

**Исследования и разработки в области  
применения искусственного  
интеллекта при реализации  
транспортно-логистических услуг в  
сфере грузовых перевозок**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Исследования и разработки в области применения искусственного интеллекта при принятии решений в транспортной сфере .....</b>	<b>3</b>
1.1. Предиктивный и прескриптивный анализ .....	3
Отечественный опыт.....	3
Зарубежный опыт.....	6
1.2. Визуализация производственных процессов .....	21
1.3. Адаптивное управление .....	30
Отечественный опыт.....	30
Зарубежный опыт.....	44
1.4. Выявление аномалий транспортно-логистических процессов.....	53
1.5. Обучение в ходе деятельности (машинное обучение) .....	54
Отечественный опыт.....	54
Зарубежный опыт.....	61
 <b>2. Технологии искусственного интеллекта в сфере грузовых перевозок на железнодорожном транспорте.....</b>	 <b>63</b>
Отечественный опыт.....	63
Зарубежный опыт.....	75
 <b>3. Технологии искусственного интеллекта в сфере грузовых перевозок другими видами транспорта и транспортно-логистических услуг .....</b>	 <b>77</b>
Отечественный опыт.....	77
Зарубежный опыт.....	79

# **1. Исследования и разработки в области применения искусственного интеллекта при принятии решений в транспортной сфере**

## **1.1. Предиктивный и прескриптивный анализ**

### **Отечественный опыт**

#### **ВНИИЖТ разработал систему машинного зрения**

Соответствующий проект команды Научного информационно-аналитического центра института вышел в финал ежегодного конкурса инновационных проектов «Новое звено». Разработка позволяет автоматизировать определение готовности верхнего строения пути и его элементов к проведению работ по механизированной укладке.

Система автоматически определяет заполнение щебнем шпальных ящиков, наличие и состояние рельсовых скреплений, критическое состояние шпал, отсутствие угона пути, а также пребывание на путях устройств энергосистем, систем автоматики и сигнализации. Работа машинного зрения не зависит от погодных условий, времени года и суток. Специализированные камеры, лидары, осветительные приборы и вычислительный модуль с искусственным интеллектом монтируются без доработки конструкции подвижного состава и интегрируются с автоматизированной системой контроля «САДКО».

Разрабатываемая около полутора лет технология потребовала длительного обучения искусственного интеллекта – было необходимо учесть все варианты участков пути, просканировать и проанализировать их.

Предварительные испытания системы состоялись на полигоне Октябрьской железной дороги и подтвердили ее работоспособность.

*Источник: wagon-cargo.ru, 17.08.2022*

## **Омские ученые разрабатывают для железной дороги системы с искусственным интеллектом**

Подобные разработки помогут снизить аварийность и внезапные отказы на железных дорогах на 10-20%.

Проект «Технология автоматизации онлайн-мониторинга работоспособности устройств железнодорожной энергетики» разрабатывается в ОмГУПСе под руководством Александра Смердина, профессора кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта».

Учёные создают единую интеллектуальную систему поддержки принятия решений на основе методологии Big Data анализа и машинного обучения.

– Оперативные решения в транспортной отрасли, от которых зависит безопасность и эффективность работы, в настоящее время принимает оперативно-технический персонал, что в условиях неполноты информации и стресса может привести к ошибкам с различной тяжестью последствий. Разработки омичей позволят снизить количество этих ошибок. Проектом уже заинтересовались Российские железные дороги, – рассказали в Омском научно-образовательном центре.

Разработчики создают элементы системы комплексной диагностики. Их можно будет применять на действующих и перспективных тяговых подстанциях, участках контактной сети и объектах железнодорожного электроснабжения. Подходят они и для электроэнергетических комплексов других видов транспорта и отраслей народного хозяйства в рамках стратегии цифровизации энергетики.

*Источник: omskgazeta.ru, 21.10.2021*

## **Томские исследователи учат искусственный интеллект мониторить состояние дорог и мостов**

Минобрнауки России сообщило о применении учеными Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ) в дорожном строительстве и ремонте мостов самообучающихся киберфизических систем. Под последними понимаются информационно-технологические концепции с интеграцией вычислительных ресурсов в любые физические сущности, включая механизмы, оборудование и даже биологические объекты. На исследуемый объект устанавливают систему датчиков, собирающую, а после анализирующую и систематизирующую все имеющиеся данные. При этом датчики соединены в единую систему с оборудованием и информационными ресурсами. Яркие примеры киберфизических систем – беспилотные летательные аппараты и автономные роботы.

По словам исследователей, применение киберфизических систем при проектировании какого-либо механизма минимизирует рутинные вычисления, которые берет на себя искусственный интеллект. Совмещая датчики с киберфизической системой, ученые позволяют ей самообучаться и самонастраиваться. На сегодня в Томске уже разработали математический аппарат для замены таких зарубежных аналогов, как SPLINE, CATIA и WAVELET, применяемых для ремонта автодорог. Алгоритм сибирских ученых готов мониторить состояние мостов и других дорожных сооружений. Измерять нагрузки на сооружения помогают различные сенсоры – датчики давления, ультразвуковые сигналы и лазерные лучи. Между тем для правильной оценки состояния мостов и последующего формирования рекомендаций ИИ еще нужно научить определять все элементы конструкции – опоры, балки, пролеты.

Ранее наш медиаресурс рассказывал о другом томском вузе – университете систем управления и радиоэлектроники, где разработали плату для обучения программированию IoT-систем.

*Источник: iot.ru, 28.04.2022*

## **Искусственный интеллект поможет расставить вагоны**

На станции Кинель в Самарской области установили комплекс компьютерного зрения для контроля занятости сортировочных путей. Это разработка ведущего отраслевого института НИИАС.

Комплекс состоит из камер и датчиков, размещенных на всей территории станции. Они собирают информацию о местоположении вагонов и скорости их движения, а также отслеживают воздействие на путь.

Полученные изображения и данные с датчиков обрабатывает специальный алгоритм, который рекомендует, как эффективнее разместить либо переместить вагоны в парке. Так мы повысим скорость, безопасность формирования составов и улучшим заполняемость путей.

Сейчас наши инженеры проектируют еще три таких комплекса для установки на крупных сортировочных станциях сети РЖД.

*Источник: brif.news, 06.07.2023*

## **Зарубежный опыт**

### **Инновационные цифровые технологии на грузовом подвижном составе**

Компания Hitachi Rail подписала соглашение об эксклюзивном долгосрочном сотрудничестве с голландской компанией Intermodal Telematics (ИМТ), которая разрабатывает бортовые датчики и телематические устройства для грузовых вагонов и цистерн.

Датчики служат для отслеживания точного местоположения перевозимых грузов, порожнего или груженого состояния вагона, открытия и закрытия дверей или люков вагонов и контейнеров, температуры и давления, состояния тележек и колесных пар. Собранные данные по каналам сотовой радиосвязи передаются в облачную платформу, которая контролирует состояние поезда и перевозимого груза. Пользователи платформы оперативно получают информацию о возможных

проблемах. Партнерство Hitachi Rail и ИМТ позволит задействовать искусственный интеллект для анализа данных.

Благодаря сотрудничеству с ИМТ компания HitachiRail сможет предлагать клиентам комплексные решения в области мониторинга состояния грузовых вагонов. В 2021 г. Hitachi Rail приобрела британскую компанию Perpetuum, которая также внедряет бортовые устройства мониторинга состояния подвижного состава и облачные средства аналитики. Сочетание технологий Perpetuum и ИМТ дает HitachiRail полностью контролировать состояние грузового подвижного состава в режиме реального времени.

*Источники: railway-technology.com, 17.01.2022 (англ. яз.); zdmira.com, 19.01.2022*

### **Бортовые датчики IoT с питанием от полимерных пьезоэлектрических преобразователей**

Литовская компания Viezo представила на выставке InnoTrans2022 бортовую систему мониторинга состояния подвижного состава Powerail, включающую датчики вибраций и температуры, для питания которых используются полимерные пьезоэлектрические преобразователи. Система охватывает также бортовые концентраторы данных и аналитическое программное обеспечение на основе искусственного интеллекта.

Комплект датчиков размещен в компактном корпусе и крепится на тележки вблизи буксы. Измеряя вибрации и температуру, они фиксируют возможные дефекты буксовых подшипников и распознают ползуны на колесах. По данным Viezo, срок службы комплекта датчиков составляет не менее 12 лет и по этому показателю превышает все другие имеющиеся на рынке решения.

Компания Viezo образована в 2018 г. и первоначально сосредоточиться на поставках пьезоэлектрических преобразователей для изготовителей датчиков, но в дальнейшем приступила к созданию собственной системы Интернета вещей (IoT)

для мониторинга состояния подвижного состава, используя финансирование из разных источников, в том числе грант Евросоюза.

*Источник: zdmira.com, 19.10.2022*

**Nevomo и T-Systems подписали соглашение о совместной разработке сервисов на основе технологии Интернета вещей, которые будут использоваться на объектах железнодорожной инфраструктуры**

Компания Nevomo подписала соглашение с находящейся в собственности Deutsche Telekom компанией T-Systems о совместной разработке направления развития сервисов на основе технологии Интернета вещей, которые в дальнейшем будут широко применяться в железнодорожной отрасли.

Совместная работа будет проводиться в 6 основных технических направлениях: связь и сети, информационная безопасность, сенсоры, так называемое «озеро данных», пользовательский интерфейс, узлы для применения технологии Интернета вещей. Также отмечается, что она будет основана на уже реализованном специалистами Nevomo проекте, в рамках которого технология Интернета вещей была применена на объектах железнодорожной инфраструктуры в г. Варшава (Польша).

MagRail – система, разработанная Nevomo для профилактического технического обслуживания, основанная на технологии Интернета вещей, которая состоит из устройств мониторинга и инновационной платформы прогнозной аналитики на основе Искусственного интеллекта, позволяющей обрабатывать информацию при высоких эксплуатационных скоростях. Применение этой системы дает возможность существенно повысить уровень безопасности и сократить расходы. Для проведения испытаний системы в рамках первого этапа Nevomo провела в польском городе Нова Саржина (Nowa Sarzyna) работы по строительству испытательного пути протяженностью 700 м. На данном этапе будут проведены испытания при скорости движения 160 км/ч.



Основной целью разработки технологии MagRail было повышение пропускной способности железнодорожных линий и улучшение показателей эффективности функционирования всей транспортной системы в целом.

Представитель руководства Nevomo отметил, что сотрудничество скомпанией T-Systems открывает новые горизонты и является поводом для гордости.

*Источник: railwaypro.com, 23.09.2022 (англ. яз.)*

### **В Эстонии реализуется пилотный проект, в ходе которого с помощью дронов и алгоритмов на основе искусственного интеллекта создается цифровой двойник железнодорожной инфраструктуры**

Национальный оператор железнодорожной инфраструктуры Эстонии и компании Eesti Raudtee, Nepta Airborne реализуют пилотный проект по оцифровке пути и связанных с ним сооружений с использованием дронов и алгоритмов на основе искусственного интеллекта. Инновационная методика позволяет создавать цифровые двойники физических активов железной дороги без остановки движения поездов для проведения данного вида работ.

На сегодняшний день получение данных о железнодорожной инфраструктуре проводится вручную и для этого рабочим приходится передвигаться рядом с путями или находиться вблизи контактной сети, что влечет за собой риски. Сотрудники полностью сосредоточены на работе, и порой это может привести к несчастным случаям.

Решение задачи упрощают БПЛА, поскольку их использование позволяет сканировать объекты без рисков для безопасности движения и с минимальными затратами. На выходе получаются гигантские объемы данных, которые человеку обработать не под силу. Для автоматизации этого процесса внедряются алгоритмы на основе искусственного интеллекта.

Пилотный проект включает картографирование инфраструктуры и выявление ее дефектов с помощью программного обеспечения uBird. Оно

способно составлять подробные отчеты для сотрудников, занимающихся техническим обслуживанием. Хотя компания Hepta Airborne в первый раз работает в железнодорожной отрасли, однако в прошлом у нее уже был подобный опыт сотрудничества по сканированию физических активов.

Работы проводились в холодную погоду, однако это не стало помехой, поскольку в комплекте также использовались термальные датчики – чем выше разница температур между окружающей средой и прибором, тем точнее данные. Основную проблему представляло малое количество дневного света, что повлияло на функционирование оптических камер высокого разрешения. Тем не менее, цель – получить пригодные для дальнейшего использования данные, необходимые для проведения осмотров в будущем, была достигнута.

*Источник: gisuser.com, 10.03.2021 (англ. яз.)*

### **Проект по внедрению системы телематики на грузовых вагонах (США)**

Совместное предприятие RailPulse, включающее нескольких перевозчиков и вагоностроителей США, готовится в этом году вывести на рынок систему телеметрии, позволяющую в онлайн-режиме следить за местоположением вагонов, состоянием их компонентов и перевозимого груза.

RailPulse было образовано осенью 2020 года. В его состав вошли пять участников: TrinityRail – вагоностроитель, GATX – лизинговая компания и Norfolk Southern, Genesee & Wyoming и Watco – перевозчики. Позднее к RailPulse присоединился также другой крупнейший вагоностроитель Greenbrier и перевозчик Union Pacific.

Финансирование проекта было частично обеспечено грантом Минтранса США в размере 7,9 млн долл., но продвижение работ в данной области имеет финансовую поддержку и из других источников.

Система телеметрии, разрабатываемая в рамках RailPulse, включает установку на вагоны датчиков, которые должны отслеживать в режиме реального времени и отправлять в облачную платформу три основных показателя:

геолокацию, техническое состояние его компонентов (подшипников, буферов, сцепок и других частей) и условия перевозки груза (положение дверей или разгрузочных люков, уровень загрузки, температуры влажности внутри вагона, регистрация ударов вагона и других параметров).

Для пилотного проекта RailPulse выбрало трех поставщиков телеметрических решений: Nexxiot, ZTR и Hitachi Rail.

В ходе первого этапа испытаний, стартовавшего ещё весной 2022 года, на небольшом количестве вагонов проводилась проверка работоспособности датчиков и программного обеспечения от каждого поставщика. Ко второму этапу проекта RailPulse приступило в июле 2022 года. Каждый из семи участников проекта обязался оснастить 50 своих вагонов одним и тем же набором датчиков, что позволило создать испытательный парк из 350 вагонов и тестировать их в ходе повседневных операций на сети в полевых условиях. Тогда в RailPulse заявляли, что продолжают проверять производительность телеметрического оборудования, а также стандартизировать процесс установки приборов для пяти различных родов вагонов, включая полувагоны, крытые вагоны, хопперы, цистерны и автомобилевозы. Ключевой задачей являлось сохранение точности сбора данных при конструкционных различиях вагонов и их компонентов. Третий этап проекта должен начаться в 2024 году. К этому времени участники RailPulse должны завершить оснащение датчиками дополнительных 650 вагонов. Они будут участвовать в цикле испытаний, после чего планируется подготовить финальный отчет о результативности технологии. Данные о вагонах будут отправляться из систем поставщиков телеметрии на облачную платформу RailPulse, где начнут дополняться другими данными, компилироваться, анализироваться и передаваться эксплуатантам. На данном этапе RailPulse также планирует оформить требования к сертификации поставщиков телеметрии.

TrinityRail, один из участников RailPulse, в 2021 году в рамках проекта запустил собственную платформу Trinsight для отслеживания местонахождения грузовых вагонов, их технического состояния, а также ряда других показателей в режиме реального времени. Заявлялось, что платформа должна обрабатывать

данные от 132 тыс. вагонов, которыми владеет и управляет Trinity Rail в Северной Америке (у вагоностроителя действует собственное лизинговое подразделение). В систему планировалось интегрировать машинное обучение для ведения предиктивной аналитики.

Наиболее широкое распространение системы телематики на грузовых вагонах на текущий момент получили в Европе. Так, Nexxiot заявляет, что ее датчиками оборудованы примерно 200 тыс. грузовых вагонов, что составляет более 25% парка европейских перевозчиков. В прошлом году австрийский грузовой перевозчик Rail Cargo (входит в ÖBB) сообщил, что внедрил телематику на 11 тыс. грузовых вагонов. К 2023 году телематическими устройствами Siemens было оснащено более 70 тыс. грузовых вагонов немецкой DB Cargo. Knorr-Bremse и Nexxiot также разработали единые системы телематики для грузовых и пассажирских поездов. Немецкая и швейцарская компании планируют в следующем году запустить общее технологическое решение для мониторинга и анализа состояния компонентов. Его основу будет составлять информация, собираемая телематическими датчиками, установленными на тормозных, сцепных, дверных, климатических и других системах подвижного состава.

Разрабатываемая система объединяет в себе несколько компонентов. Первый – адаптер Knorr-Bremse Node, подключаемый к контроллерам различных систем подвижного состава и собирающий данные о таких параметрах, как геолокация, температура, энергопотребление, шум, удары или вибрация. Каждый такой узел передает по Bluetooth информацию на второй компонент – концентратор Knorr-Bremse Hub, объединяющий потоки данных от систем и загружающий их в облачный сервис Nexxiot Cloud посредством сотовой сети (в перспективе – через собственную шину железнодорожного транспорта). Облачная платформа анализирует потоки данных с помощью алгоритмов и искусственного интеллекта, преобразуя их в конкретные сведения. В интерфейс для пользователей будет выводиться информация о местонахождении, производительности, состоянии и потенциально возможных неисправностях систем, позволяющая оценить потребности в техобслуживании.

Knorr-Bremse начнет выпуск новых устройств в 2024 году. Сейчас по всему миру эксплуатируется более 130 тыс. единиц только системы управления тормозами CubeControl, а также свыше 100 тыс. систем климат-контроля производства Merak – суббренда Knorr-Bremse. Сервисы анализа данных в экосистеме Nexxiot Cloud будут предоставляться по подписке за ежемесячную плату или с оплатой по факту использования. За счет этого железнодорожное подразделение Knorr-Bremse рассчитывает уже с 2025 года ежегодно получать выручку объемом в десятки миллионов евро.

Технологические решения уже задействованы в нескольких проектах, связанных с профилактическим обслуживанием. Так, лизинговая компания VTG планирует использовать их на 50 грузовых вагонах в Великобритании, а американская грузовая «дочка» Knorr-Bremse NYAB будет устанавливать адаптеры Node в системах управления тормозами на грузовых поездах.

Стоит отметить, что в мае 2022 года Knorr-Bremse приобрела в Nexxiot миноритарную долю, позволяющую влиять на стратегические решения, объявив также о планах инвестировать в развитие компании 60 млн евро. Также компания развивает присутствие на американском рынке: ее телематику используют CSX и ТТХ.

Внедрение телематики на грузовых вагонах прорабатывается и в России. Основные поставщики телематики на текущий момент – НПП «Раторм» и «Центр 2М». В октябре 2022 года был представлен к обсуждению проект стандарта на требования к бортовым системам мониторинга и диагностики грузовых вагонов. Также «РМ Рейл» сообщила, что планирует установить телематические устройства НПП «Раторм» на 70 хопперах 19-1299 с алюминиевым кузовом. Датчики для отслеживания различных параметров уже используются в серийных хопперах-дозаторах 19-6940 (производитель – «Синара – Транспортные Машины») и в рефвагонах 16-5213 от «РусРефа» (выпускает УВЗ).

*Источник: rollingstockworld.ru, 20.12.2023, railpulse.com, декабрь 2023, freight-tracks.com, 2023*

## **Инновационная система мониторинга и анализа состояния оборудования грузовых и пассажирских поездов, совместно разработанная компаниями Knorr-Bremse и Nexxiot**

По мнению экспертов, в последнее время железнодорожная отрасль наиболее остро нуждается в инновационных технических решениях, внедрение которых позволит повысить уровень эксплуатационно-экономической эффективности и надежности. В этом отношении огромные возможности открывают именно цифровые технологии, позволяющие оптимизировать процесс управления данными.

В этом контексте компании Knorr-Bremse и Nexxiot объединили свои усилия в работе, направленной на достижение принципиально нового уровня взаимосвязи между различными системами бортового оборудования. Они намерены уже в 2024 г. вывести на рынок инновационную интеллектуальную систему мониторинга и анализа состояния оборудования, предназначенную для использования как на грузовых, так и на пассажирских поездах. По информации представителя руководства Knorr-Bremse, специалисты компаний на протяжении 18 месяцев активно работали в тесном сотрудничестве – в результате чего созданы готовые к выводу на рынок продукты, предназначенные для оснащения нового подвижного состава и модернизации парка уже находящихся в эксплуатации поездов. Новая система обеспечит возможность использования всего потенциала эксплуатационных данных, сбор которых осуществляется в режиме реального времени, для составления максимально точных отчетов о состоянии, производительности и актуальной потребности в проведении работ по техническому обслуживанию. Использование этих отчетов в дальнейшей работе позволит существенно сократить время простоя поездов на технических станциях, что имеет критически важное значение для клиентов.

В состав новой системы входят три основных компонента:

- адаптеры Knorr-Bremse Node, подключаемые к устройствам, осуществляющим управление тормозами, дверями, кондиционерами и сцепками. Они собирают данные об излучаемом шуме, местоположении, температуре, потреблении электроэнергии, вибрациях и др. Адаптер отправляет эти данные по каналу Bluetooth;
- телематическое устройство Knorr-Bremse Hub, которое агрегирует потоки информации от отдельных бортовых систем и осуществляет дальнейшую их передачу по каналу сотовой радиосвязи;
- облачная платформа компании Nexxiot – анализирует потоки данных при помощи искусственного интеллекта и алгоритмических методов, подготавливая отчеты для пользователей. Заказчикам через интерфейс пользователя доступна разнообразная информация, в том числе о местоположении, техническом состоянии, рабочих параметрах бортового оборудования и прогнозируемых сбоях в его работе. Это позволяет эффективно управлять содержанием парков подвижного состава. В будущем планируется также транслировать такую информацию по шине передачи данных грузового поезда.

В настоящее время в мире эксплуатируется более 130 тыс. устройств управления тормозами CubeControl и более 100 тыс. бортовых систем кондиционирования, которые Knorr-Bremse выпускает под брендом Merak. Значительная часть этих устройств может быть дооснащена адаптерами Knorr-Bremse Node. Для вновь поставляемого оборудования предусмотрена возможность интеграции функционала адаптеров в управляющие устройства.

Knorr-Bremse и Nexxiot планируют использовать бизнес-модели, основанные на абонировании услуг мониторинга состояния (Software as aService, SaaS) или их оплате по факту использования. За счет предоставления цифровых услуг Knorr-Bremse рассчитывает уже в 2025 г. увеличить выручку своего железнодорожного подразделения на несколько десятков миллионов евро.

Представленные технологии нашли применение в нескольких проектах в разных странах мира. В частности, подобные технические решения использует

лизинговая компания VTG, которая в 2024 г. намерена установить новые устройства на 50 грузовых вагонах в Великобритании. New York Air Brake (NYAB) — американское дочернее предприятие Knorr-Bremse размещает на грузовых вагонах адаптеры Knorr-Bremse Node, которые коммуницируют с установленными ранее бортовыми телематическими устройствами компании Nexxiot. В 2022 г. Knorr-Bremse приобрела миноритарную долю в капитале

Nexxiot за 60 млн евро. Кроме того, было подписано соглашение о стратегическом партнерстве обеих компаний.

Бортовые системы мониторинга состояния оборудования по мере развития цифровых систем получают всё больший потенциал расширения своего функционала и оптимизации своей работы. Инновации в данной области имеют критическое значение, т.к. именно они дают возможность повысить уровень безопасности железнодорожных перевозок, эффективности работ по техническому содержанию поездов, а также увеличить межремонтный пробег и за счет этого снижать эксплуатационные затраты.

*Источники: knorr-bremse.com, 11.12.2023 (англ. яз.); newswiretoday.com, 11.12.2023 (англ. яз.)*

### **Испания: для обработки и хранения данных о проведении работ по ремонту и техническому обслуживанию ADIF была выбрана цифровая платформа MainRailMT**

Компании Coalvi, входящая в Aldesa Group, и Rover Rail приняли совместное решение о выборе цифровой платформы MainRailMT для отслеживания в режиме реального времени состояния объектов железнодорожной инфраструктуры в рамках заключенного с Администрацией железнодорожной инфраструктуры Испании (ADIF) контракта.

Coalvi и Rover Rail используют новую технологию для выполнения работ в рамках договоренности с ADIF. Согласно условиям контракта, две компании осуществляют техническое обслуживание железнодорожных линий ADIF общей



протяженностью более 2700 км и всей связанной с ними инфраструктуры в Каталонии и Арагоне.

Программное обеспечение MainRailMT было разработано стартап-компанией MainRail (г. Памплона, Испания), которая была создана технологическим центром Ceit и компанией Inusom.

Новая цифровая платформа сочетает функции управления активами и компьютеризированные системы управления проведением работ по ремонту и техническому обслуживанию с новейшими аналитическими системами. MainRailMT позволяет при помощи мобильного приложения вести прямую запись всей информации, получаемой в ходе проверок, затем собранные данные анализируются с использованием алгоритмов искусственного интеллекта и цифровых двойников. Это дает возможность сократить сроки проведения работ по техническому обслуживанию и оптимизировать весь процесс, что способствует достижению основной цели – переходу к системе упреждающего профилактического обслуживания. Согласно предварительным подсчетам, использование новой платформы позволит на 25% снизить затраты и существенно повысить качество проводимых работ, продлевая таким образом срок службы объектов инфраструктуры.

*Источник: railwaygazette.com, 20.03.2022 (англ. яз.)*

### **Компания Alstom собирается активно внедрять искусственный интеллект на железнодорожном транспорте**

Французская компания Alstom оптимистично настроена в отношении применения искусственного интеллекта (ИИ) в железнодорожной отрасли по всему миру, включая Индию. Alstom подчеркивает, что ИИ упрощает процесс совершенствования протоколов безопасности в отрасли. Анализируя данные в режиме реального времени, соответствующие системы могут обнаруживать потенциальные опасности и предупреждать машинистов, и другой персонал. Умные датчики могут отслеживать состояние путей и оповещать оператора

инфраструктуры о любых отклонениях от исходных показателей, что порой может предотвратить многие происшествия. Этому же взгляда придерживается и Тамим Камалдин (Thameem Kamaldeen), директор Alstom в Индии по вопросам инфраструктуры и железнодорожной сигнализации.

Т. Камалдин заявляет, что системы с поддержкой ИИ могут помочь эксплуатировать беспилотные поезда будущего и другие схожие автоматизированные решения. Поезда с технологией автоведения могут работать на отдельных путях и использовать крайне герметичные и защищенные с точки зрения информационной безопасности компоненты, создавая буферное пространство, позволяющее как полностью отгородиться от любых внешних рисков, так и сохранить бесшовную связь с другими, не такими критически важными, подсистемами железнодорожной сети.

«Поезда в метрополитене Дели трогаются и тормозят самостоятельно на ежедневной основе. По завершении цикла эксплуатации они направляются в депо, проходят самодиагностику и могут сами подготовить себя к эксплуатации на следующий день», – говорит Камалдин.

Он отметил, что изображения и данные анализируются с помощью инструмента машинного обучения (ML): он способен автоматически классифицировать любые обнаруженные на инфраструктуре посторонние объекты, столкновение с которыми может привести к печальным последствиям. Зная эту информацию заранее, оператор может вовремя реализовать превентивные меры.

Прогностическое (предиктивное) и профилактическое техническое обслуживание, по словам Камалдина, является одним из наиболее многообещающих аспектов цифровой трансформации железнодорожного транспорта. Использование ИИ предполагает работу с данными, собранными в ходе эксплуатации, что позволяет операторам подвижного состава или инфраструктуры вовремя планировать ремонтные работы. Как следствие, количество случаев внезапной поломки или аварийного отказа существенно

снижается, что положительно сказывается на надежности, сроках простоя активов и затратах.

Т. Камалдин добавил, что решения на основе ИИ также помогают прогнозировать влияние нагруженности систем железнодорожного транспорта на качество и бесперебойность перевозочного процесса, позволяя оптимизировать время поездки и другие показатели: «Это достигается за счет сбора данных из разных источников. ИИ также помогает интегрировать в прогнозы внешние факторы и события, такие как погода, забастовки и спортивные мероприятия. ИИ способен предвидеть и контролировать плотность пассажиров в режиме реального времени, а также управлять пиковыми колебаниями спроса на перевозки».

Он пояснил, что будущее принадлежит беспилотным поездам, и следующим этапом цифровизации железнодорожной отрасли является полноценное внедрение технологии автоведения: «Беспилотная мобильность на железнодорожном транспорте – это повышение безопасности эксплуатации, уменьшение влияния человеческого фактора и связанных с ним рисков, и большая защищенность от внешних воздействий. Это сделает железные дороги более надежными, эффективными и пунктуальными».

*Источник: theweek.in, 19.12.2023 (англ. яз.)*

### **Компания Duos получила патент на искусственный интеллект (США)**

Duos Technologies Group, Inc., через свою дочернюю компанию Duos Technologies, Inc., получила патент США на использование искусственного интеллекта (AI) для обнаружения дефектов в поездах и способ его использования. Компания описывает патент, охватывающий «контролируемое машинное обучение, которое проактивно обнаруживает дефекты и идентифицирует риски схода с рельсов, устанавливая новый ориентир для повышения безопасности железнодорожной отрасли».

Использование запатентованного Duos процесса искусственного интеллекта значительно повышает эффективность механических проверок вагонов, помогая

предотвращать сходы с рельсов, еще больше повышая безопасность и оптимизируя работу.

По словам технического директора Duos Джеффа Некчия, своевременное предоставление оперативной информации является ключевой целью технологии инспекции Duos. Этот патент охватывает технологию, которая плавно интегрирует контролируемое машинное обучение в процесс проверки и вводит функцию HITL (Human In The Loop, Человек в цикле), которая позволяет специалистам железнодорожной отрасли проводить целенаправленные, точные и эффективные проверки. Патент был выдан благодаря способности Duos выполнять анализ данных изображений и метаданных с высоким разрешением в режиме реального времени, что делает его идеальным для выявления дефектов, предотвращения опасностей и обеспечения безопасности.

Как заявил генеральный директор Duos Чак Ферри, подход компании основанный на AI, меняет правила игры в отрасли. Сочетая глубокое понимание железнодорожного сектора с технологией AI, разработка Duos не только помогает предотвращать сходы поездов с рельсов, но и устанавливает новый стандарт безопасности в железнодорожной отрасли благодаря инновациям и стратегическим достижениям в области AI.

Недавно Duos заключила многолетний контракт с железной дорогой I класса, использующей технологию AI. Название железной дороги Duos не раскрыла.

*Источник: railwayage.com, 07.02.2024 (англ. яз.)*

## 1.2. Визуализация производственных процессов

### **Цифровая железнодорожная станция – от концепции к реальному внедрению**

Для повышения эффективности использования пропускных способностей железнодорожных станций, сокращения эксплуатационных расходов, оптимизации технологических процессов с исключением «лишних» технологических операций, перехода на малолюдные технологии работы станций с одновременным повышением безопасности выполнения технологических процессов, а также перехода от автоматизированного к автоматическому управлению технологическими процессами на станции (планирование, закрепление, заграждение, роспуск, подготовка и управление маневровыми передвижениями и др.) в 2018 г. в ОАО «РЖД» был инициирован проект «Цифровая железнодорожная станция» (ЦЖС).

ЦЖС является одним из направлений реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога», который в свою очередь является составной частью комплекса мероприятий по реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Ряд инфраструктурных модулей ЦЖС был создан на основе мероприятий Цифрового сортировочного комплекса. Тем не менее, дату утверждения концепции ЦЖС – 07 ноября 2018г. можно считать началом революционных изменений в организации работы на железнодорожной станции в части минимизации участия и влияния человека на технологические процессы переработки вагонопотока за счет использования самых современных технических средств и программных модулей с использованием искусственного интеллекта.

На основании утвержденной концепции в рамках НИР специалисты АО «НИИАС» разработали функциональные (ФТ) и технические (ТТ) требования к модулям цифровой станции.

Исходя из этих требований, модули Цифровой железнодорожной станции делятся на программные и инфраструктурные.

К программным модулям относятся:

- цифровая модель станции;
- модуль нормативной информации о работе всех подразделений станции;
- модуль планирования очередности приема, отправления и обработки поездов;
- модуль планирования очередности роспуска поездов и выставки в парк отправления;
- модуль планирования составообразования и отправления поездов;
- модуль планирования маневровой работы в парках и на местах необщего пользования;
- модуль автоматизированного формирования сменно-суточного и текущего плана работы станции;
- модуль автоматического формирования сообщений о событиях и положении на станции всех объектов контроля;
- модуль электронного документооборота;
- модуль формирования анализа эксплуатационной работы станции и выработки предложений по распределению ресурсов;
- модуль контроля выполнения требований безопасности движения поездов и охраны труда, нахождения на рабочем месте;
- модуль автоматического выполнения процессов организации текущего обслуживания, ремонта железнодорожного пути и его обустройств;
- модуль контроля исполнения.

К инфраструктурным модулям относятся:

- модуль автоматизации диагностики технического состояния подвижного состава и коммерческих неисправностей;
- модуль автоматизации диагностики технического состояния подвижного состава и коммерческих неисправностей по приему груза к перевозке и допуску на инфраструктуру;

- модуль автоматической подготовки поездных и маневровых маршрутов;
- модуль автоматического закрепления подвижного состава;
- модуль маршрутами; автоматического управления поездными и маневровыми
- модуль автоматического управления сортировочным процессом;
- модуль автоматической расцепки вагонов на сортировочной горке;
- модуль подтягивания (осаживания) отцепов на путях сортировочного парка;
- модуль предотвращения выхода подвижного состава;
- модуль автоматического опробования автотормозов.

Программные модули представляют собой программные продукты, размещаемые на мощностях Главного вычислительного центра. Они получают данные от инфраструктурных модулей и других информационных систем ОАО «РЖД», на основании интеллектуальной обработки планируют поездную, маневровую работу, контролируют исполнение технологических процессов и обеспечение безопасности движения. Инфраструктурные модули представляют собой программно-аппаратные комплексы, состоящие из напольных, бортовых и постовых устройств со встроенным специализированным программным обеспечением.

Исходя из максимальной оснащенности новейшими системами автоматизации, сортировочная станция Челябинск-Главный Южно-Уральской дороги была выбрана опытным полигоном внедрения максимального объема модулей ЦЖС. НИОКР в рамках КНП-5 по разработке, внедрению и постановке на производство инфраструктурных модулей была поручена АО «НИИАС», как разработчику целого ряда систем автоматизации.

В ходе разработки впервые в мировой практике планируется полностью оцифровать, максимально автоматизировать и увязать в единую безлюдную технологию комплекс технологических процессов сетевой сортировочной станции большой мощности. Уже внедрен, либо будет внедряться и объединяться в общую технологию ряд разработанных систем локальной автоматизации. Среди них:

Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях (ППСС), Система контроля и подготовки информации о перемещении вагонов и локомотивов на станции в реальном времени (СКПИ ПВЛ РВ), Комплекс компьютерного зрения для контроля занятости сортировочных путей с функцией диагностики продольного профиля (КЗСП) и др.

В рамках автоматизации диагностики технического состояния и коммерческого осмотра, в том числе при допуске на инфраструктуру, кроме имеющихся технических средств и подсистем ППСС начата разработка системы контроля технического состояния подвижного состава в пунктах технической передачи (КПП). Для осуществления автоматического контроля технического состояния локомотива ведется разработка автоматизированной системы контроля технического состояния локомотивов (АСКОЛ). Также начата разработка модуля формирования дополнительного критерия безусловной отцепки вагонов в текущий отцепочный ремонт» (МДКБ) ППСС. Основными задачами данной системы являются: повышение уровня безопасности перевозочного процесса и снижение количества непредвиденных отцепок вагонов в ТОР в пределах гарантийных участков за счет применения комплексного организационно-технологического подхода к браковке вагонов; сокращение ущерба ОАО «РЖД», связанного с повреждением и утратой груза в пути следования, а также нарушением нормативных сроков доставки за счет повышения степени выявляемости неисправностей.

В части автоматизации процесса закрепления подвижного состава планируется разработать и внедрить технологию полностью автоматического закрепления подвижного состава от заезда на станцию прибывающих с перегонов составов, их осмотра, расформирования, формирования и до отправки вновь сформированных составов со станции.

Согласно структурной схеме процесса автоматического закрепления подвижного состава, от планировщика ЦЖС через Блок интеграции в Модуль 15 поступает задание на закрепление состава. Информация о прибывающем составе



поступает в комплекс ПРИЦЕЛ для контроля позиционирования и в программно-аппаратный комплекс контроля и управления закреплением ПАК КУЗС. ПРИЦЕЛ передает информацию на борт локомотива о расстоянии до точки остановки и правильности позиционирования. После правильного позиционирования ПРИЦЕЛ выдает в электрическую централизацию сигнал о правильном позиционировании состава в устройствах закрепления (УЗ), а ПАК КУЗС выдает в ЭЦ команду на перевод УЗ в рабочее положение. После получения контроля о переводе УЗ в рабочее положение состав закреплен.

В составе Модуля автоматического управления сортировочным процессом, кроме эксплуатируемой на обеих сортировочных горках станции Челябинск Комплексной системы автоматизации управления сортировочным процессом (КСАУ СП), планируется внедрение Системы контроля заполнения путей сортировочного парка (КЗСП) и разрабатываемого институтом Интегрированного комплекса автоматизации роспуска опасных грузов (ИКАР ОГ).

Наиболее насыщенным как существующими, так и новыми передовыми разработками, является Модуль автоматического управления поездными и маневровыми маршрутами. Помимо уже внедренных систем МАЛС, СКПИ ПВЛ РВ в ходе реализации модуля планируется выполнить следующие мероприятия:

- разработать программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий формирование и передачу управляющих команд на установку маршрутов по безопасным стыкам систем электрической централизации;
- внедрить функционал, реализуемый единым локомотивным мультимедийным терминалом (ЕЛМТ) для управления и контроля локомотивных систем с одного устройства, получения электронных справок и предупреждений, взаимодействия с другими системами в составе Модуля;
- разработать и внедрить стационарную часть высокоточной системы позиционирования для станции Челябинск-Главный с учетом формирования высокоточной электронной карты, позволяющую однозначно определять местоположение локомотивов на станции, в том числе в зонах, неконтролируемых устройствами СЦБ;

- разработать и внедрить комплекс систем для обеспечения автоматического движения вагонами вперед и задач дистанционного управления для станции Челябинск-Главный;

- обеспечить функциональное развитие МАЛС для станции Челябинск-Главный на соответствие требованиям по 4-му уровню полноты безопасности и интеграцию в МАЛС радиоканалов передачи данных цифровой широкополосной системы на основе стандарта LTE;

- разработать модуль автоматической подготовки поездных и маневровых маршрутов.

Внедрение этих разработок позволит полностью автоматизировать подготовку и реализацию поездных и маневровых передвижений по станции по хозяйствам управления движением, инфраструктуры и тяги, при этом фиксируя каждую выполняемую операцию в реальном времени автоматически – «от колеса».

Для автоматизации процесса расцепки вагонов на сортировочных горках, а также отпуска тормозов ведется разработка робототехнического комплекса (РТК) и инфраструктуры для него. Прототип РТК продолжительное время проходил отладку на станции Челябинск-Главный.

Аппаратура контроля и управления заграждающими устройствами (АКУ БЗУ) уже внедрена в четном сортировочном парке и в настоящее время внедряется в нечетном сортировочном парке. В рамках Модуля 20 планируется обеспечить интеграцию информации от отдельных АКУ БЗУ в общем блоке интеграции и возможность автоматического режима управления заграждением от Модуля автоматического управления сортировочным процессом.

В рамках Модуля (автоматического опробования автотормозов планируется доработать Автоматизированную систему диагностики тормозов грузовых составов (АСДТ) в части управления от мобильного рабочего места осмотрщика ПТО несколькими устройствами зарядки и опробования тормозов; регистрацию хода опробования и параметров тормозных процессов в составе; автоматическую расшифровку диаграммных лент устройств зарядки и опробования тормозов с оценкой качества результатов выполненных работ и др.

Для обеспечения взаимодействия между разрабатываемыми инфраструктурными модулями создается единая цифровая шина межмодульного взаимодействия, которая будет реализована на базе ВОЛС, объединяющей все блоки интеграции инфраструктурных модулей ЦЖС. Цифровая шина позволит создать единый механизм обмена низовой информацией между внедряемыми и существующими системами с возможностью гибкой перенастройки информационных потоков, состава передаваемых данных и подключения новых участников информационного обмена. Такая шина обеспечит:

- увязку систем в составе инфраструктурных модулей ЦЖС между собой через локальные сети и сети оперативно-технического назначения (ОТН) без использования ресурсов сетей общетехнологического назначения (ОБТн);

- возможность широковещательной передачи информации от одного источника нескольким зарегистрированным получателям с исключением дублирующих запросов;

- возможность оперативного и долгосрочного хранения информации и оперативного доступа к данным (НСИ, протоколы, отчеты и др.).

Цифровая железнодорожная станция после разработки и внедрения указанных инфраструктурных модулей совместно с разрабатываемыми программными модулями информационно-планирующего уровня, а также при взаимодействии с полигонными системами управления движением поездов обеспечит комплексную автоматизацию управления и контроля технологических операций работы станции в реальном времени. ЦЖС позволит исключить ручной труд и ввод информации по операциям, связанным с перемещением подвижных единиц в пределах станции, а также о других технологических операциях, где это возможно, оперативно-диспетчерским или эксплуатационным персоналом.

Целевой задачей программы Цифровая железнодорожная станция является максимальная автоматизация технологических процессов и обеспечение безлюдных технологий работы. Там, где исключение человека из технологического процесса в настоящий момент невозможно или

нецелесообразно, контроль за действиями персонала должен быть полностью возложен на искусственный интеллект.

*Источник: Автоматика. Связь. Информатика. – 2023. – No9. – с. 2-6*

### **Грузопоток отдают искусственному интеллекту**

Основная проблема планирования работы транспортного комплекса в нынешних условиях – отсутствие репрезентативного базиса. Здесь разрабатывают цифровую систему визуализации грузопотоков, которая автоматизирует процесс планирования и обеспечит оперативную диверсификацию грузопотоков с учетом загрузки тех или иных объектов транспортной инфраструктуры.

«Развитие Восточного полигона и МТК Север – Юг невозможно в силу инвестиционных и кадровых ограничений», – говорит Дмитрий Черненко, заместитель руководителя направления «Экономика инфраструктурных отраслей» ЦСР.

А эти направления в настоящий момент переживают наибольший рост спроса, впрочем, сохраняется спрос и на порты Азово-Черноморского бассейна, растут объемы товарооборота с Турцией. Однако ряд участников рынка активно развивают сервисы по доставке грузов обходными путями: развивается сервис по перевозке контейнеров из Турции в порты не только Новороссийска, но и Санкт-Петербурга, далее грузы везут в центральную часть России автомобильным или железнодорожным транспортом.

«Используется свободная инфраструктура с низким тарифом», – говорит Д. Черненко. Минтранс России планирует разработать цифровую систему, которая бы учитывала торгово-экономический баланс с учетом работы транспортной отрасли и всех сопутствующих тенденций. Основная задача цифровой системы – определить приоритеты для развития транспортной отрасли, а для этого составить прогнозную загрузку инфраструктуры. Пока это невозможно, поясняет Д. Черненко.

В настоящее время процесс прогнозирования загрузки транспортной инфраструктуры не автоматизирован. Он осуществляется на основе сверки возможностей инфраструктуры с прогнозными объемами экспортно-импортных перевозок, полученными на основе прогноза экспорта и импорта грузов, моделируемого Минэкономразвития России.

Пилотный проект цифровой системы визуализации грузопотоков планируют апробировать в 2025 г. На сегодняшний день есть отдельные составляющие у ряда транспортных компаний, но «их необходимо синхронизировать, что и является задачей правительства РФ».

*Источник: rzd-partner.ru, 14.04.2023*

### **В России разработали нейросеть для оптимизации железнодорожного движения**

Российские специалисты из Центра компетенций НТИ «Искусственный интеллект» на базе МФТИ создали интеллектуальную систему управления движением поездов ИСУДП «Прогноз». Отмечается, что система на основе нейросети позволит формировать более точные расписания движения без участия человека за несколько секунд.

Нейросеть учитывает около 30 дополнительных параметров, в том числе наличие других составов на пути или изменение скорости поезда из-за ландшафта. «Это позволит создавать более точные расписания без участия человека максимум за 5 секунд. Разработка будет полезна железнодорожным и логистическим компаниям, она рассчитана в первую очередь на диспетчеров», – заявили разработчики.

Заказчиком системы выступил «Дивизион ЖАТ Группы компаний 1520». Это основной производитель и поставщик микропроцессорных систем управления на железнодорожном транспорте в России и ближнем зарубежье.

Отмечается, что модули искусственного интеллекта позволяют за секунды оптимально перестроить график движения поездов и предлагают на выбор

несколько вариантов, оптимизированных с различными приоритетами. Диспетчер сможет выбрать один из этих вариантов и подтвердить изменения.

Также нейросеть умеет рассчитывать прогнозную ситуацию, показывать диспетчеру, как при текущей поездной ситуации будет происходить развитие событий, а также, как при данном прогнозе исправить ситуацию.

Всего в системе используются три независимых модуля искусственного интеллекта, каждый из которых имеет свои методы обработки данных. После опытной эксплуатации будет выбран лучший метод, либо же на базе всех трех будет создан модуль синергетической обработки.

Площадку для опытной эксплуатации созданного продукта предоставили «Казахстанские железные дороги».

*Источник: habr.com, 22.05.2022*

### **1.3. Адаптивное управление**

#### **Отечественный опыт**

#### **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 предусмотрен интеллектуальный модуль (ИМ). Именно в нем используются алгоритмы разрешения конфликтных ситуаций на основе нейронных сетей.

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.

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

### **Поезд следует без машиниста**

ОАО «РЖД» перешло к испытаниям четвертого, максимального, уровня автоматизации движения электропоезда, при котором не требуется присутствие машиниста в кабине: подвижной состав управляется либо дистанционно оператором-машинистом, либо автоматически. Об этом рассказал заместитель генерального директора Научно-исследовательского и проектно-конструкторского института информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (НИИАС) Павел Попов.

Согласно ГОСТ Р «Системы управления и контроля железнодорожного транспорта для перевозок пассажиров в пригородном сообщении», существует пять уровней автоматизации (УА), которые определяют способность автоматизированной системы выполнять возложенный на нее функционал программно-аппаратными средствами: УА0 – отсутствие автоматизации, УА1 – частичная автоматизация, УА2 – условная автоматизация, УА3 – высокая автоматизация и УА4 – полная автоматизация.

По словам П. Попова, на уровне УА3 внедряется бортовое техническое зрение, основанное на системе искусственного интеллекта, благодаря чему у машиниста появляется больше свободы и улучшается контроль за обстановкой на путях перед поездом.

Поезда с УА3 снабжены различными интеллектуальными элементами, которые необходимы для обеспечения эффективной работы системы принятия решений при управлении поездом, одна из которых – комплекс технического

зрения. Сложная система, прошедшая несколько этапов обучения – от распознавания объектов и препятствий до скорости реакции на обнаружение потенциально опасного объекта на пути (она должна реагировать быстрее, чем человек).

Параметры реакции системы можно определить экспериментальным путем, но во время исследования важными факторами, кроме расстояния, являются атмосферная видимость, освещенность и наличие светоотражающей индикации на пешеходе, автомобиле или любом другом объекте.

Попов отметил, что на специальном полигоне им удалось определить, что днем машинист видит на расстоянии 600-800 м, ночью – на 300-400 м: такая дальность обнаружения объектов ограничена работой прожектора поезда, который светит примерно на такое расстояние. При этом дальность обнаружения также зависит от размера предмета. Если пешеход сидит на рельсах, то днем его видно за 500 м, а если лежит, то за 200 м.

Также на обнаружение объектов серьезное воздействие оказывают погодные условия – туман, солнечная погода, дождь, блики солнца и т. д. Поэтому представители НИИАС «тренировали» систему при помощи 10 манекенов (человека, мелкого и крупного животного, мотоциклиста, велосипедиста) на полигонах в Щербинке при различных погодных условиях.

На сегодняшний день системы технического зрения НИИАС способны распознавать объекты на расстоянии 600-750 м и уже начались работы, чтобы эту дистанцию увеличить до 1 км.

Сейчас НИИАС работает над уровнем автоматизации электропоезда УА4, при котором управление осуществляется в полностью автоматическом режиме без присутствия машиниста в кабине поезда. Особенность УА4 в том, что вся электрика, тормозная система и другие агрегаты, управление которыми обычно осуществляется машинистом в ручном режиме, должны управляться либо автоматически, либо дистанционно. Один оператор-машинист контролирует работу четырех поездов и в случае возникновения нештатной ситуации может взять управление любым из них на себя. Сейчас его рабочее место визуально

напоминает кабину поезда, в которую передаются видео со всех камер и показания со всех датчиков. При этом для удобства тумблеры на пульте управления заменены на кнопки. Здесь же, например, есть привычные для машиниста джойстики тяги и торможения. В работе вторая версия пульта управления более напоминает рабочее место в офисе.

Помимо технического зрения, в беспилотном поезде присутствует много различных подсистем, влияющих на эксплуатацию электропоездов и действия в случае нештатных ситуаций. Например, создана система высокоточного позиционирования, позволяющая остановить поезд ровно возле платформы, или система контроля посадки-высадки пассажиров, не допускающая отправления поезда в момент, когда пассажир попал в пространство между поездом и платформой, или при зажатии кромки одежды пассажира дверьми.

Помимо датчиков и камер на самих поездах, ОАО «РЖД» разворачивает сеть стационарных комплексов обнаружения препятствий. Они нужны в зонах ограниченной видимости. Согласно проведенному анализу, на МЦК порядка 50 мест требуют установки такого оборудования, данные с которого приходят сначала в дата-центр, а после – в интеллектуальную систему управления поездом.

Аналогичная работа по оснащению поездов интеллектуальными системами и системами технического зрения, позволяющими управлять поездом в беспилотном режиме, идет в разных странах мира. В некоторых уже начата эксплуатация поездов, которые работают на четвертом уровне автоматизации. Например, в Западной Австралии на железнодорожной сети компании Rio Tinto курсируют одновременно до 50 беспилотных тяжеловесных поездов. В состав каждого поезда длиной 2,4 км и массой 28 тыс. т входит 240 вагонов и одновременно два-три локомотива. Поезда перевозят руду из 16 принадлежащих Rio Tinto шахт в четыре терминала двух портов – Дампьер и на мысе Ламберт. Каждый поезд совершает поездку между рудником и портом в среднем за 40 ч, преодолевая расстояние в 800 км. Погрузка и разгрузка вагонов поезда осуществляются в автоматическом режиме, ручное управление с участием машиниста требуется только при следовании поезда по территории порта.

Одна из самых продвинутых мировых систем принадлежит израильской компании RailVision. Ее разработчики заявляют, что видят препятствия на расстоянии от 1000 до 1500 м. Однако, по словам Попова, пока отзывы о работе этой системы не обходятся без нареканий. Чем больше дистанция, тем меньше угол обзора и тем хуже система работает в поворотах.

Основная проблема при разработке систем технического зрения заключается в отсутствии стандартов по определению требований обнаружения препятствий. Это означает, что одни разработчики могут производить измерение в идеальных условиях, например, в депо с хорошо различимым объектом, а другие – на полигоне в условиях тумана. Поэтому в России разрабатываются стандарты, регулирующие проведение испытаний в автоматическом и дистанционном режимах, сообщил Попов.

Причина, по которой все стремятся начать использовать беспилотные поезда, заключается в том, что, во-первых, для их работы необходимо меньшее количество штатных работников при повышении безопасности перевозочного процесса, а это существенная экономия. Во-вторых, система автоматического управления позволяет увеличить пропускную способность до 10-30% по сравнению с поездом, который управляется человеком.

«Система автоматического управления ведет электропоезд ровно в соответствии с установленной скоростью. Если установлена скорость 40 км/ч, то поезд так и будет ехать, а машинист во избежание превышения чуть снизит эту скорость. Мы анализировали статистику движения машинистами поезда с автоведением. Данные показали, что система автоматического ведения выигрывает по времени», – резюмировал Попов.

По его словам, система технического зрения в будущем будет срабатывать лучше, чем человеческое зрение при обнаружении препятствий, а значит, улучшится безопасность пешеходов и пассажиров.

По мнению главного аналитика ассоциации «Цифровой транспорт и логистика» Андрея Ионина, самое главное для компании – понять экономическую целесообразность внедрения беспилотных систем. Он подчеркнул, что нужно

смотреть не возможности технологий, а как они улучшают бизнес-модели. Бизнес интересуется, насколько снизится себестоимость перевозки при использовании беспилотного транспорта. До создания регуляторного поля запустить массовую эксплуатацию беспилотных технологий можно благодаря созданию «регуляторных песочниц». Необходимо смотреть эффективность не на единичных показателях, а при массовой эксплуатации.

Массовой эксплуатацией беспилотных поездов можно назвать достижение точки, когда 50% поездов управляются дистанционно и 50% – машинистом в кабине. Это позволит отработать новую экономическую модель.

*Источник: vedomosti.ru, 30.11.2022*

### **РЖД доверили управление расписанием поездов искусственному интеллекту**

Компания «РЖД» задействовала технологии машинного обучения и системы искусственного интеллекта на базе нейронных сетей для планирования наиболее оптимального графика движения поездов. Об этом сообщает официальный Telegram-канал крупнейшего в стране перевозчика.

Ключевым элементом ИИ-платформы является автоматизированный комплекс «Эльбрус-М», разработанный специалистами Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ). Положенные в его основу интеллектуальные цифровые модели обеспечивают оперативную оценку параметров продвижения поездопотоков, выявляют высокозагруженные участки железнодорожной сети и на основе анализа влияния инфраструктурных и технологических изменений на перемещение составов формируют оптимальный график курсирования транспорта.

«Порядка шести тысяч составов одновременно курсируют по сети железных дорог РФ. Отправляются и прибывают они с точностью 98 %. Это один из самых высоких показателей в мире. Чтобы всё ходило как часы, в РЖД существует график движения. Раньше его составляли буквально вручную, сейчас это делает



искусственный интеллект – автоматизированная система «Эльбрус-М», – говорится в заявлении пресс-службы транспортной компании.

Платформа «Эльбрус-М» охватывает всю железнодорожную сеть России. Особенностью положенных в её основу ИИ-алгоритмов является умение рассчитывать расход электроэнергии на тягу поездов. Система автоматически учитывает параметры каждого состава (вес поезда, мощность локомотива), профиль пути, а также требования по безопасности и передаёт их поезвному диспетчеру. Расписание, построенное с учётом времён стоянок и хода по перегонам, обеспечивает минимальные удельные расходы электроэнергии. По расчётам разработчиков комплекса, экономия электрической энергии от применения энергосберегающих графиков движения составляет от 22 ГВт·ч на 1 тыс. км пути в год.

*Источник: comnews24.ru, 19.01.2023*

### **Когда у России появятся свои поезда на автопилоте**

В России начали производить системы помощи машинистам поездов, работающие на основе искусственного интеллекта (ИИ). Для начала ими будут оснащать грузовые локомотивы, но в будущем роботы смогут управлять и пассажирскими поездами. Plus-one.ru узнал, какие проблемы позволяет решить автоматизация железнодорожных перевозок и что может ей помешать.

В основе новой технологии управления поездами – нейронные сети глубокого обучения и алгоритмы постобработки. Система оценивает окружающую обстановку и предупреждает машиниста о возможной опасности – например, о человеке на путях. Если водитель локомотива не реагирует, система снижает скорость состава и при необходимости полностью его останавливает. Технологию Cognitive Rail Pilot создали в компании Cognitive Pilot, совместном предприятии Сбербанка и компании Cognitive Technologies.

Разработка состоит из вычислительного блока, радаров миллиметрового диапазона (помогают обнаруживать объекты) и нескольких видеокамер ближнего,

среднего и дальнего обзора. Камеры устанавливаются с двух сторон кузова локомотива, они переключаются при смене направления движения. «Система также высчитывает прогноз столкновения, траектории других объектов и скорость поезда», – сообщили Plus-one.ru в пресс-службе Cognitive Pilot.

Алгоритмы помогают повысить эффективность перевозок. Созданная Cognitive Pilot технология сопоставляет спутниковые данные с информацией от датчиков вращения колес, радаров и видеокамер и может с точностью до 30 см определить местоположение локомотива даже на многопутевых станциях. В компании сообщили, что стоимость системы составляет около 5-10% от стоимости локомотива. Для ее внедрения не нужны «умные» дороги и другие технологии, работать можно с уже существующей инфраструктурой.

Комплектующие для Cognitive Rail Pilot выпускают на предприятии по производству роботизированных систем в Томске. На разработку технологии ушло около трех лет, за это время в проект инвестировано около 9 млн долл. В конце января Cognitive Pilot и ОАО «РЖД» завершили тестирование автопилотов. Испытания показали, что система может работать в любую погоду при температуре от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Производитель уже получил необходимые разрешения и собирался поставлять разработку в Армению, Беларусь, Казахстан и Кыргызстан. В 2022 году автопилотами должны были оснастить около 500 составов.

Такие планы компания строила до введения в конце февраля 2022 года антироссийских экономических санкций. Ограничения, наложенные на страну, могут сократить поставки микропроцессоров для систем с ИИ. По мнению гендиректора Cognitive Pilot Ольги Усковой, отечественные компании, которые производят подходящие микропроцессоры, смогут заменить зарубежные аналоги в течение 3-4 лет.

Разработкой «умных» систем управления поездами также занимается группа компаний «ЛокоТех-Сигнал», входящая в АО «Трансмашхолдинг» (ТМХ, поставляет пассажирские поезда и вагоны, поезда метро, локомотивы, двигатели и компоненты). Группа создает технологии на основе машинного зрения. Одна из

основных технологий называется CTRL@VISION. Она следит за психофизиологическим состоянием машиниста, анализируя ключевые точки на лице и направление взгляда. При необходимости система может снизить скорость подвижного состава или полностью его остановить. Ее уже установили на маневровый тепловоз, который используется на Череповецком металлургическом комбинате, сообщили Plus-one.ru в пресс-службе ТМХ.

Сейчас объем мирового рынка систем автономного управления железнодорожным транспортом оценивается в 7 млрд долл., сообщают в Cognitive Pilot со ссылкой на аналитическую компанию Visiongain. Ожидается, что он будет расти на 11% в год и к 2031 году превысит 21 млрд долл. Схожие данные приводят в исследовательской компании Allied Market Research. По подсчетам экспертов, мировой рынок автономного железнодорожного транспорта ежегодно растет на 12,9%, а к 2026 году должен достичь 15,5 млрд долл.

Чаще всего системы на основе ИИ применяются в поездах, перевозящих грузы, отмечают в Visiongain. Третья по величине горно-металлургическая компания мира Rio Tinto запустила первый поезд с автопилотом в 2018 году. Он перевез около 28 тыс. т железной руды на расстояние 280 км. В 2019-м компания начала эксплуатировать автоматизированную систему управления грузовыми поездами AutoHaul, которые перевозят железную руду на западе Австралии. Система умеет прогнозировать вероятность столкновений и проверять скорость состава. Это позволяет повысить безопасность перевозок, а также сделать их более экологичными. Так, машинистам поездов AutoHaul, которых заменили беспилотники, больше не приходится ехать на автомобиле до места работы и обратно. Как подсчитали в компании, расстояние, которое они при этом преодолевали, составляет около 1,5 млн км в год.

В ТМХ подтверждают, что проще всего внедрять системы беспилотного управления на маневровом промышленном транспорте и в метро. «В метро всегда одни и те же окружающие условия и маршрут движения изначально определен», – поясняют в компании.

Однако развитие рынка по-прежнему тормозит несколько факторов. Один из них – отсутствие законодательства, регламентирующего правила управления беспилотниками. До сих пор непонятно, кто будет нести ответственность за нарушения и как следует тестировать такие технологии. Еще одна проблема состоит в том, что внедрение «умных» систем требует больших инвестиций, которые не гарантируют быстрой окупаемости.

В Cognitive Pilot намерены оснащать «умными» системами и пассажирские поезда РЖД. Компания планировала производить такие составы в том числе на экспорт, разработкой интересовались Китай, Франция и Нидерланды.

Автономные поезда уже используются для перевозки пассажиров. Например, в Китае в 2022 году начал курсировать поезд с автопилотом Fuxing. Он ездит по маршруту Пекин – Чжанцзякоу со скоростью почти 350 км/ч и вмещает 564 пассажира. Поезд даже имеет вагон-телестудию с подключением к сети 5G, откуда журналисты могут вести прямые трансляции.

*Источник: plus-one.ru, 09.03.2022*

## **Зарубежный опыт**

### **Разработка цифровых двойников инфраструктуры для беспилотного железнодорожного транспорта в Германии**

Для обеспечения полной автоматизации всех функций управления подвижным составом на самом высоком уровне автоматизации (УА4 по ГОСТ Р 70059-2022, GoA4 по стандарту IEC 62290) сенсорные системы контроля пространства и объектов на пути играют главную роль. На практике эти системы состоят из сочетания различных датчиков, таких как стерео- или инфракрасные видеокамеры, лидары и радары, установленные на головных вагонах поезда.

В сочетании с программным обеспечением на базе технологий искусственного интеллекта эти системы также должны быть способны корректно интерпретировать данные, поступающие от датчиков. При полностью

автоматизированном движении они должны решать сложные задачи управления, такие как мониторинг маршрута во время движения поезда и интеллектуальное принятие решений в случае возникновения непредвиденных событий. Только в этом случае единица тягового подвижного состава сможет самостоятельно реагировать на нештатные ситуации, например, инициированием экстренного торможения.

В то время как развитие сенсорных технологий значительно продвинулось вперед, разработка функций на основе искусственного интеллекта все еще находится на начальном уровне. Количество возможных ситуаций, с которыми придется столкнуться интеллектуальным системам управления при эксплуатации железных дорог будущего, очень велико: они варьируются от повседневных до очень редких событий в самых разных сезонных, погодных и суточных условиях, в любом месте железнодорожной сети Германии, протяженность которой около 33 тыс. км.

Для того чтобы обучить искусственный интеллект для правильного восприятия ситуаций окружающей среды, необходим очень большой объем данных. Он может быть получен, с одной стороны, путем записи реальных данных датчиков, а с другой стороны, путем моделирования искусственно сгенерированных данных. Количество возможных ситуаций при эксплуатации железных дорог очень велико и не может быть на практике предусмотрено заранее в исчерпывающем объеме.

Для моделирования требуется создавать точные цифровые двойники железнодорожных линий и станций. Это позволяет предоставлять данные для создания искусственного интеллекта на основе обширного каталога сценариев в самых разнообразных формах. Решающим фактором здесь является очень высокая степень соответствия реальности смоделированных данных. Созданные модели реальных железнодорожных линий затем позволяют в полностью автоматизированном режиме виртуально обучать интеллектуальную систему управления на цифровом двойнике, то есть значительно быстрее, чем на реальном

транспортном средстве. Скорость обучения искусственного интеллекта, по сути ограничена только доступной вычислительной мощностью.

В рамках реализации проекта Sensors4Rail компания Digitale Schiene Deutschland («Цифровые железные дороги Германии») с 2019 года интенсивно тестирует производительность таких систем на специально оборудованном для этой цели электропоезде из нескольких вагонов.

Для этого проекта Digitale Schiene Deutschland использовала самые современные технологии компании NVIDIA, чтобы ускорить разработку и обучение железнодорожной транспортной системы. NVIDIA предоставляет специализированные вычислительные системы для обучения моделей искусственного интеллекта NVIDIA DGX и ускорения фотореалистичного моделирования NVIDIA OVX на базе платформы 3D-моделирования в реальном времени для создания и эксплуатации цифровых двойников NVIDIA Omniverse.

Основой цифрового двойника является цифровая карта высокого разрешения, которая содержит точно измеренную геометрию реальных маршрутов. Во время создания цифрового двойника эта карта дополняется 3D-моделями, текстурами и свойствами материалов. Модель содержит изображения пути, а также множество других деталей, таких как точно воспроизведенные станции и здания, элементы инфраструктуры и растительность.

Общая разработка и развитие проекта, включая моделирование нештатных ситуаций, будет осуществляться в несколько этапов, которые будут увязаны с поэтапной оцифровкой железнодорожных линий, расположенных между станциями Берлинер-Тор и Гамбург-Бергедорф (тестовая трасса проекта Sensors4Rail).

Постоянное хранение и расчеты моделей будут осуществляться в центре обработки данных, строительство которого было начато в первой половине 2022 года.

*Источники: digitale-schiene-deutschland.de, 22.11.2022; zdmira.com, 28.11.2022.*

## **DB показали фотореалистичного цифрового двойника железной дороги и запускает проект AutomatedTrain**

На проходившем 20-21 ноября 2023 г. в Йене форуме правительства Германии, посвященном цифровой трансформации, партнерство Digitale Schiene Deutschland (DSD) совместно с компанией NVIDIA представило первого фотореалистичного цифрового двойника опытного участка городской железной дороги (S-Bahn) Гамбурга. Партнерство DSD отвечает за цифровизацию железных дорог Германии (DB). Оно учреждено DB и охватывает несколько десятков промышленных компаний и организаций.

Для формирования цифрового двойника использованы данные, собранные в рамках недавно завершеного проекта НИОКР Sensors4Rail, цель которого состояла в распознавании препятствий и других объектов на пути, а также в высокоточном определении местоположения поезда.

Проект Sensors4Rail выполнялся в два этапа. На первом этапе с 2019 по конец 2021 г. совместно с промышленными партнерами разрабатывалась бортовая система, и подготавливался опытный поезд, получивший название Santana. На втором этапе с января 2022 по июнь 2023 г. поезд и его оборудование были оптимизированы, после чего на пяти линиях городской железной дороги (S-Bahn) Гамбурга выполнялись испытательные поездки общей продолжительностью более 500 ч, в ходе которых собрано 450 Тбайт данных. Были получены ценные результаты, позволяющие оценить эффективность функции распознавания препятствий и объектов инфраструктуры по разным сценариям, в разное время суток и при разных погодных условиях. Создан каталог сценариев, который будет включен в спецификацию для серийных систем. Также детально оцениваются данные об абсолютном и относительном местоположении поезда, собранные из разных источников. Прежде всего, это касается определения местоположения поезда в тоннелях, где недоступна спутниковая навигация.

Одна из целей Sensors4Rail состояла в создании цифровой карты сети S-Bahn Гамбурга с высоким разрешением.

При помощи цифрового двойника можно имитировать разные события, возникающие при движении поезда. Это реальные события (например, падение деревьев или иных предметов на путь или появление человека у края пассажирской платформы), которые имели место в прошлом и теперь фотореалистично воспроизводятся на путевой инфраструктуре или вблизи от нее. Цифровая модель может использоваться для обучения искусственного интеллекта, непрерывно анализирующего окружающую обстановку и оптимально реагирующего на те или иные события, иницируя, например, включение экстренного торможения. При этом нет необходимости выполнять обучение ИИ в ходе рейсов реального поезда по реальной железнодорожной инфраструктуре.

Железные дороги Германии сообщили о сотрудничестве с NVIDIA в создании фотореалистичных цифровых двойников осенью 2022 г.

В июле 2023 г. DB совместно с ведущими промышленными компаниями приступили к реализации проекта AutomatedTrain («Автоматизированный поезд»), цель которого состоит в повышении уровня автоматизации вождения поездов. В ближайшие 3 года планируется испытать технологии автоматической подачи и вывода с линии двух пассажирских поездов. Проект реализуется в рамках инициативы Digitalen Schiene Deutschland (DSD), направленной на цифровизацию железнодорожного транспорта в Германии.

В качестве прототипов в проекте будут использованы региональный поезд семейства Mireo постройки Siemens и один из поездов, эксплуатирующихся на городской железной дороге (S-Bahn) Штутгарта. Автоведение с уровнем автоматизации GoA4 будет реализовано поверх европейской системы управления движением поездов ETCS. Результаты проекта представят на выставке InnoTrans 2026 в Берлине.

Поезд Mireo Smart будет в беспилотном режиме подаваться с пути отстоя на первую станцию маршрута. При обнаружении препятствия торможение будет выполняться автоматически. Кроме того, планируется проверить возможность полной автоматизации подготовки поезда к рейсу. Второй поезд будет использоваться также для сбора данных о препятствиях на пути и вблизи от него.



Также предусмотрено автоматизировать процедуры, выполняемые при подготовке к рейсу и после его завершения.

Всего в проекте участвуют 10 компаний и организаций, в том числе Siemens Mobility, Bosch и Технический университет Дрездена. Министерство экономики и экологии Германии выделило около 42,6 млн евро на финансирование проекта AutomatedTrain. Предусмотрено также его софинансирование из фондов ЕС (European Recovery and Resilience Facility).

*Источники: digitale-schiene-deutschland.de, 24.11.2023 (нем. яз.); railway-international.com, 07.07.2023 (англ. 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), Arplanix (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 приемоответчиков. Для безопасного определения местоположения со сравнительно невысокой (около 3м) 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 Netz и InstaDeep: искусственный интеллект для системы диспетчерского управления (Германия)**

В рамках инициативы Digitale Schiene Deutschland (DSD), направленной на цифровизацию управления и обеспечение безопасности движения поездов на железных дорогах Германии (DB), ведется разработка механизма искусственного интеллекта (ИИ) для поиска решений по оптимальному планированию графика движения, повышению пропускной способности железнодорожной сети и минимизации опозданий поездов.

В проекте с 2019 г. участвуют эксперты по ИИ оператора железнодорожной инфраструктуры DB Netz и технологической компании InstaDeep. За прошедшие годы сформированы основы применения ИИ в системе автоматизированного диспетчерского управления пропускной способностью и перевозочным процессом (CTMS – Capacity & Traffic Management System) и разработан соответствующий прототип.

Теперь DB Netz и InstaDeep подписали соглашение о долгосрочном (до 7 лет) партнерстве, цель которого состоит в создании ядра ИИ системы CTMS с использованием метода глубинного обучения с подкреплением (Deep Reinforcement Learning). При этом ИИ обучается на имитационной модели реальной железнодорожной сети, накапливая опыт решения разных задач – от стандартных, которые известны из текущей эксплуатации, до искусственно сформированных, которые могут возникнуть в будущем при дальнейшем росте интенсивности движения поездов. Функционал ИИ должен охватывать весь круг задач и возможных сценариев работы системы CTMS, требуемых для реализации высокоавтоматизированного режима работы железных дорог.

Предполагается, что в сочетании с другими компонентами целевой модели (такими как поездоцентричная логика обеспечения безопасности и бортовые средства распознавания окружающей обстановки) система сможет обеспечить планирование и регулирование до 40 тыс. рейсов полностью автоматизированных поездов ежедневно.

В ноябре 2022 г. DB подписали соглашение с компанией NVIDIA, предусматривающее сотрудничество в создании цифровых двойников и фотореалистичных моделей железных дорог.

*Источник: digitale-schiene-deutschland.de, 20.12.2022 (англ. яз.)*

### **Бельгийский стартап намерен пустить беспилотные грузовые поезда в Нидерландах**

Бельгийский стартап OTIV объявил о намерении провести испытания беспилотного поезда с возможностью дистанционного управления на грузовой линии Betuwe в Нидерландах, которая проходит от порта Роттердама к границе с Германией. Для реализации проекта образован консорциум REMOOT с участием компаний Mobility42 (Нидерланды) и Rail Systems Engineering (Малайзия).

OTIV, образованный в 2019 г., получил финансовую поддержку раунда А со стороны нескольких венчурных инвестиционных фондов из Нидерландов и Бельгии. Стартап занимается разработкой систем автоматизации управления поездами, основанных на искусственном интеллекте, включая системы поддержки машиниста, автоведения и беспилотного управления.

Созданная стартапом система OTIV.One с датчиками обнаружения препятствий используется на путях промышленных предприятий, в том числе металлургической компании ArcelorMittal, а также тестировалась железными дорогами Германии (DB), Нидерландов (NS и ProRail) и Франции (SNCF). Система OTIV.Two предназначена для поддержки водителя трамвая, совместно с компанией CAF она проверялась в рамках пилотного проекта в Сарагосе.

В настоящее время компания OTIV разрабатывает систему беспилотного управления OTIV.Three. Грузовая линия Betuwe хорошо подходит для ее опробования, поскольку в значительной мере изолирована от остальной части сети, оборудована европейской системой управления движением поездов ETCS уровня 2 и автоведения.

*Источник: zdmira.com, 18.01.2023*

## **1.4. Выявление аномалий транспортно-логистических процессов**

### **Network Rail будет использовать искусственный интеллект для управления инфраструктурой (Великобритания)**

В качестве ответа на недавнюю критику со стороны регулирующих органов Великобритании, распорядитель инфраструктуры страны Network Rail отметил свой высокотехнологичный подход к более эффективному управлению железнодорожной сетью. Агентство по управлению инфраструктурой также выступает за британские технологические инновации, применяя изобретательность местных жителей к повседневным операциям.

Базирующаяся в Бристоле высокотехнологичная компания One Big Circle получила поддержку Network Rail для сбора данных о всей железной дороге с помощью видео высокой четкости. Их устройство размером с телефон, установленное в передней части любого типа поезда. Система, получившая название автоматизированного интеллектуального видеобзора, является лишь одним из примеров того, как технология машинного обучения используется для более эффективного управления железной дорогой.

Ответственность NetworkRail за железную дорогу включает в себя критически важную для безопасности задачу постоянного мониторинга состояния линий, по которым курсируют грузовые и пассажирские поезда Великобритании. Network Rail заключили партнерское соглашение с технологической компанией One Big Circle, которая внедрила свой автоматизированный интеллектуальный видеобзор (AIVR) для сбора такого рода критического анализа сети в режиме реального времени с видео высокой четкости изображения.

Компьютерные алгоритмы применяются для поиска закономерностей в данных для прогнозирования будущих результатов, т.е решение One Big Circle пытается обнаружить проблему до ее возникновения и предупредить Network Rail о необходимости проведения профилактического техобслуживания.

One Big Circle разрабатывает свой AIVR в качестве автомобильной видеосистемы с 2019 г. Компания сосредоточилась на железнодорожной отрасли, понимая, что возможности AIVR могут помочь решить проблемы, с которыми сталкивается вся сеть Великобритании. Использование машинного обучения в железнодорожной отрасли обладает огромным потенциалом.

*Источник: railtech.com, 16.11.2022 (англ. яз.)*

## **1.5. Обучение в ходе деятельности (машинное обучение)**

### **Отечественный опыт**

#### **Дорогам нужен интеллект**

В 2023 г. искусственный интеллект оказался в центре внимания во всем мире. Нейронные сети проникли во многие сферы – от маркетинга и образования до телекоммуникаций и промышленности. Активно используются эти технологии и в транспортной сфере.

Алексей Нащекин, глава концерна «Телематика», одной из крупнейших компаний российского рынка интеллектуальных транспортных систем, объединяющего десятки технологических компаний, в интервью «Ведомости. Инновации и технологии» поделился своим видением текущего положения отрасли, а также рассказал о роли и перспективах искусственного интеллекта и других технологий в автомобильном и железнодорожном транспорте.

*Как обстоят дела с отечественной ИИ-решениями в транспортной сфере?*

Еще 5-10 лет назад интеллектуальные транспортные системы в основном оперировали иностранными решениями. Но и наша компания занималась этим направлением, мы разрабатывали и развивали собственные продукты. В этом процессе, конечно, огромную роль сыграли государственная поддержка и инициативы по внедрению инноваций.

Сейчас продуктовая линейка концерна «Телематика» покрывает все потребности наших клиентов в области дорожных технологий. Уход иностранных компаний из недружественных государств сильно не повлиял на компании наших клиентов.

*Нужен ли искусственный интеллект на дорогах?*

Дорогам нужен интеллект. У России одна из самых масштабных транспортных сетей в мире: 85 000 км железных дорог, 1,5 млн км автомобильных магистралей, не считая воздушные линии и судоходные пути.

Управлять всеми этими сложными транспортными системами, анализировать большие данные и даже предотвращать аварийные ситуации помогает как раз искусственный интеллект. В нашем Центре компьютерного зрения разработаны решения, которые уже сейчас управляют дорожным движением, идентифицируют транспорт и осуществляют весогабаритный контроль на федеральных и региональных трассах.

Как это происходит? На видеооборудование устанавливается специальное программное обеспечение – искусственный интеллект, который следит за инцидентами на дороге: распознает остановку автомобиля на полосе движения, появление пешеходов, животных или посторонних предметов на дороге. После обнаружения события система автоматически запускает соответствующий сценарий, связывается с необходимыми службами для решения ситуации.

В городской дорожной сети система может полностью управлять движением, помогает решить вопрос с заторами, вредными выбросами, повышает безопасность дорожного движения.

На скоростных магистралях искусственный интеллект играет особенно важную роль в повышении безопасности дорожного движения. После обнаружения определенного события на дороге, система автоматически выводит сообщения на дорожные информационные табло для всех участников движения, например, об изменении скоростного режима или закрытии полосы. Также нейронная сеть мгновенно вызывает аварийных комиссаров при возникновении аварийной ситуации на дороге. Т.е. сигнал приходит не от человека, а напрямую

от системы. Это происходит за счет технологии V2X (vehicle-to-everything – автомобиль, подключенный ко всему), при которой информация передается по каналу связи от дороги. Таким образом, помощь может приходиться за считанные минуты, а каждая сэкономленная минута – это, возможно, чья-то спасенная жизнь.

Наша нейросеть умеет различать более 100 марок, 1 тыс. моделей транспортных средств и номера 60 стран. Эти характеристики полезны при проезде по безбарьерным трассам – у водителя не возникает необходимость останавливаться перед чередой шлагбаумов. Сила технологий в их проникновении в нашу повседневную жизнь, благодаря им она становится более комфортной и безопасной.

Компьютерное зрение и искусственный интеллект не «рождаются умными», они ими становятся. Описанная выше технология компьютерного зрения обучалась с использованием сотен миллионов отснятых видеоматериалов с дорожными объектами и событиями, которые происходили в разное время суток и при различных погодных условиях.

Еще один интересный технологический тренд в дорожной отрасли – цифровые двойники, виртуальная симуляция реального процесса. Минтранс России сделал первую цифровую высокоточную модель скоростной автомагистрали М-11 в рамках проекта «Беспилотные логистические коридоры». Цифровой двойник (полная цифровая копия магистрали) содержит не только трехмерную карту дороги, но и показывает динамические данные о дорожной ситуации в режиме реального времени. Благодаря этому будет обеспечиваться безопасное движение автономного (без водителя в кабине) транспорта за счет информирования об изменениях на пути движения на десятки километров вперед. Результаты пилота лягут в основу транспортно-логистических коридоров будущего.

*А как применяется искусственный интеллект на железных дорогах?*

На железнодорожном транспорте системы управления с использованием искусственного интеллекта глубоко внедрены в технологические процессы. Разработки нашего концерна уже используются на всех железных дорогах в



России. Специалисты компании разработали комплексные решения для диагностики подвижного состава и грузов, используя самые современные нейросетевые разработки. Такие комплексы уже применяются на десятках станций РЖД. Данная технология позволяет в режиме реального времени создавать 3D модель составов, определять габариты, вес, нагревы, отрицательную динамику. В итоге персонал станции получает результаты диагностики подвижного состава также в режиме реального времени. Это ускоряет формирование составов, улучшает обслуживание и ремонт, повышает безопасность процесса перевозки.

Особо хотелось бы отметить проект Цифровая железнодорожная станция, который комбинирует системы искусственного интеллекта при формировании цифрового двойника грузовой железнодорожной станции. Использование инновационных технологий позволяет значительно увеличить пропускную способность сортировочных грузовых станций, нарастить скорость формирования составов и повысить безопасность за счет автоматизации и роботизации процессов.

Разработанные специалистами Концерна современные системы интервального регулирования помогают значительно увеличить пропускную способность и уплотнить нитки графика движения, экономя инвестиции и увеличивая погрузку. Данная система уже внедряется на Восточном полигоне РЖД.

А современные системы управления движением на МЦД улучшают эффективность использования сети и сокращают интервалы между поездами до 3-4 минут.

И это только верхушка айсберга возможностей современных технологий. В будущем нас ждут беспилотный транспорт, умные железные и автомобильные дороги, которые позволят транспорту «общаться» со всей окружающей инфраструктурой и другими машинами. В детстве меня восхищали сцены из фильма «Назад в будущее». А сейчас мы находимся в самом эпицентре построения этого будущего. Каждый день дороги становятся быстрее, комфортнее, безопаснее и конечно же, умнее.

*Многие боятся развития технологий именно потому, что они могут заменить человека. Останется ли ему место в такой картине будущего?*

Я бы сказал, что ситуация обстоит с точностью да наоборот. На текущий момент в стране низкий уровень безработицы, люди по-прежнему востребованы. Сейчас огромный спрос на специалистов практически всех профессий. А совершенствование технологий только стимулирует появление новых специальностей и развитие общества в целом. Основной ценностью были и остаются люди. Уже сейчас мы видим острую необходимость в кадрах в нашей отрасли. По данным Минцифры, в России не хватает примерно 700 000 айтишников для реализации масштабных инфраструктурных проектов.

*Каким образом бизнес может внести свой вклад в развитие молодых специалистов?*

Только активное участие бизнеса в формировании кадров для молодых отраслей поможет в устойчивом развитии дорожных технологий. Лидеры рынка уже пришли к тому, что нужно готовить персонал под свои потребности. Мы взаимодействуем с профильными вузами и привлекаем молодых специалистов, берем студентов на практику.

*Можете подвести итоги 2023 года для концерна и поделиться планами на будущее?*

В этом году мы укрепились в направлениях искусственного интеллекта, нейронных сетей и машинного зрения, открыли новое направление робототехники, значительно усилили вектор транспортной безопасности, запустили новые производственные линии оборудования. Финансовые показатели удвоились, а операционная эффективность выросла.

В планах – только усиливать свою экспертизу, расширять линейку продуктов и еще больше прирастать сильными кадрами. Поэтому мы ждем энергичных и амбициозных специалистов к нам в команду.

*Источник: telematika.com, 29.12.2023*

## **Искусственный интеллект предскажет прибытие грузового вагона**

Первая грузовая компания (ПГК) в рамках программы развития клиентского сервиса внедрила модель прогнозирования даты прибытия вагонов в «Личный кабинет клиента». В результате применения алгоритмов машинного обучения клиенты оператора могут качественнее планировать грузовые операции.

«Это очень важная разработка, благодаря которой каждый партнер ПГК может воспользоваться данными для оптимальной настройки своих бизнес-процессов. Сегодня в «Личном кабинете клиента ПГК» легко онлайн получить ключевую информацию по всем перевозкам и детализировать ее по любому отдельному интересующему вагону и станции. Наша цель – не просто высокое качество услуг, а сервис, построенный на потребностях и запросах клиентов. В настоящее время мы продолжаем улучшать алгоритм прогноза прибытия в «Личном кабинете клиента» и прорабатываем возможности использования модели в других цифровых продуктах компании», – прокомментировал руководитель Центра цифрового развития ПГК Никита Ямщиков.

Как правило, грузоотправители ориентируются на срок прибытия вагона, указанный в накладной и рассчитанный по нормативам РЖД. Но он не всегда оказывается точным, так как не учитывает реальное местоположение вагона и текущую ситуацию на сети. Клиенты часто обращались за экспертной оценкой к менеджерам ПГК. Разработка Центра цифрового развития оператора позволяет максимально верно определить дату и время прибытия вагона с учётом большого числа факторов.

Точные данные о прибытии вагона помогают грузоотправителям планировать свои производственные операции, его приемку и непосредственно перевозку груза, выстраивать эффективные логистические схемы, а значит – экономить затраты.

В планах компании – разработка моделей машинного обучения, которые помогут ПГК эффективнее заадресовывать вагоны, прогнозировать время простоев подвижного состава на станциях, проводить предиктивное обслуживание

и ремонт вагонов, балансировать распределение парка, моделировать грузовую работу на станциях и даже прогнозировать спрос на услуги компании.

*Источник: rzd-partner.ru, 24.02.2021*

### **Российская компания создала технологию быстрого обучения нейросетей для беспилотного транспорта**

Компания Cognitive Pilot, совместное предприятие Сбера и Cognitive Technologies, разработала нейросеть для обучения автопилотов с искусственным интеллектом для умного транспорта и сельхозтехники. Чтобы гарантировать безопасность движения, системе нужно учесть практически все возможные ситуации, а для этого нейронную сеть нужно обучить. Но кроме часто встречающихся на дороге ситуаций, необходимо обучить автопилот и редким, необычным случаям, таким как частично заслоненный светофор, вспышка молнии во время движения, животное в поле и т. д. Это могут быть месяцы кропотливого труда, но технология Cognitive Pilot позволяет проводить такое обучение автоматически с помощью нейронной сети и гораздо быстрее, отметили в пресс-службе компании.

Для обучения нейросетей для транспорта сейчас обычно снимают длинные видео с маршрутами прохождения или условиями, в которых автопилот должен работать. Часто съёмки занимают от нескольких месяцев, если речь идёт про автопилоты для сельхозтехники, и до года – если про автопилоты для общественного транспорта. Затем специалисты отбирают нужные кадры для обучения искусственного интеллекта. Даже базовый набор кадров состоит из десятков миллионов изображений, но также требуется и расширенный набор, который гарантирует максимальную безопасность в любых условиях.

Новая нейросеть Cognitive Pilot в состоянии анализировать данные и выделять как обычные фрагменты, так и редкие, по нажатию клавиши. Аналогов подобной технологии в мире нет, утверждает российская компания. По её словам, новая технология внедряется уже сейчас: на умных трамваях в Санкт-Петербурге

реализован первый этап – сеть обучена всевозможным редким изображениям светофоров. До конца года планируется внедрить версию, обученную остальным уникальным ситуациям, отметили в пресс-службе компании. Разработчики считают, что применение новой нейросети позволяет в разы сократить время, необходимое на обучение ИИ для беспилотного транспорта.

*Источник: ixbt.com, 07.02.2024*

## **Зарубежный опыт**

### **Железная дорога Norfolk Southern внедряет инспекционные порталы на базе ИИ**

Североамериканская железная дорога первого класса Norfolk Southern разворачивает на своей сети цифровые порталы на основе ИИ для инспектирования в движении грузовых поездов. Аппаратные средства для порталов разработаны Институтом технических исследований штата Джорджия (GTRI), программное обеспечение – группами специалистов Norfolk Southern по обработке данных, искусственному интеллекту и механическим системам.

Завершить размещение более 10 цифровых инспекционных порталов на сети Norfolk Southern протяженностью более 31 тыс. км планируется до конца 2024 г. Порталы оборудованы работающими синхронно 24-мегапиксельными фотокамерами и системами подсветки. С их помощью получают более 1000 изображений для каждого вагона, дающих круговой обзор для последующей оценки. Скорость движение поезда при проследовании портала может составлять до 110 км/ч. Камеры установлены таким образом, чтобы выявлять, в том числе дефекты, которые трудно обнаружить при визуальном осмотре в стационарных условиях.

Для анализа изображений используется ИИ. Специалисты Norfolk Southern разработали 38 алгоритмов глубокого машинного обучения и уже используют их на участках с наиболее высокой интенсивностью движения. Эти алгоритмы

продемонстрировали высокую точность и крайне малое число случаев ложного срабатывания. Проанализированные данные передаются в центр управления перевозками железной дороги, где информацию изучают эксперты, принимающие решения о ремонтных мероприятиях. Критические дефекты помечаются как требующие неотложного вмешательства.

Первый инспекционный портал на основе ИИ был внедрен рядом со станцией Литония в штате Огайо, где грузовые поезда следуют примерно ежечасно.

*Источник: zdmira.com, 30.10.2023*

## **2. Технологии искусственного интеллекта в сфере грузовых перевозок на железнодорожном транспорте**

### **Отечественный опыт**

#### **ИИ на железной дороге**

Отраслевой центр разработки и внедрения информационных систем РЖД (ОЦРВ) проинформировал о возможностях ИИ на железных дорогах. Искусственный интеллект активно участвует в множестве рабочих процессов, облегчая труд инженеров и сотрудников компании.

– Например, благодаря технологии компьютерного зрения, ИИ помогает инженерам по нормированию труда, освобождая до 40 % времени, ранее затрачиваемого на просмотр длинных видеозаписей работ.

– ИИ изучает отраслевые документы и общается с сотрудниками, предоставляя информацию как письменно, так и устно, визуализируя свои ответы.

– Технологии компьютерного зрения активно используются для обработки видеопотока с камер наблюдения, анализируют движение транспорта и людей. При возникновении непредвиденных ситуаций система моментально оповещает сотрудников компании.

– ИИ успешно обнаруживает 97 % дефектов на рельсах, что значительно облегчает работу специалистов по расшифровке дефектограмм и помогает им в принятии обоснованных решений.

«До внедрения ИИ-сервиса в корпоративную автоматизированную систему реализуется R&D цикл для изучения технологического процесса, сбора и анализа данных, подготовки обучающих датасетов, разработки и тестирования моделей и поиска наилучшей с точки зрения эффективности целевого процесса. Чтобы показать работу технологий, мы делаем демонстрационные прототипы», – рассказал заведующий лабораторией искусственного интеллекта Отраслевого центра разработки и внедрения информационных систем РЖД (ОЦРВ) Александр

Любченко. Отраслевой центр разработки и внедрения информационных систем РЖД (ОЦРВ) играет ключевую роль в развитии и применении искусственного интеллекта компании. Специалисты данного подразделения постоянно ищут новые возможности для применения ИИ и уже реализовали несколько успешных проектов в промышленной сфере, что подтверждает их экспертность.

*Источник: rzddigital.ru, 08.04.2024*

### **ПГК запустила цифровой сервис «БеруВагон» для совместной работы железнодорожных операторов**

Первая грузовая компания (ПГК) запустила цифровую платформу «БеруВагон» для совместной работы операторов подвижного состава. Новый сервис предоставляет доступ к грузовой базе клиентов ПГК.

Алгоритмы искусственного интеллекта «БеруВагон» предлагают пользователю самую выгодную логистическую перевозку из всех заявок, представленных на площадке. Сервис позволяет операторам сократить порожний пробег и получить быструю погрузку вагонов.

Доступ к широкой базе ПГК открывает возможность получения погрузки в пределах колеи 1520. При этом при регистрации на платформе пользователь может видеть в системе заявки на доступные железнодорожные перевозки даже до заключения договора.

В удобном интерфейсе платформы все необходимое для работы с заявками на перевозку находится на одном экране. В сервисе представлено более 400 направлений и более 10 тысяч вагонов, включая крытые вагоны, полувагоны и платформы.

«БеруВагон» – сервис для повышения доходности парка операторов. На площадке уже работают 147 операторов-партнеров. В дальнейшем к работе с сервисом планируется привлечь большую часть участников рынка железнодорожных грузоперевозок.

*Источник: Advis.r.ru, 26.09.2023*



## **Искусственный интеллект возьмет под контроль тормоза всех российских поездов**

В России тормоза всех отечественных локомотивов будет проверять искусственный интеллект (ИИ). Система также поможет устанавливать сроки годного использования тормозов с учетом выбираемой скорости движения, маршрута и иных условий, а также оценивать показатели их износа. Эксперты видят в использовании ИИ не только экономический эффект, но и повышение уровня безопасности.

Система искусственного интеллекта (ИИ) будет проверять тормоза отечественных локомотивов по всей России. Новую программу тестирования при помощи ИИ интегрируют в общую систему РЖД для контроля над подвижным составом и повышения уровня безопасности.

Проверять тормоза локомотивов полностью в автономном режиме начнут на пяти крупных станциях в Красноярске, Екатеринбурге, Новосибирске, Костромской и Самарской областях. К системе также проявляют интерес Зарубежный опытом – в Сербии и Индии.

Перевод всего железнодорожного парка на электронный контроль сэкономит 385 тыс. часов и 260 млн руб. в год, подчеркнул главный инженер Куйбышевской железной дороги Денис Аграфенин.

По его словам, полная проба тормозов, которую необходимо делать при смене локомотивов, теперь занимает 10 мин. вместо 26 мин.

В будущем система позволит лучше определять сроки использования тормозов с учетом выбираемой скорости движения, маршрута и иных условий, а также оценивать показатели износа.

Цифровизация охватывает все направления деятельности РЖД: грузовые и пассажирские перевозки, управление персоналом, документооборот.

В цифровой формат переведен полный цикл работы – от приема поезда до оформления на него документов и отправки его в сортировочный парк. Благодаря этому расформирование составов на горке проходит в автоматическом режиме:

система сама выбирает скорость скатывания отцепов, оценивает вес вагонов и выбирает скорость замедлителей.

Искусственный интеллект также участвует в расстановке персонала и контроле занятости, повышает безопасность сотрудников железной дороги при маневровых работах и помогает быстро изменить интервалы движения поездов при проведении путевых работ.

*Источник: iksmedia.ru, 29.09.2022*

### **Расцепку вагонов взяли под контроль**

20 февраля в опытную эксплуатацию на четной горке станции Инская Западно-Сибирской железной дороги была включена разработка АО «НИИАС» – Устройство счета и контроля расцепа вагонов (УСКР).

Изобретение является средством определения количества вагонов в отцепе. Ключевым преимуществом УСКР является применение алгоритмов технического зрения и искусственного интеллекта, за счет чего происходит фиксация вагонов любой конфигурации, в том числе инновационных сочлененных вагонов.

Внедрение УСКР позволит полностью автоматизировать роспуск составов с инновационными вагонами. Можно говорить о том, что к 2030 году оснащение устройством УСКР будет обязательным требованием на всех автоматизированных сортировочных горках.

Ожидается, что в середине 2024 года УСКР будет принято в постоянную эксплуатацию. Внедрение УСКР на сети ОАО «РЖД» станет еще одним импульсом для развития систем технического зрения в отрасли.

*Источник: t.me, 28.02.2024*

## **Искусственный интеллект послужит на границе**

Министерство транспорта РФ предложило разработать модели интеллектуальных пунктов пропуска с учётом особенностей каждого вида транспорта. Это предусмотрено проектом постановления, который ведомство представило на общественное обсуждение. Созданные модели будут применять в качестве стандарта при строительстве и модернизации пограничных переходов, чтобы перейти от электронной таможни к таможне интеллектуальной, которая подразумевает автоматизацию всех операций.

Минтранс подготовил изменения в общие требования к строительству, реконструкции, оборудованию и техническому оснащению пунктов пропуска через государственную границу России. Проект постановления размещён на федеральном портале [regulation.gov.ru](http://regulation.gov.ru).

Как следует из пояснительной записки к документу, необустроенность пунктов пропуска является основным фактором, сдерживающим развитие таможенных технологий. По данным Минтранса, всего около 15% таких объектов соответствуют Единым типовым требованиям к их оборудованию и материально-техническому оснащению зданий, применяемым в Евразийском экономическом союзе (в ЕАЭС входят Россия, Белоруссия, Казахстан, Киргизия, Армения). Две трети пунктов пропуска нуждаются в существенной реконструкции и модернизации, утверждают в ведомстве.

Для развития погранпереходов Минтранс собирается разработать перспективные модели, которые будут базироваться на использовании современных информационно-коммуникационных технологий. Предполагается создать единую цифровую платформу и интегрировать её как с базами данных контролирующих органов, так и с программным обеспечением технических средств контроля.

Эта платформа будет аккумулировать информацию, поступающую от контрольно-измерительной техники, имеющейся на объектах, в их числе комплексы потокового сканирования и весогабаритных измерений, системы радиационного контроля. Предусмотрено внедрение технологий, обеспечивающих

автоматическое совершение таможенных операций без участия должностных лиц в местах перемещения товаров через таможенную границу, в частности речь идёт о применении технологии машинного зрения для автоматизированного анализа снимков инспекционно-досмотровых комплексов. Умная система сама будет читать снимки и выдавать готовые решения, что будет способствовать развитию цифровых транспортных коридоров, заявляли ранее в ФТС.

Необходимо закрепить стандарты максимальной автоматизации совершения таможенных операций с использованием элементов искусственного интеллекта – модель «интеллектуального» пункта пропуска», – отмечается в пояснительной записке.

Проект постановления, разработанный Минтрансом, вступит в силу не раньше 1 января 2025 года. После этого ведомству нужно в шестимесячный срок утвердить перспективные модели автомобильного, морского, железнодорожного и воздушного пунктов пропуска.

Отметим, что создание интеллектуальных пунктов пропуска заложено в Стратегии развития таможенной службы РФ до 2030 года. Одна из целей, обозначенных в стратегии, – полномасштабная цифровизация и автоматизация деятельности таможенных органов, внедрение технологий искусственного интеллекта и обработки больших объёмов данных. Так, согласно документу, доля таможенных операций, совершаемых автоматически с использованием информационных технологий, должна вырасти до 50% в 2024 году и до 100% – в 2030 году.

Как ранее отмечал заместитель руководителя Федеральной таможенной службы Владимир Ивин, появление «интеллектуальных» пунктов пропуска наиболее вероятно на европейском направлении – в Северо-Западном регионе, а также на границе с Китаем на Дальнем Востоке.

О необходимости развития инфраструктуры погранпереходов заявляют и в ОАО «РЖД». В ходе январского брифинга заместитель генерального директора ОАО «РЖД» – начальник Центра фирменного транспортного обслуживания Алексей Шило отметил, что в холдинге рассчитывают в 2027 году перевезти по

сети 4 млн транзитных контейнеров, для этого нужно будет развивать пункты пропуска на границе с Китаем, а также искать новые точки для выхода в Европу.

В 2020 году произошёл взрывной рост транзитных перевозок в сообщении Китай – Европа и обратно через сухопутные погранпереходы, в том числе в Монголии, Белоруссии и Казахстане. Это было связано со значительным ростом ставок морского фрахта ввиду дефицита провозных мощностей. В 2021 году благодаря субсидиям Китая и росту ставок на морской фрахт тенденция сохранилась, что позволило установить сразу два рекорда: перевезти по сети ОАО «РЖД» в общей сложности 6,5 млн ДФЭ (+12% к 2020 году), в том числе 1,076 млн ДФЭ в транзитном сообщении (+34%). В то же время в 2021 году логистические компании столкнулись с недостаточной пропускной способностью инфраструктуры, в том числе погранпереходов, со сменой железнодорожной колеи.

По оценке президиума Евразийского союза участников железнодорожных грузовых перевозок (ЕСП), для увеличения пропускной способности пунктов пропуска необходимо в ближайшее время модернизировать инфраструктуру и нормировать время операций на пунктах пропуска.

«Важными задачами для облегчения межгосударственного трафика становятся организация юридически значимого электронного документооборота между всеми участниками перевозки, упрощение таможенных процедур, отмена досмотра транзитных составов, перенос его на станцию прибытия для импорта», – говорится в пресс-релизе ЕСП.

*Источник: wagon-cargo, 28.02.2022*

## **Минтранс и крупнейшие транспортные компании России презентовали решения по использованию ИИ на транспорте**

Минтранс и ведущие участники транспортного комплекса страны 13 марта 2024 г. на панельной дискуссии «Искусственный интеллект в транспортной отрасли» в рамках конференции «День Искусственного интеллекта в России» рассказали о достижениях в применении на транспорте нейросетевых решений, робототехники и других элементов искусственного интеллекта. Мероприятие прошло на Международной выставке-форуме «Россия».

Заместитель министра транспорта Дмитрий Баканов во вступительном слове отметил, что будущее транспортной отрасли, ее конкурентоспособность во многом связаны с развитием и внедрением искусственного интеллекта. «Разработка новых технологий и их пилотирование являются ключом к будущему, в котором транспорт и логистика станут более адаптивными, устойчивыми и ориентированными на пользователя», – сказал замминистра.

Среди наиболее ярких примеров использования робототехники и технологий ИИ он назвал беспилотный логистический коридор на трассе М-11 «Нева», по которому курсирует грузовой беспилотный транспорт, запуск автономного судовождения, эксперимент по управлению беспилотными скоростными поездами «Ласточка», проекты «свободный поток» и анализ психофизического состояния водителя с помощью системы видеоконтроля.

Директор направления «Цифровая трансформация отраслей» АНО «Цифровая экономика» Алексей Сидорюк в рамках сессии представил аналитический отчет о внедрении ИИ на транспорте, в составлении которого принимала участие Ассоциация «Цифровой транспорт и логистика». Было опрошено 80 экспертов, проанализировано 260 кейсов.

Согласно отчету, общий объем рынка ИИ в России оценивается в 650 млрд рублей, внедрение ИИ в экономику страны может добавить 6% ВВП в период до 2030 г. или 11 трлн рублей.

По словам А. Сидорюка, сфера транспорта и логистики является одной из передовых по использованию искусственного интеллекта. Удобные сервисы и

многие платформенные бизнес-модели просто не могли бы работать без систем оптимизации логистики, которые снижают затраты на 20-30% и увеличивают скорость доставки. Беспилотный транспорт является нашим недалеким будущим, и эксперименты идут уже сегодня для грузового и железнодорожного транспорта, такси, дронов, судовождения. Благодаря ИИ существенные эффекты достигаются и в сферах технического обслуживания и ремонта, управления транспортными потоками и средствами, роботизации складского хозяйства, прогнозирования спроса и динамического ценообразования, не говоря о частичной автоматизации обслуживания массовых клиентов.

В свою очередь, директор Ассоциации «Цифровой транспорт и логистика» Полина Давыдова рассказала об исследовании Ассоциации, проведенном в 2022-2023 гг., которое выявило 27 отраслевых цифровых трендов, многие из которых завязаны на применение нейросетей, роботизацию, технологии искусственного интеллекта. Среди них: импортозамещение, кибербезопасность, беспилотные технологии на всех видах транспорта, электронный документооборот, развитие цифровых сервисов городского транспорта.

«Хочу выступить с предложением – так как ИИ уже настолько широко используются на транспорте, что, возможно, назрела необходимость разработки отраслевого документа – стратегии или «белой книги». Мы много говорили об этом с АНО «Цифровая экономика» и ФГУП «ЗащитаИнфоТранс», и пришли к выводу, что время для такого документа пришло», – сказала Полина Давыдова.

С конкретными решениями по внедрению ИИ на транспорте в ходе сессии выступили представители ОАО «РЖД», ПАО «КАМАЗ», АО «Почта России», ООО «Транспортная группа FESCO».

Заместитель генерального директора по вопросам цифровой трансформации ОАО «РЖД» Евгения Чаркин в своем выступлении сообщил, что сейчас компания реализует более 50 проектов с использованием технологий ИИ: диагностика подвижного состава и инфраструктуры, управление персоналом, планирование, прогнозирование и моделирование перевозочного процесса, системы компьютерного зрения, включая разработку беспилотного состава.

«Беспилотная «Ласточка» ожидает зеленого света для допуска к работе на Московском центральном кольце, руководство компании уже проехалось, уже протестировало «Ласточку», она работает, работает хорошо», – сказал Евгений Чаркин.

Вице-президент по информационным технологиям транспортной группы FESCO Дмитрий Суворец рассказал об использовании голосовых и текстовых помощников для общения с клиентами, применении технологий ИИ в видеоаналитике для обеспечения безопасности инфраструктуры, распознавания контейнеров и повреждений.

«Цифровизация является приоритетом развития Транспортной группы FESCO, а широкое использование искусственного интеллекта – ее неотъемлемой частью. FESCO уже сегодня активно использует инструменты продвинутой аналитики и машинного обучения для совершенствования своих логистических сервисов. ИИ помогает нашим специалистам, отвечающим за организацию перевозок или за работу с клиентами, оказывает им экспертную помощь в сложных предметных областях. Помимо этого, для нашей Группы ИИ выполняет многофакторное моделирование, строит прогнозы объемов перевозок и содействует оптимизации процессов загрузки активов FESCO, а также многое другое», – сказал Дмитрий Суворец.

Заместитель генерального директора АО «Почта России» Дмитрий Чудинов рассказал о применяемой в «Почте России» системах автоматизации логистических маршрутов, системе планирования и управления персоналом, голосовых помощниках, роботизации сортировки почтовых отправлений, обеспечении кибербезопасности инфраструктуры компании, автоматизации функций бэк-офиса, а также перспективах использования беспилотных авиационных систем для доставки грузов.

Технический директор KAMAZ Digital Павел Беседин рассказал о планах расширения использования беспилотных грузовых автомобилей с трассы М-11 на другие автодороги, распространения технологии пассажирского транспорта по



запросу, реализованного компанией в Набережных Челнах, на другие регионы, создании системы симуляции оптимизации логистики электробусов.

*Источник: mintrans.gov.ru, 14.03.2024*

### **В Красноярске технологии машинного зрения проводят онлайн диагностику составов**

На ключевой сортировочной железнодорожной станции Красноярск-Восточный состояние прибывающих подвижных составов и грузов определяют технологии машинного зрения. Диагностический комплекс, построенный компанией «Транс-Телематика» (входит в концерн «Телематика»), позволит увеличить пропускную способность станции и сократить простой транзитных вагонов.

Красноярская железная дорога соединяет транспортные потоки Европы, Азии и Дальнего Востока и является одной из ведущих по объемам грузов, при этом количество перевозок год от года только растет. Именно поэтому сокращение времени проверки состояния вагонов является важной составляющей для пропускной способности станции и всего транспортнологистического процесса по железнодорожной сети.

Посты автоматизированного приема и диагностики подвижного состава устанавливаются на подъездах и выездах со станции и обрабатывают порядка сотни технических параметров с помощью технологий машинного зрения, тензометрии и лазерного сканирования, RFID, LPWAN. Комплексное решение разработано АО «НИИАС», ведущим институтом холдинга РЖД, и с высокой точностью сканирует габариты, вес, размещение и крепление грузов, состояние узлов и порядковые номера вагонов, включая 3D-визуализацию в режиме реального времени. Сам комплекс реализован при производственнотехнологическом сотрудничестве компании «Транс-Телематика» с АО «НИИАС».

В результате еще до прибытия на станцию персонал получает чек-лист всех выявленных нарушений и неисправностей, что позволяет оптимизировать процессы обслуживания и ремонта подвижного состава, повышая безопасность рутинных работ на станции и минимизируя человеческий фактор.

«Сортировочная станция является ключевым звеном железнодорожной сети, и эффективность ее работы напрямую влияет на скорость и качество железнодорожных перевозок. Автоматизация процессов диагностики, сокращение ручных операций позволят увеличить ее пропускную способность и сократить простой транзитных вагонов в парке прибытия. Кроме того, зная состояние каждой подвижной единицы, выявляя те или иные неисправности, можно выстраивать дальнейший план по обслуживанию технических средств, увеличивая их оборачиваемость», – рассказал Александр Овлащенко, генеральный директор компании «Транс-Телематика».

Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях является одним из элементов «Цифровой железнодорожной станции» и позволит обеспечить актуальными корректными сведениями все подразделения, использующие в процессе работы информацию о подвижном составе. На текущий момент компания «ТрансТелематика» построила более 20 постов на стратегически важных сортировочных станциях железнодорожной сети ОАО «РЖД»

*Источник: wagon-cargo.ru, 16.03.2023*

## **Зарубежный опыт**

### **В Китае искусственный интеллект улучшил работу железной дороги по всей стране**

В Китае искусственный интеллект улучшил работу железнодорожной системы страны. Как сообщает South China Morning Post, масштабную нейросеть внедрила китайская государственная компания China State Railway Group, которая выступает оператором национальной сети железных дорог.

Железнодорожная система – это огромное количество дорог, тысячи объектов инфраструктуры и обширный парк техники. Для стабильной работы пути и составы приходится постоянно поддерживать в хорошем состоянии, что крайне затратно – как по времени, так и по средствам. Кроме того, любая внезапная поломка может остановить работу железнодорожного сообщения, что обходится еще дороже.

В Китае железнодорожная сеть продолжает расти и предполагает соединение высокоскоростными магистралями всех городов с населением свыше 500 тысяч человек. Скорость подвижного состава также растёт, что делает человеческий фактор наиболее слабым звеном. Особенно страдает контроль состояния участков – чем больше протяженность дорог, тем сложнее их обследовать.

Работа искусственного интеллекта направлена на выявление неполадок на различных отрезках путей. Датчики системы установлены на объектах инфраструктуры, колесные пары и вагоны. Они позволяют исследовать возникающие вибрации, ускорение и амплитуду для поиска дефектов. Размещенный в Пекине центральный сервер в режиме реального времени обрабатывает огромные объёмы данных со всей страны и способен предупреждать ремонтные бригады о нештатных ситуациях в течение 40 минут с точностью до 95 %.

Рекомендации обычно направлены на предотвращение неисправностей – на профилактику потенциальных проблем. В результате за прошедший год ни одна

из действующих высокоскоростных железнодорожных линий Китая не получила ни единого предупреждения о необходимости снижения скорости из-за проблем с неровностями пути, в то время как количество мелких неисправностей на путях сократилось на 80% по сравнению с предыдущим годом.

Подобные решения не только снижают потребность в обслуживающем персонале, но и снижают финансовую нагрузку на содержание железных дорог. Кроме того, они повышают уровень безопасности движения.

*Источник: news.rambler.ru, 14.03.2024*

### **3. Технологии искусственного интеллекта в сфере грузовых перевозок другими видами транспорта и транспортно-логистических услуг**

#### **Отечественный опыт**

##### **Беспилотные КамАЗы приступили к арктическим грузоперевозкам**

Представители «Газпром-нефти» объявили о старте проекта транспортировки грузов с применением беспилотных грузовиков КамАЗ – они приступили к работе на зимнике, протяженностью 140 км, связывающем поселок Тазовский и Восточно-Мессояхское месторождение, обеспечивая снабжение последнего.

Перевозки обеспечиваются спутниковой навигацией, а сами грузовики имеют ряд датчиков и сенсоров, обеспечивающих построение дорожной карты в цифровом формате, сканирование объектов по фронту, распознавание препятствий, а также фиксирование объектов – как статичных, так и перемещающихся.

Управление КамАЗами-беспилотниками осуществляется при помощи ПО российской разработки с элементами искусственного интеллекта и, как считают специалисты «Газпром-нефти», в перспективе беспилотный транспорт значительно повысит логистическую эффективность при снабжении оборудованием и необходимыми материалами месторождений в северных районах страны.

Кроме расширения программы по подобным грузоперевозкам с автономным управлением по собственным объектам, в «Газпром-нефти» планируют уже в этом году предоставлять подобные услуги и другим отечественным промышленным компаниям.

*Источник: techcult.ru, 07.05.2023*

## **С декабря на площадке Магнитогорского металлургического комбината тестируется беспилотный «КамАЗ»**

В конце декабря прошлого года Магнитогорский металлургический комбинат (ММК) приступил к испытаниям грузового беспилотного автомобиля «КамАЗ», сообщает ТАСС со ссылкой на пресс-службу компании. Беспилотный грузовик используется для перевозки грузов на внутренней территории.

«На промплощадке Магнитогорского металлургического комбината начались испытания автомобиля «КамАЗ», оснащенного системой автономного управления. Грузовая модель «КамАЗ-43118» отрабатывает технологический маршрут перевозки огнеупоров со складов управления подготовки производства на строительную площадку коксовой батареи № 12. Полноприводный беспилотный автомобиль грузоподъемностью 10 тонн использует для ориентации в пространстве датчики, камеры и радары, а также данные навигационной системы и заложенные в программу инструкции», – рассказали в пресс-службе ММК.

В компании уточнили, что во время испытаний все действия автомобиля-робота контролирует оператор, занимающий пассажирское место. Беспилотник оборудован системой ограничения скорости и адаптивным круиз-контролем, может считывать информацию с дорожных знаков и проезжать перекрестки, не создавая помех для других участников движения. При этом автомобиль обучен распознавать запрещающий сигнал светофора и на железнодорожных переездах и останавливаться, чтобы пропустить поезд.

«Беспилотники смогут работать в особенно тяжелых условиях, на рутинных маршрутах или в ночные смены. Кроме того, они позволят решить проблему нехватки кадров. Думаю, что по мере дальнейшего развития производственных процессов использование таких транспортных средств на определенных участках станет обязательным и позволит перенаправить человеческие ресурсы на решение более безопасных и требующих более творческого подхода задач», – отметил директор ООО «Автотранспортное управление» (структура ММК) Виктор Шишкин.

В свою очередь, главный специалист службы инновационных автомобилей научно-технического центра ПАО «КамАЗ» Динас Талипов пояснил, что тестируемый беспилотник – переделанная серийная модель, на которой установлено необходимое оборудование, чтобы автомобиль мог работать как в обычном, так и в автономном режиме.

В целом, машину можно эксплуатировать в любое время суток и в любых погодных условиях. Так, например, на случай гололеда в программе предусмотрен специальный алгоритм действий.

*Источник: trans.ru, 19.01.2023*

## **Зарубежный опыт**

### **Инновационные системы дистанционного управления грузоподъемными устройствами при обработке железнодорожных грузов**

BNSF Railway является второй по величине трансконтинентальной железной дорогой Северной Америки 1 класса. Компания располагает самыми большими в стране интермодальными транспортно-логистическими центрами, обеспечивающими перегрузку контейнеров между железнодорожным подвижным составом и автотранспортом.

Она стала первым железнодорожным перевозчиком в США, который внедрил широкопролетные мостовые краны с электроприводом, которые обеспечивают отсутствие вредных выбросов на месте работы и значительно сокращают количество дизельного автотранспорта, необходимого для выполнения технологических операций по перемещению контейнеров.

Сегодня в эксплуатации на интермодальных объектах BNSF находятся 26 таких кранов.

Благодаря совместному продвижению инноваций с рядом своих внутренних подразделений, BNSF разработала и протестировала дистанционное решение для шести мостовых кранов в логистическом парке Чикаго (Logistics Park Chicago,

LPC). Это перемещает крановщика из находящейся на высоте около 45 футов (14 м) кабины в офисное помещение, в том числе сокращая время на то, чтобы добраться до рабочего места и покинуть его.

«В среднем мы достигли увеличения производительности на один кран на три часа, – поясняет Джон Гэбриэл (Jon Gabriel), вице-президент по сервисному проектированию. – На шести кранах в Чикаго это составляет 18 часов в день или эквивалент дополнительного крана. Такой прирост производительности увеличивает пропускную способность предприятия примерно на 14% и обеспечивает непрерывный рабочий процесс для хостлеров (технологического автотранспорта), что приводит к улучшению обслуживания наших клиентов».

Шесть кранов с дистанционным управлением не только повышают эффективность работы и увеличивают пропускную способность парка, но и повышают безопасность для тех, кто управляет этими кранами. Поскольку кабина крана расположена на большой высоте, уменьшается риск случаев травматизма.

Для перехода к дистанционной версии управления широкопролетными кранами требуется зеркальное отображение обстановки в кабине крановщика на рабочем месте.

«Мы используем камеры и новую технологию, затем подключаемся к элементам управления краном, похожим на игровую консоль и имитируем в офисе то, что они могут делать в кабине, – поясняет Кэри Элстад (Cari Elstad), менеджер отдела технологических услуг. – Как только операторы освоились с настройками, большинство из них предпочли работу за офисным столом и захотели пройти сертификацию».

Комплекс в Чикаго является одним из трех логистических центров BNSF, которые могут выполнять более 1 миллиона операций по перемещению контейнеров в год. Компания отмечает масштабируемость инновационного решения и планирует в 2024 году продолжить его внедрение по всей сети, в частности, на своем интермодальном предприятии в Мемфисе, штат Теннесси, и в логистическом парке Канзас-Сити.



Необходимо отметить, что переход на дистанционное управление грузоподъемными устройствами при работе с железнодорожным транспортом разрабатывается и внедряется и в России.

Летом 2023 года компания «Интехком» анонсировала завершение испытаний системы управления грейферными кранами на основе VR- технологий для Новолипецкого металлургического комбината. Краны обеспечивают разгрузку сыпучих грузов из железнодорожных вагонов и дальнейшее перемещение материалов на 300-метровый склад предприятия.

Все оборудование, в том числе веб-камеры, сохраняет работоспособность при температуре окружающей среды от  $-40$  °C до  $+50$  °C, при относительной влажности воздуха до 100% и в агрессивной среде.

Для трех кранов предусмотрено два рабочих места операторов. Каждое из них представляет собой кресло-пульт с крановыми джойстиком и кнопками. Рабочие места также оснащены облегченными VR-очками, с помощью которых операторы получают обзор на виртуальную кабину. Управляющие кранами работники могут подключаться к любому из трех кранов с одного и того же места. Машинистам больше не придется подниматься на высоту и спускаться из кабины, а также переходить по складу, где работает тяжелая промышленная техника, что обеспечивает повышенную безопасность и более комфортные условия труда.

По словам гендиректора АО «Интехком» Игоря Овяна, в перспективе один машинист сможет, например, поочередно ставить задачи всем трем кранам, а затем приступить к выполнению других обязанностей, пока автоматика контролирует рабочие процессы.

Развитие и массовое внедрение цифровых технологий обработки и передачи данных обусловило широкие возможности по замене функций человека на работу искусственного интеллекта и автоматике, в том числе на железнодорожном транспорте. Внедрение инноваций в технологию работы больших мостовых кранов является одним из примеров применения современных цифровых решений для повышения эффективности и производительности труда, максимального

использования мощностей оборудования и повышения безопасности персонала на рабочих местах.

*Источники: railwayage.com (англ.), 16.11.2023; intechcom.ru, 17.07.2023.*

### **Моделирование маршрутов транспортировки отходов составит искусственный интеллект**

Компания «Эттон» будет заниматься реализацией проекта по моделированию маршрутов транспортировки отходов с помощью ИИ. Совместно с Институтом искусственного интеллекта Университета Иннополис «Эттон» создаст решение, которое оптимизирует затраты на транспортировку отдельно собранных отходов, сообщает «СNews».

Система будет использована для компаний, занимающихся отдельным сбором мусора, его сортировкой, переработкой, утилизацией и извлечением вторичных материальных ресурсов. Проект рассчитан на два года, и первый этап НИР уже подходит к завершению.

«Разработка позволит снять технологический барьер в вопросе отдельного сбора и обработки мусора, потому что на данный момент ни рынок, ни нормативная база не готовы к этому. Наличие системы, понимание механики ее работы позволит приблизить отдельный сбор и обработку мусора и ускорить ее внедрение», рассказал Е. Климов, генеральный директор «Эттон».

Предполагается использование гибридного подхода, который включает в себя классические графовые алгоритмы и графовые нейронные сети, основная задача которых будет заключаться в прогнозировании динамически-изменяющихся параметров.

Система будет учитывать данные с датчиков в мусорных баках и данные с датчиков загрузки самосвалов, а также прогнозировать время их полного заполнения. За счет этого можно будет оптимально проложить маршруты с наименьшими затратами.

*Источник: ru-bezh.ru, 13.12.2021*

## **Компания XCMG представила автономный, электрический грузовик XDR80TE-AT с искусственным интеллектом (Китай)**

Китайская компания XCMG представила автономный, электрический грузовик, который она назвала XDR80TE-AT. По словам компании, это «практичный автономный грузовик», который является «интеллектуальным, безопасным, эффективным и экологичным».

Автономный грузовик поддерживает два режима работы – дистанционное управление, при котором информация, собранная визуальными, шумовыми и другими датчиками, передается на удаленную станцию оператора. При переключении в автономный режим ИИ полностью берет на себя управление транспортным средством.

Грузовик полностью электрический с аккумулятором на 500 кВт/ч. В дополнение к фиксированной быстрой зарядке, XCMG заявляет, что замену батареи можно проводить на специальной электростанции, при этом замена выполняется за 6 минут или меньше.

Производственная необходимость диктует пункт назначения грузовика, и он автоматически выполняет автономное планирование маршрута. Высокоточные датчики, включая LiDAR, постоянно сканируют окрестности грузовика и одновременно рисуют виртуальную топографическую карту, а для реализации обновления общей виртуальной карты в режиме реального времени все данные собираются в центральной базе данных.

При столкновении с препятствием бортовой ИИ проведет оценку безопасности и автоматически избежит его или изменит маршрут. Грузовик оснащен несколькими режимами связи, причем лучшая из них выбирается в зависимости от ситуации, что обеспечивает постоянное подключение грузовика к сети.

После достижения навигационной цели погрузочный транспорт, который может быть как пилотируемым, так и беспилотным, устанавливает прямую связь с грузовиком и переходит в совместный режим. В соответствии с инструкциями

погрузочного устройства грузовик автоматически создает путь для парковки. После загрузки самосвал возвращается к навигации по производственному плану.

Управление самосвалами осуществляется через центр управления, персонал которого имеет доступ к полной информации о работе через системное ПО. Сводные экраны отображают ход работы и помогают мониторам распределять ресурсы оборудования по мере необходимости.

*Источник: building-tech.org, 11.01.2024*