чем требуется в действительности при отсутствии сбоев и нештатных ситуаций.

В связи с указанными обстоятельствами необходим так называемый «дополненный ГИД», представляющий собой исходный график, в который искусственно добавлены нитки с оптимально возможным временем реализации. Такие нитки будут использоваться в качестве прототипов при разрешении возникающих конфликтных ситуаций. Искусственно добавляемые нитки создаются на направлениях, где их в принципе можно реализовать, но по каким-либо причинам они отсутствуют в ГИД или были реализованы неоптимальным образом.

Этап создания и обучения нейронных сетей, а также их дополнительная модификация с помощью «дополненного ГИД» могут выполняться асинхронно и независимо от эксплуатации алгоритма поиска конфликтных ситуаций.

Таким образом, данный метод комплексно учитывает характерные свойства всего контролируемого участка, включая его скрытые особенности, и позволяет достигнуть результата, сравнимого по качеству с выработанным опытным диспетчером, но в десятки раз быстрее.

Высокая эффективность третьего метода обусловлена применением нейронных сетей и игровых стратегий. Он не требует обучения нейронных сетей на основе архива ГИД и работает, оперируя доступными данными об инфраструктуре и сведениями об ограничениях движения. На их основе с помощью виртуальной модели УУИЖД моделируется движение поездов по контролируемому участку. При этом для поиска решений конфликтных ситуаций используется синтез Q-обучения метода Монте-Карло и поиска по дереву стратегий поведения и отдельных подходов теории игр. Данный подход показал исключительно хорошие результаты во многих пошаговых играх. Целью игры при решении задачи является доведение всех поездов до конечных точек их маршрутов при минимальном отклонении от планового графика движения.

Метод игровых стратегий позволяет исследовать перспективные варианты реализации движения поездов с учетом доступных в системе ограничений и самым эффективным образом решить задачу многошагового планирования движения.

Нейронная сеть при таком методе обучается самостоятельно с помощью генетического алгоритма при использовании специального адаптивного способа решения сходимости в локальных экстремумах. Это позволяет решать задачи оптимизации движения на новых участках и при разработке

нормативного графика. В результате применения указанного метода вырабатывается один оптимальный вариант разрешения конфликтных ситуаций, главным критерием которого является выход текущего графика на плановый (нормативный) график движения.

Отдельные элементы системы ИСУПП (система управления расписанием – СУР) успешно применяются на Трансмонгольской магистрали протяженностью более 1100 км с 68 станциями.

В настоящее время ИСУПП внедряется в полном объеме на линии Жетыген – Алтынколь железных дорог Казахстана. Ввести ее в эксплуатацию планируется до конца 2021 года.

Источник: Железные дороги мира. –2021. –№11. –с.58-61

Концепция перспективного диспетчерского управления на сети железных дорог

В настоящее время отсутствует единый подход по совершенствованию диспетчерского управления на сети железных дорог с применением сквозных принципов. В статье предложен порядок формирования методической основы для создания Концепции перспективного диспетчерского управления с последующим включением в Программу модернизации региональных диспетчерских центров.

Понятия «сквозные технологии» и организация работы в интересах единого «технологического полигона» уже успели устояться. Именно от искусства выстраивания эффективных технологических цепочек на основе соответствующего качества ресурсов (инфраструктуры, тяги, вагонного парка) зависит эффективность перевозочного процесса (рис. 4). Под полигоном понимается укрупненная часть сети железных дорог ОАО «РЖД», объединенная по технологическим признакам (зарождение - погашение грузопотоков, обеспечение тягового обслуживания, логистическое управление подводом к морским портам и межгосударственным стыковым пунктам и др.) в целях унификации технологических и инфраструктурных параметров эксплуатационной работы, обеспечения единого сквозного планирования, управления эксплуатационной работой и выполнения ремонтных и строительного-монтажных работ.

К основным критериям формирования полигонов управления относятся: получение максимального экономического, эксплуатационного и качественного эффекта; концентрация грузовых перевозок в рамках замкнутого цикла; концентрация пассажирских перевозок и единое управление на полигоне

(оперативное, управление текущим содержанием и ремонтом инфраструктуры, обслуживанием и ремонтом подвижного состава).

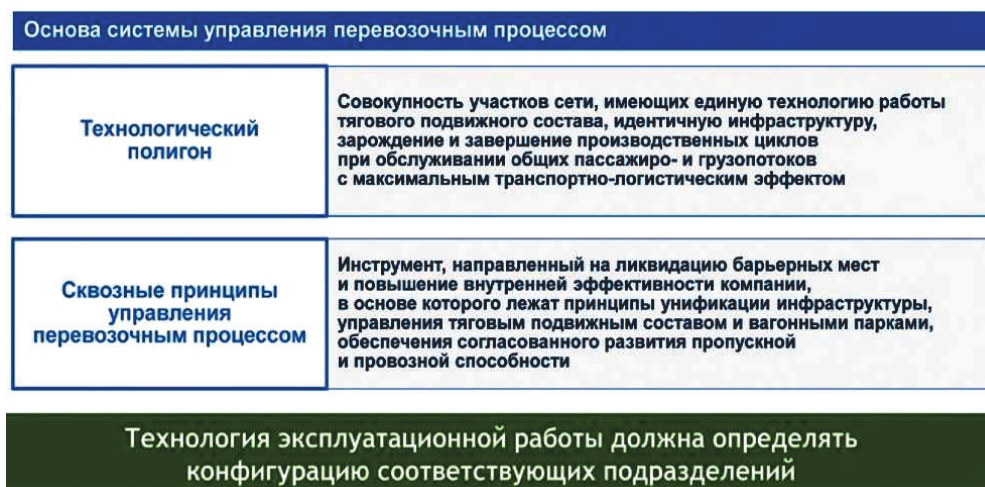


Рис. 4. Базовые принципы системы управления перевозочным процессом

Целью перехода к полигонной системе управления являются повышение эффективности перевозочного процесса, существенное снижение эксплуатационных затрат за счет улучшения качества работы и роста производительности труда. Это может быть обеспечено путем повышения участковой скорости, сокращения времени нахождения вагонов, поездов и локомотивов на технических станциях, снижения рисков нарушения сроков доставки грузов.

Реализация данных принципов обуславливает потребность в четком взаимодействии сторон, обеспечивающих замкнутость производственного цикла перевозки груза, включая грузоотправителей и грузополучателей.

Сквозная технология работы целого направления позволяет достигать гибкости и ритмичности при обеспечении производственной деятельности для всех участников процесса – от мест зарождения до погашения грузопотоков.

Поддержкой реализации данных комплексных инициатив, позволяющих обеспечить внедрение технологических решений, является достижение баланса с планами по развитию инфраструктуры и обновлению подвижного состава. При этом технология эксплуатационной работы должна определять конфигурацию соответствующих подразделений.

Основополагающие подходы, концептуально определяющие структуру и содержание единого управления перевозочным процессом, сформулированы в рамках Типового технологического процесса работы полигона (от 26.12.2016 №2700р) и Единого сетевого технологического процесса железнодорожных грузовых перевозок (от 09.01.2020 №4/р).

Постепенный переход на новую модель управления осуществляется как в рамках реализации организационно-штатных, технических и технологических

мероприятий пилотного проекта на Восточном полигоне, так и в плоскости наработки соответствующей методической документации, которая лежит в основе дальнейших преобразований. Это типовые решения, технологические процессы, методики, инструкции и порядки (рис. 5). Кроме того, в рамках принятых руководством компании решений по совершенствованию эксплуатационной работы нарабатывается практический опыт при адресном формировании мероприятий по улучшению оперативной обстановки. Это конфигурация диспетчерских участков в районе технической станции смены родов тока Балезино, организация движения от Екатеринбурга до Свечи под единым диспетчерским руководством, а значит, в одной зоне ответственности, а также перераспределение диспетчерских участков на подходах к Московской железной дороге с учетом структуры поездопотоков и специфики взаимодействия трех диспетчерских центров.



Рис. 5. Переход на новую модель управления

Данный опыт необходимо оценить с точки зрения перспектив практического применения и на других направлениях сети. В зависимости от особенностей каждого регионального диспетчерского центра (преимущественно транзитные грузовые или пассажирские перевозки, погрузка или взаимодействие с портами) в Центральной дирекции управления движением формируется идеология адресности подходов при организации движения поездов (рис. 6). Вместе с тем имеются и исторически сложившиеся противоречия, которые требуют устранения. Так, на Дальневосточной железной дороге на четырех участках поездные диспетчеры трудятся в условиях наличия двух начальников районов управления, двух начальников районов местной работы и руководителей железнодорожных станций двух различных центров организации работы станций, задачи которых в отдельные сутки могут быть

разнонаправлены. Такая конфигурация исторически опирается на административное деление регионов железной дороги. Важно отметить, что данные противоречия встречаются на нескольких железных дорогах.



Рис. 6. Функциональная специализация диспетчерских центров

Действующая Методика определения оптимальных границ диспетчерских участков (утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 02.03.2020 № 452/р) позволяет учитывать допустимый уровень загрузки диспетчерского персонала (в зависимости от размеров движения и технической оснащённости), но на концептуальном уровне следует сформулировать ряд принципов для дальнейшего развития технологии полигонного управления (рис. 7).



Рис. 7. Факторы, определяющие конфигурацию границ управления

В целях синхронизации усилий начальников районов управления, поездных и локомотивных диспетчеров, начальников центров организации работы железнодорожных станций, направленных на выполнение целевых показателей эксплуатационной работы полигона, предлагается рассмотреть следующие базовые принципы:

– целесообразность нахождения (расположения) одного диспетчерского участка в границах двух районов управления (однозначность задач поездного

диспетчера в границах соответствующего участка, отсутствие противоречий и конфликта интересов различных районов управления);

– совпадение или кратность административно-территориальных границ центров организации работы железнодорожных станций и районов управления (синхронизация границ управления с учетом формата разрабатываемых планов погрузки (дорога, регион), а также технических норм работы вагонных парков с границами планирования);

– совпадение или кратность административно-территориальных границ регионов железных дорог и районов управления (формирование условий эффективной координации функционирования производственных подразделений);

– управление движением из диспетчерского центра в границах нескольких железных дорог с определением соответствующей системы оценки эффективности (организация централизованного диспетчерского управления на направлениях следования поездопотоков).

При рассмотрении вопроса целесообразности установления соответствующих границ необходимо учитывать следующие факторы:

– соблюдение допустимого уровня загрузки диспетчерского персонала (в зависимости от размеров движения и технической оснащенности);

– целесообразность совмещения работы диспетчера по железнодорожному узлу и линии одновременно;

– целесообразность синхронизации границ районов управления с административно-территориальными границами и технологическими стыками (стыки по роду тяги, пункты зарождения и погашения вагонопотоков, границы участков обращения локомотивов и бригад);

– расположение технической станции (в том числе станции стыкования различных видов тяги) в центре диспетчерского участка для обеспечения единоличного диспетчерского руководства с учетом сохранения возможностей принятия регулировочных мер на подходах;

– максимальная технологическая самостоятельность районов управления (целостность цикла технологических операций по местным перевозкам, погашению транзитных потоков);

– допустимые пределы протяженности подразделений в зависимости от временных и финансовых затрат на перемещение по производственной необходимости;

– причины, определяющие приоритетность технологических границ перед географическими;

– экономическая целесообразность пересмотра административных границ регионов по сравнению с переоборудованием технических устройств в рамках диспетчерских участков.

Кроме того, следует рассмотреть вопросы синхронизации технологии содержания инфраструктуры и технологии организации работы тягового подвижного состава с технологией работы районов управления. К примеру, дистанции пути тоже должны вносить свой вклад в показатель участковой скорости в границах района управления, отвечая за отсутствие неграфиковых предупреждений, не приведение скоростей к проектным значениям, наличие предупреждений сверх графика движения поездов. Как результат, вопросы содержания инфраструктуры должны быть взаимоувязаны с потребностями технологии эксплуатационной работы.

Управляемая скоординированная система, нацеленная на выполнение единых целевых показателей, должна предусматривать изменения существующей модели перевозочного процесса, обеспечивать эффективность производственной деятельности компании. С учетом наработанного в этой области опыта и адресных рекомендаций отраслевой науки целесообразно создать единую методическую концепцию обобщенных принципов с последующим включением в Программу модернизации региональных диспетчерских центров.

В рамках постановки задачи на первом этапе необходимо формирование аналитического отчета с учетом детального практического изучения и соответствующего отражения результатов работы. Требуется комплексная оценка условий работы каждого диспетчерского участка в зависимости от технической оснащенности, конфигурации зон управления, влияния соседних зон, а также от различных факторов, влияющих на принятие решений диспетчером. Максимально достоверное установление состояния «как должно быть» предусматривает нахождение «золотой середины», учитывающей все мнения причастных работников. При этом решающим критерием является эффективная технология.

Формирование научно обоснованных системных выводов предполагается осуществить на основе реализации таких мероприятий:

- изучения передового международного опыта в сфере диспетчерского управления как железнодорожных, так и авиакомпаний;
- анализа текущего состояния конфигурации диспетчерских участков и выявления противоречий, в том числе вызывающих конфликты интересов руководителей подразделений при решении локальных производственных задач;
- систематизации опыта функционирования единых диспетчерских смен с общими производственными показателями и сопоставления достигаемых результатов;
- экспертной оценки действующих процессных моделей «Диспетчерское управление перевозочным процессом» с учетом положений актуализированной

Инструкции по оперативному планированию поездной и грузовой работы в ОАО «РЖД»;

– формирования схем действующего и перспективного оперативного руководства поездной и грузовой работой на всех уровнях управления, взаимоувязанных с действиями руководителей на уровне Центральной дирекции управления движением, железной дороги, административно-территориального региона железной дороги, района управления, центра организации работы железнодорожных станций, диспетчерского участка;

– определения ключевых бизнес-процессов, связанных с функциональной специализацией диспетчерских центров;

– расчета параметров, определяющих целесообразность размещения центров управления перевозками полигонного уровня в зависимости от решающих факторов;

– анализа достаточности проведенных мероприятий по модернизации региональных диспетчерских центров;

– формирования рекомендации по переходу в состояние «как должно быть».

Второй этап – это создание Концепции перспективного диспетчерского управления с учетом систематизации требований, принципов, критериев и алгоритмов действий как обоснованных технических, технологических и организационных подходов по дальнейшему развитию диспетчерского управления на сети железных дорог с применением сквозных принципов с последующим их включением в Программу модернизации региональных диспетчерских центров.

Важнейшая часть работы третьего этапа – это установление эффектообразующих факторов как инструмента подготовки обосновывающей документации с выходом на Экспертный совет ОАО «РЖД». Следует отметить, что технико-экономическая оценка выполняется с точки зрения баланса интересов как для ОАО «РЖД», так и для территориальных администраций.

Данный комплекс задач сформулирован впервые и в целом имеет прикладной характер. Его научная проработка послужит отправной точкой для дальнейших шагов по эффективному развитию системы диспетчерского управления на сети ОАО «РЖД».

Источник: Железнодорожный транспорт. – 2021. – № 9. – с. 39-45

Центры управления перевозками: эволюция и целевое состояние

Центр управления перевозками (ЦУП) – это технологический комплекс, призванный обеспечить оперативное управление процессом перевозок и

работой железнодорожной инфраструктуры. Основные задачи ЦУП – организация и контроль перевозочного процесса, обеспечение следования пассажирских и грузовых поездов, технического обслуживания железнодорожной инфраструктуры и проведения плановых работ по её ремонту, управление парками подвижного состава, взаимодействие с аналогичными центрами управления (или структурами, выполняющими их функции) других железных дорог, а также со службами экстренного реагирования и другими государственными органами. В зависимости от структуры управления перевозками на железных дорогах той или иной страны, выделяют сетевой (национальный) диспетчерский центр управления и дорожный (региональный) ЦУП.

Уровень технологической зрелости современных диспетчерских центров в значительной степени определяется уровнем технической оснащённости железных дорог. Вместе с тем, справедливо и то, что ЦУП во многом является «витриной» железнодорожной компании, демонстрирующей уровень ее технологического развития, и это в свою очередь может также стимулировать техническое перевооружение железных дорог в целом.

Эволюция центров управления перевозками

С учетом современного уровня технологической зрелости железных дорог и предлагаемых задач цифровизации целевое состояние развития центров управления перевозками на среднесрочную перспективу можно определить – как ЦУП 4.0. В настоящее время разные страны находятся на разных этапах развития диспетчерских центров управления – от ЦУП 1.0 до ЦУП 3.0. Зачастую данные модели развития сосуществуют в рамках одной и той же сети железных дорог ввиду неравномерности реализуемых программ модернизации и технического перевооружения и будут сосуществовать в течение еще многих лет в силу экономических причин. Вместе с тем, быстрое устаревание программного и аппаратного обеспечения, появление новых цифровых технологий и технических решений в области автоматизации производственных процессов вынуждают ведущие железнодорожные компании регулярно проводить модернизацию и техническое перевооружение своей инфраструктуры и диспетчерских центров управления в направлении нового целевого состояния.

Диспетчерское управление движением поездов появилось в начале 20 века и было обусловлено задачей повышения безопасности движением поездов в условиях отсутствия развитых технических средств контроля.

Диспетчерский центр первого поколения (ЦУП 1.0) представлял собой индивидуальное помещение поездного диспетчера, в котором располагался рабочий стол с отрисованным графиком движения поездов, служебный телефон

и переговорное устройство селекторной связи. Протяженность диспетчерского участка под управлением одного диспетчера составляла от 30 до 50 км.

Развитие средств связи и компьютерной техники в 60-70 годах 20 века во многом изменило систему диспетчерского управления и позволило создать центры управления перевозками второго поколения (ЦУП 2.0) на базе диспетчерской централизации и диспетчерского контроля железнодорожных станций. Протяженность диспетчерского участка увеличилась в некоторых случаях до 150 км.

Другой важной вехой стало внедрение оптоволоконных линий связи на железных дорогах в конце 90-х годов 20 века. Это позволило создать диспетчерские центры третьего поколения (ЦУП 3.0), не зависящие от железнодорожных линий связи и способные управлять участками большей протяженности. Теперь центры управления перевозками стали формироваться по дорожному признаку с размещением в зданиях, расположенных достаточно близко к зданиям управлений железных дорог. На этом этапе происходит укрупнение диспетчерских участков, а протяженность одного диспетчерского участка может составлять до 300 км.

ЦУП 3.0 характеризуется наличием специализированных компьютерных программ, автоматизирующих рутинные операции диспетчера, включая ведение графика движения поездов, а также наличием компьютеризированных информационно-справочных систем, обеспечивающих оперативное взаимодействие с различными подразделениями железнодорожной компании и диспетчерскими центрами управления других железных дорог, а также со службами экстренного реагирования и другими государственными органами. Происходит интеграция с центрами управления инфраструктурой и центрами управления тяговыми ресурсами для решения задач планирования и построения вариантного графика движения поездов. В ЦУП появляются электронные табло коллективного пользования с визуализацией информации о перевозочном процессе, необходимой для принятия оперативных решений, и элементами прогнозной аналитики на основе статистических данных по выполнению показателей перевозочного процесса.

На этапе ЦУП 3.0 также происходит автоматизация процесса увязки графика движения поездов с диспетчерской централизацией, а диспетчерские участки оборудуются устройствами автоматической установки маршрутов на станциях. Активное развитие в этом направлении в сочетании с внедрением принципиально новых методов обработки информации в режиме реального времени создает предпосылки для дальнейшего перехода к целевой модели ЦУП 4.0.

Указанный переход может занять не один десяток лет и будет означать преодоление тех проблемных моментов в организации перевозочного процесса,

которые отмечаются в разных странах. Сюда относится слабая интеграция существующих информационно-управляющих систем, а также фрагментарная автоматизация цикла управления, при которой ключевые функции выбора и принятия управляющего решения по-прежнему остаются за диспетчером и зависят от его личного опыта и не до конца формализованных знаний (эвристических правил). Существующий цикл управления ЦУП 3.0 можно условно разделить на следующие этапы: прогнозирование, планирование, управление тяговыми ресурсами, оперативное управление, график исполненного движения (ГИД), анализ эксплуатационной деятельности. Общий цикл управления представлен на схеме (рис. 8).

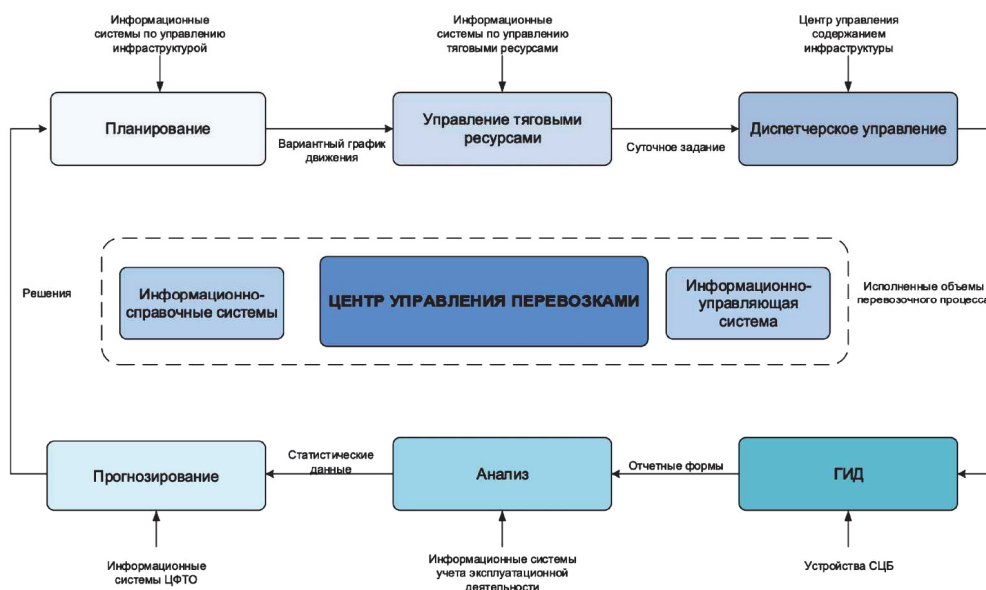


Рис. 8. Цикл управления перевозочным процессом в рамках модели ЦУП 3.0

Целевое состояние ЦУП 4.0

Чем характеризуется данное целевое состояние? К отличительным особенностям следует отнести следующее (рис. 9):

- облачное хранение и обработка данных;
- адаптивное планирование на основе методов машинного обучения и «цифрового двойника»;
- единая мультиагентная программно-аппаратная платформа с тесной программной интеграцией модулей планирования, построения, ведения и корректировки графика движения поездов с учетом конфликтов и сбойных ситуаций, управления тяговыми ресурсами, локомотивными бригадами, инфраструктурой и т.д.;
- реализация режима оперативного управления за счет интеграции с системами АУМ;
- интеграция с бортовыми локомотивными средствами автоведения.

Большую роль в достижении целевого состояния будет играть успешная верификация и валидация на железнодорожном транспорте тестируемых в настоящее время технологий адаптивного управления с обратной связью и предиктивной аналитики с использованием методов машинного обучения и обработки «больших данных» (Big Data). Речь, в том числе, идет о новом подходе к построению и корректировке графика движения поездов в режиме реального времени на основе алгоритмов Data Science, с учетом задач автоматического выявления и разрешения конфликтов.

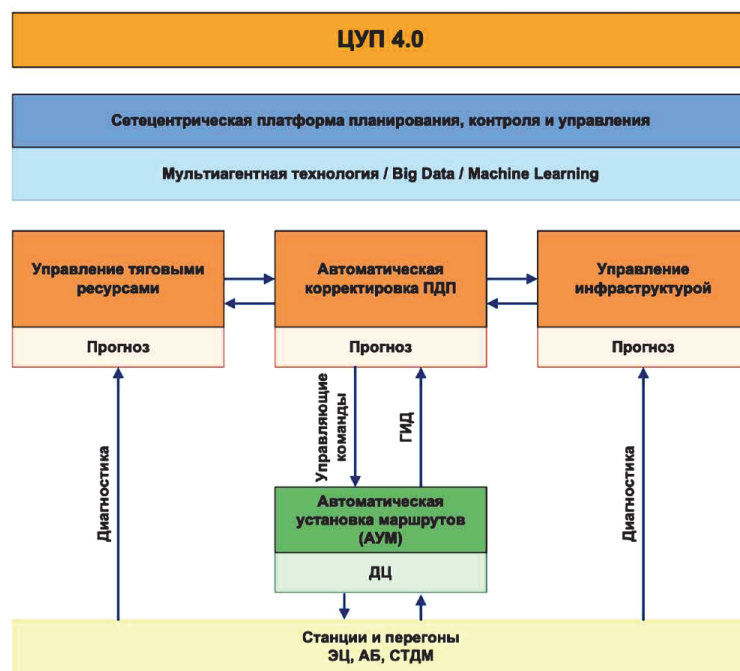


Рис. 9. ЦУП 4.0. Принципиальная схема

Очевидно, что при реализации указанных принципов ЦУП 4.0 продолжится дальнейшее укрупнение существующих центров управления с возможным переходом к иным моделям диспетчерского управления, не привязанным к географическим границам железных дорог (с протяженностью зоны управления до 1500 км).

Отдельно следует отметить, что большое значение для дальнейшей эволюции центров управления перевозками (по крайней мере, в Европе) может иметь развитие слоя ETML (European Traffic Management Layer) европейской системы управления ERTMS, отвечающего за управление движением поездов по графику, с учетом ведущейся работы по тестированию и стандартизации функций и оборудования автоведения «АТО поверх ETCS» и ожидаемого перехода к уровням автоматизации управления движением поездов GoA 3-4 (т.е. к беспилотному управлению). Национальные системы управления в некоторых странах также развиваются в данном направлении. Немалое значение для дальнейшего развития будет иметь внедрение нового поколения стандарта железнодорожной радиосвязи FRMCS.

Необходимо также отметить, что при активном внедрении режима автоматической установки маршрутов (АУМ) и беспилотного вождения поездов все большая часть функций ответственной системы, связанной с безопасностью движения поездов, может переноситься в ЦУП, в связи, с чем может возникать вопрос о необходимости обеспечения соответствующего уровня функциональной безопасности управляющего программно-аппаратного комплекса. В разных странах к такому комплексу могут предъявляться разные требования с точки зрения полноты обеспечения функциональной безопасности SIL (Safety Integrity Level), начиная от SIL0 и заканчивая SIL4. Данные требования в настоящее время не стандартизированы на международном уровне, но неизменно обсуждаются в рамках проектов европейской программы инновационного развития железнодорожного транспорта Shift2Rail, направленных на разработку и тестирования указанных технологий.

Возможно, что в долгосрочной перспективе – на горизонте 2050 года – придется говорить уже о новой парадигме ЦУП 5.0, которая в настоящее время выглядит весьма футуристично. Это модель адаптивного управления на основе Big Data со множественной обратной связью, в которой речь, по сути, может идти об автоматическом формировании и оптимизации рыночного спроса (как в грузовом, так и в пассажирском сегменте) на основе анализа исторических данных и тесной интеграции с различными системами сбора и агрегации данных о клиентах и реализации функции оповещения и информирования (вплоть до индивидуального) пассажиров и грузоперевозчиков/грузоотправителей об оптимальных маршрутах, предлагаемых услугах, скидках и пр.

Другими словами, речь идет о практической реализации декларируемой концепции «мобильность как услуга» – передвижение по запросу с автоматическим нахождением оптимального решения задачи равномерного распределения нагрузки на сеть путем сглаживания амплитуды клиентских запросов и оптимизации маршрутов по времени и пути следования. Вероятным сценарием при такой парадигме может стать исчезновение понятий «планирование» и «нормативный график».

На смену традиционному диспетчерскому центру управления может прийти распределенная система искусственного интеллекта со множественной обратной связью, функционирующая в режиме реального времени с постоянным анализом исторических данных, самообновлением и самообучением, при этом диспетчер, возможно, будет использоваться в качестве дополнительного контура обучения искусственной нейросети и для принятия решений в нештатных ситуациях.

Барьерами на пути указанной трансформации могут быть ограничения, связанные с выбранной моделью управления, вычислительными мощностями,

пропускной способностью каналов связи, киберуязвимостью, а также с задачами обеспечения транспортной безопасности и эвакуации людей, грузов и техники в местах аварии или отказа роботизированной техники.

Выводы

Функциональные задачи центров управления перевозками на железных дорогах разных стран могут существенно отличаться и в значительной степени зависят от структуры перевозок (пассажирские, грузовые, смешанные) и модели диспетчерского управления (централизованное, децентрализованное). Вместе с тем, базовые принципы создания ЦУП остаются одними и теми же в разных странах и включают на данный момент применение человеко-ориентированного подхода при проектировании, автоматизацию рутинных операций диспетчера и обеспечение поддержки принятия решений в сбойных ситуациях за счет использования компьютеризированных информационно-управляющих систем. Нынешний этап развития центров управления железнодорожными перевозками можно определить, как ЦУП 3.0. Он характеризуется тенденцией к комплексному управлению поездопотоками, тяговыми ресурсами, инфраструктурой и транспортной безопасностью. Тем не менее, на данном этапе развития пропуск поездов и решение конфликтных ситуаций зависят в основном от квалификации и опыта диспетчерского персонала.

Дальнейшая эволюция центров управления перевозками с учетом целевого состояния ЦУП 4.0 предусматривает автоматизацию интеллектуальных функций управления, т.е. внедрение управляющих систем реального времени на основе искусственного интеллекта (машинного обучения), методов обработки «больших данных» (Big Data) и предиктивной аналитики.

ЦУП 4.0 – это, по сути, модель управления с постоянной обратной связью, и достижение целевого состояния будет происходить путем расширения обратной связи и повышения оперативности и достоверности информации за счет использования различных средств контроля, мониторинга и диагностики, в том числе мобильных (например, беспилотных летающих аппаратов типа дроны, оснащенных техническим зрением и иными средствами видео- и фотофиксации) и стационарных устройств (комплексы технического зрения на пассажирских и грузовых станциях, интегрированные посты диагностики и мониторинга подвижного состава на сортировочных станциях, системы виброакустического контроля по ВОЛС и т.д.). В данной парадигме также большое значение имеет дальнейшее развитие мобильных средств контроля поездного положения («географическая логика управления») на

основе ГНСС и цифровых устройств компьютерного зрения в комбинации с наземными комплексами видеопознания подвижных объектов.

Источник: Наука и технологии железных дорог. – 2021. – вып. 3 (сентябрь). – с.9-14

Совершенствование перевозочного процесса на основе научно-исследовательских проектов

В современных условиях обеспечить устойчивую работу железных дорог, добиться повышения качества оказания транспортных услуг возможно лишь на основе активного и широкого использования на практике новейших научно-технических достижений. Свой вклад в это важное дело вносит и Научный центр «Цифровые модели перевозок и технологии энергосбережения» – основное подразделение АО «ВНИИЖТ» в области совершенствования перевозочного процесса. Ключевыми компетенциями центра являются разработка и внедрение автоматизированных систем и программных комплексов для организации движения поездов, технологическое и методологическое сопровождение диагностики и повышение энергоэффективности перевозочного процесса, выработка новых технологических подходов к развитию и содержанию железных дорог, создание, внедрение и сопровождение новых транспортно-логистических продуктов.

К наиболее важным разработкам центра, реализованным в последнее время и ведущимся сегодня, можно отнести следующие проекты:

- автоматизированная система построения прогнозных графиков движения поездов (АПК ЭЛЬБРУС);
- цифровая прогнозная макромодель движения поездопотоков на сети железных дорог;
- система планирования, нормирования и анализа использования топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов (АСУ ТЭР);
- разработка технологии освоения возрастающих объемов перевозок с использованием соединенных поездов;
- моделирование продвижения поездопотоков;
- совершенствование технологии капитального ремонта пути;
- ускоренные грузовые перевозки.

Одним из важнейших направлений деятельности центра является разработка автоматизированных систем и программных комплексов в сфере организации движения поездов. Наиболее масштабным продуктом, сегодня успешно используемым в качестве рабочего инструмента специалистами хозяйства перевозок на всей сети железных дорог, стал аппаратно-

программный комплекс ЭЛЬБРУС. Он предназначен для формирования в автоматизированном режиме суточных прогнозных графиков движения грузовых поездов на полигоне с учетом топологии, условий пропуска поездов, технологических «окон», ограничений скорости движения, расписания пассажирских и пригородных поездов. Тиражирование ЭЛЬБРУСа было начато в 2012 году и в течение восьми лет было осуществлено на всей сети ОАО «РЖД». За это время функционал АПК ЭЛЬБРУС был значительно расширен и продолжает совершенствоваться. Разрабатываются новые модули, в основе которых лежит решение задач оптимизации перевозочного процесса с использованием инновационных подходов в части имитационного и математического моделирования.

Одним из таких модулей является подсистема оперативного перестроения графика движения поездов. Данная система была разработана в 2020 году и успешно эксплуатируется на полигоне Входная – Курган Южно-Уральской железной дороги. Целесообразно принять решения о тиражировании системы и дальнейшем развитии ее функциональных возможностей.

Цифровая прогнозная макромодель движения поездопотоков на сети железных дорог (ЭЛЬБРУС – М), первый этап разработки которой планируется выполнить до конца 2021 года (рис. 10), предназначена для повышения пропускной способности и энергоэффективности перевозок на сети ОАО «РЖД». Ее основной задачей является оперативное управление, а именно – оценка реализуемости планов пропуска поездопотоков и освоения объема перевозок при существующих условиях пропуска. Макромодель поможет выявить «узкие» места и разработать решения по их устранению или нивелированию. Функционал системы позволит выполнять поиск оптимальных условий для пропуска перспективных поездопотоков с учетом возможностей фактической пропускной способности участков сети.



Рис. 10. Цифровая прогнозная макромодель движения поездопотоков ЭЛЬБРУС–М на сети железных дорог

Задачи организации перевозочного процесса аппаратно-программный комплекс ЭЛЬБРУС позволяет решать на уровне железных дорог. Однако необходимо проводить моделирование процессов движения поездов и на микроуровне, включая перегоны, блок-участки, станции, поезда, локомотивы и

т.д., для определения и оценки негативных факторов, влияющих на стабильность перевозочного процесса. До настоящего времени в существующих автоматизированных системах ОАО «РЖД» это не было реализовано.

На базе АПК ЭЛЬБРУС в рамках проекта «Микромодель» (рис. 11) разработан действующий прототип, который уже подтвердил верность выбранного подхода и был использован на практике при разработке и отладке подсистемы оперативной корректировки графика движения поездов. В перспективе планируется разработать на базе современных технологий и стандартов универсальную программную платформу для решения полного спектра задач цифрового динамического моделирования железной дороги.

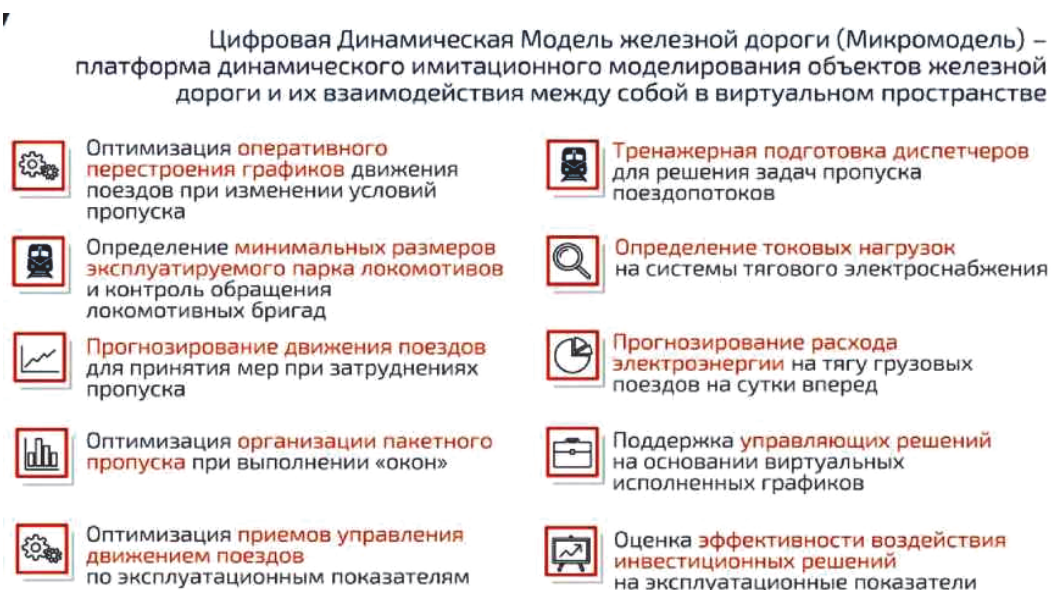


Рис. 11. Цифровая динамическая «Микромодель» железной дороги

Не менее важным направлением деятельности Центра является диагностика перевозочного процесса. В настоящее время основные направления сети железных дорог близки к исчерпанию своей пропускной и провозной способностей. Определение потребности в инфраструктурном развитии для освоения перспективных объемов перевозок и определение факторов, негативно влияющих на перевозочный процесс, должно осуществляться на основе имитационного моделирования. Существующие программы по развитию тяжеловесного движения, увеличению объемов контейнерных перевозок, отдельные мероприятия по конкретным объектам инфраструктуры, а также специализация железнодорожных линий комплексно не рассматривались. Поэтому крайне важно в данной сфере осуществить переход к использованию интеллектуальных цифровых инструментов. Необходимо принять решение о создании такого программного продукта, позволяющего прорабатывать сценарные решения освоения перспективных объемов перевозок, а также решать тактические задачи по текущему

планированию и прогнозированию работы станций и полигонов в целях снижения влияния «узких мест» на продвижение поездопотока.

Одним из наиболее принципиальных вопросов в области диагностики перевозочного процесса является подход к идентификации «узких мест». В настоящее время определение проблемных участков или отдельных элементов основывается на расчетных показателях паспорта пропускной способности сети железных дорог и экспертной оценке соответствующих специалистов. Центр предлагает перейти на современные методы определения лимитирующих участков. Как известно, «узким» местом представляется участок (элемент) системы со сниженной пропускной способностью по отношению к другим участкам (элементам). Также он характеризуется снижением скорости движения, производительности локомотивов, наличием очереди из поездов и т.д. Главным показателем для оценки «узкого» места должна стать скорость продвижения поездопотока. При этом в большинстве случаев наиболее лимитирующими для пропускной способности будут эксплуатационные факторы: технические и технологические отказы, дефицит тяговых ресурсов, ограничения скорости движения и технологические «окна».

Источник: Железнодорожный транспорт. – 2021. – № 8. – с. 4-9