



asi-journal-rzd.ru

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

7

2026



Издается
с 1923 года

2 Модульно-конвейерный метод преобразования данных



6 Перспективы развития
П-образных датчиков схода
подвижного состава

28 Экология, как элемент
устойчивого развития

34 Путь к стабильному
будущему



Обращение

Дорогие друзья, коллеги!

Одним из ключевых элементов масштабной цифровой трансформации на Российских железных дорогах становится роботизация. Внедрение роботизированных комплексов позволит повысить безопасность, эффективность и конкурентоспособность транспортной системы. Об этом шла речь на Петербургском международном экономическом форуме. Создание единой платформы управления роботизированными комплексами разных сегментов – одна из стратегических задач холдинга на ближайшее будущее.

В сфере грузовых перевозок ярким примером внедрения роботизированных комплексов является станция Челябинск-Главный. Здесь роботы способствуют ускорению обработки составов и снижению простоя вагонов, выводу работников из опасных зон.

В пассажирском сегменте роботизация направлена на создание для человека высокотехнологичного помощника. Задача таких роботов – помощь сотрудникам в выполнении рутинных обязанностей, что позволит высвободить время для более качественного взаимодействия с пассажирами.

Роботизация на железных дорогах России находит отражение на страницах отраслевых журналов, где читатель может найти интересующую его информацию о мобильных комплексах для обслуживания грузовых составов на сортировочных станциях, автоматизации пассажирских сервисов и вокзальной инфраструктуры, о технологиях, берущих на себя риски и рутину, позволяя людям сосредоточиться на организации и управлении сложными процессами.

Познавательного чтения!



Валерий Танаев,
заместитель генерального директора —
главный инженер ОАО «РЖД»



Обложка
Перегон Умёт-Камышинский – Петров
Вал Приволжской дороги
(фото Антипова Д.А.)



7 Июль 2026

Ежемесячный научно-теоретический
и производственно-технический журнал

Содержание

Новая техника и технология

- Модульно-конвейерный метод преобразования данных.
Гришаев С.Ю., Федорин Д.В., Поляниченко Д.С., Настенко С.К. _____ 2
- Перспективы развития П-образных датчиков схода
подвижного состава. Красильников В.С. _____ 6
- Влияние эксплуатационных параметров на изменение
индукции магнитного поля в зоне дефектов рельсов.
Могильников Ю.В., Паранин А.В. _____ 11
- Применение герконовых датчиков в автоматизированной
сেমипроводной схеме управления стрелкой.
Пультяков А.В., Менакер К.В., Востриков М.В. _____ 14

Телекоммуникации

- Защита оптических волокон от критических изгибов
в муфтах. Дашков М.В., Попов Б.В., Попов В.Б., Алехин И.Н. _____ 20

Цифровые технологии

- Передача геометрического состояния сцены
для автономного движения поездов. Бушуев С.В.,
Попов А.Н., Вершинин И.Д. _____ 23

Суждения, мнения

- Человек и искусственный интеллект. Орлюк А.А. _____ 26

Обмен опытом

- Экология, как элемент устойчивого развития.
Банин А.В., Шехина Е.А. _____ 28
- Конкурс профессионального мастерства.
Корчагин И.Ю. _____ 31
- Инструмент повышения эффективности организации
и оплаты труда. Кузьмина Л.М. _____ 33

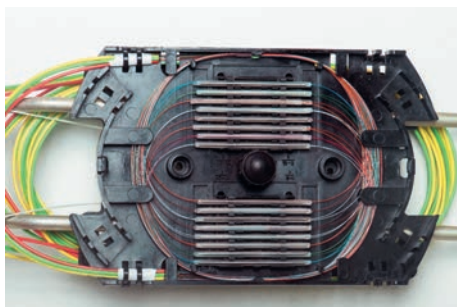
Информация

- Путь к стабильному будущему. Наумова Д.В. _____ 34
- Информационный вестник. Наумова Д.В. _____ 37

За рубежом

- Новости. _____ 39

20



28



31



34



МОДУЛЬНО-КОНВЕЙЕРНЫЙ МЕТОД ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ



ГРИШАЕВ
Сергей Юрьевич,
АО «НИИАС», Ростовский филиал, заместитель генерального директора – директор Ростовского филиала, г. Ростов-на-Дону, Россия



ФЕДОРИН
Данил Вячеславович,
АО «НИИАС», Ростовский филиал, ведущий программист Центра разработки программного обеспечения, аспирант, г. Ростов-на-Дону, Россия



ПОЛЯНИЧЕНКО
Дмитрий Сергеевич,
АО «НИИАС», Ростовский филиал, начальник сектора администрирования проектов, г. Ростов-на-Дону, Россия



НАСТЕНКО
Семен Константинович,
АО «НИИАС», Ростовский филиал, главный специалист Центра разработки программного обеспечения, аспирант, г. Ростов-на-Дону, Россия

Ключевые слова: цифровой двойник, цифровая железнодорожная станция, межмодульное взаимодействие, протоколы передачи данных, стандарты взаимодействия транспортных протоколов, модульно-конвейерный метод преобразования данных

Аннотация. В статье рассмотрен метод бесшовного взаимодействия различных подсистем крупных объектов на примере железнодорожной станции. Реализуемый ОАО «РЖД» стратегический проект «Цифровая железнодорожная станция» призван объединить существующие отдельные подсистемы станции в единую цифровую автоматизированную систему. Однако имеются существенные ограничения, не позволяющие осуществить интеграцию всех подсистем напрямую, без дополнительных решений, специализированных операций и устройств взаимодействия с внешними подсистемами. Это обусловлено различием в протоколах взаимодействия, поскольку отдельные подсистемы цифровой железнодорожной станции разрабатывались изолированно, в разное время и разными разработчиками. В качестве решения проблемы интеграции предлагается модульно-конвейерный метод преобразования данных, который ранее был апробирован в работе морского порта.

■ На железнодорожном транспорте активно разрабатываются и применяются такие технологические решения, как цифровые двойники (ЦД). Они играют ключевую роль в цифровизации технологических процессов (ТП), объединяя множество различных систем транспортной инфраструктуры для их эффективного монопольного контроля. Полностью копируя деятельность сортировочной станции, промежуточного поста или иного объекта на железной дороге, ЦД дают возможность осуществлять не только мониторинг и диагностику ТП, но и управлять ими, а также мгновенно, в режиме онлайн, реагировать на возникающие критические ситуации.

Так, активно разрабатывается и проходит испытания инновационный проект «Цифровая железнодорожная станция» (ЦЖС), который является частью глобальной стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД».

Основная задача проекта – создать «умную» станцию для автоматического управления интеллектуальными системами с минимальным участием человека. Пилотный запуск ЦЖС был произведен на сортировочной станции Челябинск-Главный в рамках комплексной автоматизации сортировочной горки. В процессе запуска были разработаны системы расчета скорости роспуска вагонов, а также применены автоматические замедлители для удерживания вагонов, чтобы сцепка происходила мягко, без повреждения груза. Общая концептуальная архитектура взаимодействия всех систем и подсистем в ЦЖС представлена на рис. 1.

Архитектура построена на магистрально-модульном принципе, где каждый модуль (группа систем) общается с другими через общую шину данных. Такие системы, как «Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортиро-

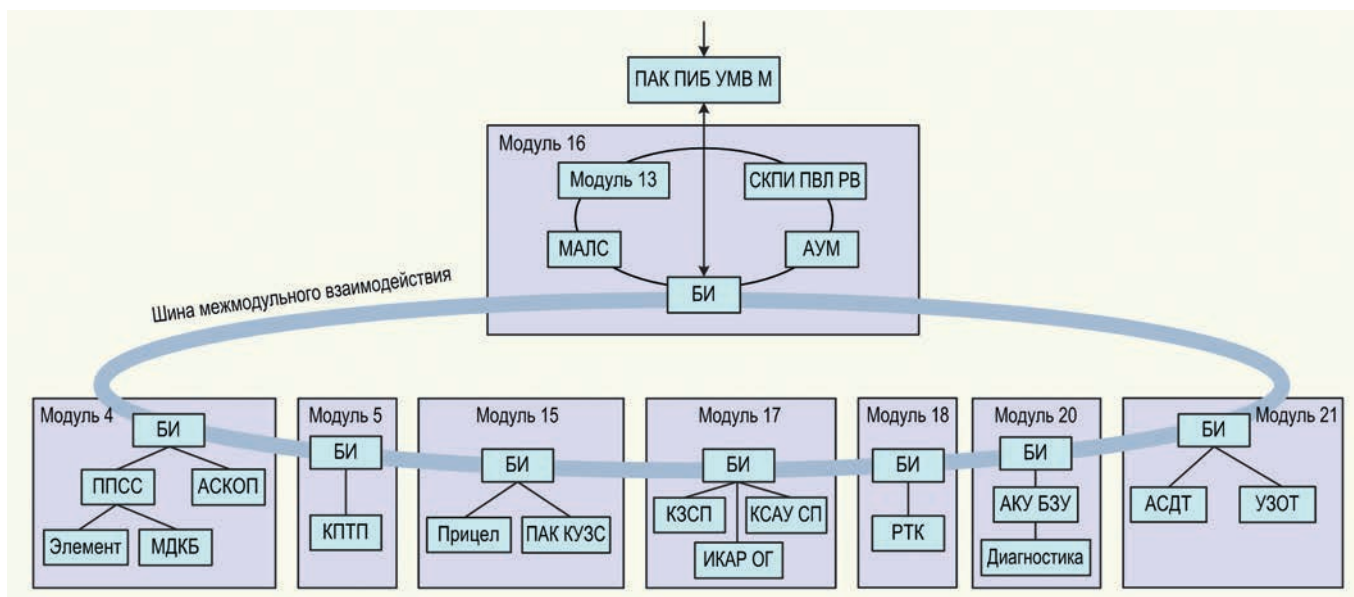


РИС. 1

вочных станциях» (ППСС) или «Контроль подъездных технологических путей» (КПТП), разрабатываются и поддерживаются отдельно от проекта ЦЖС. Они могут функционировать как самостоятельно, так и с помощью отдельно разработанных блоков интеграции, подключаться к глобальному цифровому двойнику станции, предоставляя информацию и доступ к ТП, за которые отвечают системы. Таким образом, архитектура призвана объединять независимые системы для полноценного автоматизированного контроля над всеми технологическими процессами на станции.

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ

■ В существующем подходе имеется ограничение, которое проявляется в том, что подсистемы из-за изолированной разработки используют разные протоколы взаимодействия. Например, одна система может ожидать команды через стандарт взаимодействия транспортного протокола REST API, а другая использовать протокол удаленного вызова процедур gRPC для потоковой передачи данных. Программный интерфейс REST (Representational State Transfer) представляет собой набор архитектурных ограни-

чений и принципов для построения распределенных систем и предназначен для передачи репрезентативного состояния объектов ТП. Системы буквально «общаются» на разных языках, что вызывает необходимость разработки промежуточного слоя для каждого взаимодействия между ними. Это критически усложняет архитектуру цифрового двойника и ведет к следующим последствиям.

Низкая масштабируемость. С увеличением числа систем в ЦД увеличивается количество конфликтов между новыми и старыми модулями. Дополнительное время тратится на разработку нового и поддержку старого функционала.

Неконсистентность (несогласованность) данных. Нарушается свойство системы в целом, гарантирующее точность, непротиворечивость и целостность данных. Из-за большого количества адаптеров на каждую интеграцию данные, которыми обмениваются системы, могут постоянно изменяться, что влияет на конечный результат функционала. Информация в одной группе модулей может противоречить информации в другой.

Низкая пропускная способность. Общая шина данных подразумевает использование множества посредников, через которые проходит исходное сообщение, чтобы добраться до целевой системы. Из-за этого некоторые подсистемы могут получать неактуальную информацию, что критично для работы в режиме реального времени.

Аналогичная проблема была обнаружена на этапе создания ЦД порта Владивостока, в разработке которого участвовал один из авторов статьи. ЦД отвечал за мониторинг причальных операций, отслеживание вошедших судов в портовую акваторию, а также контролировал погрузочно-разгрузочные работы с контейнерами и навалочными грузами. В последнем из перечисленных ТП возникала проблема на стыке взаимодействия двух видов транспорта – железнодорожного и морского (рис. 2).

Сопроводительная документация о контейнере, формирующаяся на стороне ЦД, не передавалась автоматически в транспортные системы, например, АСУ Д (Автоматизированная система управления движением) для управления железнодорожными перевозками. Вме-



РИС. 2

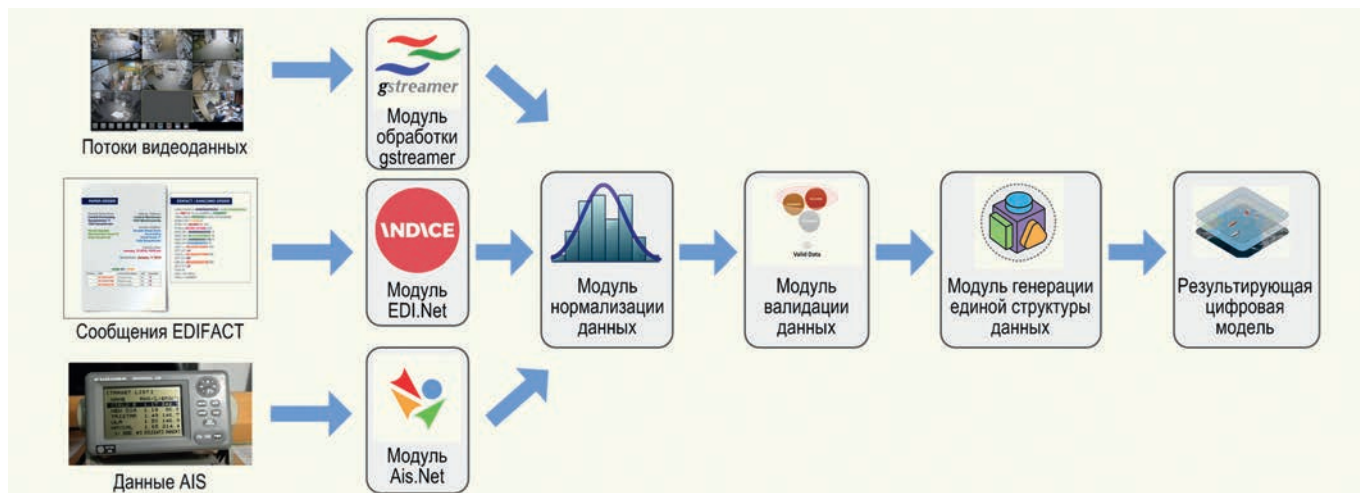


РИС. 3

сто этого вся документация вручную обрабатывалась и пересылалась во внешние отраслевые платформы. В дальнейшем для ЦД переданный груз становился «невидимым», а получение информации о нем в режиме реального времени практически невозможно, так как отсутствовала полноценная интеграция с другими внешними системами.

Такие условия, когда на обеих сторонах активно используется цифровизация производственных процессов, а на стыке остается вмешательство человека, значительно увеличивают издержки при межотраслевом взаимодействии.

МОДУЛЬНО-КОНВЕЙЕРНЫЙ МЕТОД

■ Для решения проблемы интеграции внешних систем применен модульно-конвейерный метод преобразования данных. Его основная идея заключается в преобразовании разнородной информации для формирования единой цифровой модели (ЦМ). В свою очередь ЦМ отвечает за общее концептуальное описание всех происходящих технологических процессов, протекающих как в самом порту, так и на стыке взаимодействия с железнодорожным транспортом. Такая модель позволяет внутренним системам ЦД работать с единым стандартом данных, при этом отпадает необходимость разработки дополнительных адаптеров.

Внешние системы получают данные в «своем» формате благодаря конвейеру. Сам конвейер состоит из универсальных модулей, отвечающих за конкретный тип информации, которую нужно преобразовать. Схема разработанной ранее архитектуры конвейера для ЦД в порту представлена на рис. 3. Авторами в работе [1] был предложен метод структурной предобработки данных, который может быть использован в решении задачи межмодульного взаимодействия. Вопросы интеграции различных подсистем и производственных сервисов с разработкой ЦД были рассмотрены в статье [2].

Архитектура конвейера для цифрового двойника (см. рис. 3) используется для интеграции трех внешних систем. Общий алгоритм преобразования данных остается одинаковым, но для каждого источника на первом этапе применяется персональный модуль обработки данных. Например, для получения информации от автоматической идентификационной системы в судоходстве (AIS) служит модуль Ais.Net, который за

счет географических данных дополняет информацию о каждом судне, входящем в порт.

Конвейерная архитектура также подразумевает и обратное преобразование данных, т.е. любое изменение в ЦД при необходимости отразится и на внешних системах.

Опыт конвейерной архитектуры был успешно применен при разработке проектов «Технологический модуль» (ТМ), системы контроля и подготовки информации о перемещениях вагонов и локомотивов на станции в реальном времени (СКПИ). Основная задача ТМ заключалась в расчете и отображении среднего общего и расчлененного простоев на станции в течение заданного промежутка времени на основе сообщений, получаемых со стороны СКПИ. Информация выдается в текстовом формате. Система представляет собой механизм журналирования, когда все данные хранятся в виде несвязанного набора текстов.

Проблема использования таких данных заключается в их разрозненности: журналы не содержат метаданных, а сообщения имеют неструктурированный вид. Для получения информации о простоях необходимо рассматривать несколько сообщений за один раз, что ведет к усложнению процесса анализа. Из-за отсутствия какой-либо единой модели аналитические алгоритмы работают изолированно, что снижает полноту информации. В результате получается картина, представленная на рис. 4, где показан график среднего общего и расчлененных простоев, которые рассчитывались по алгоритмам до применения конвейерной архитектуры.

На графике изображены показатели среднего общего простоя (белая линия) и расчлененных простоев

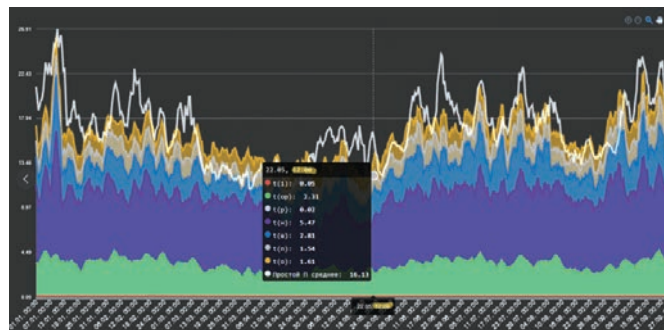


РИС. 4

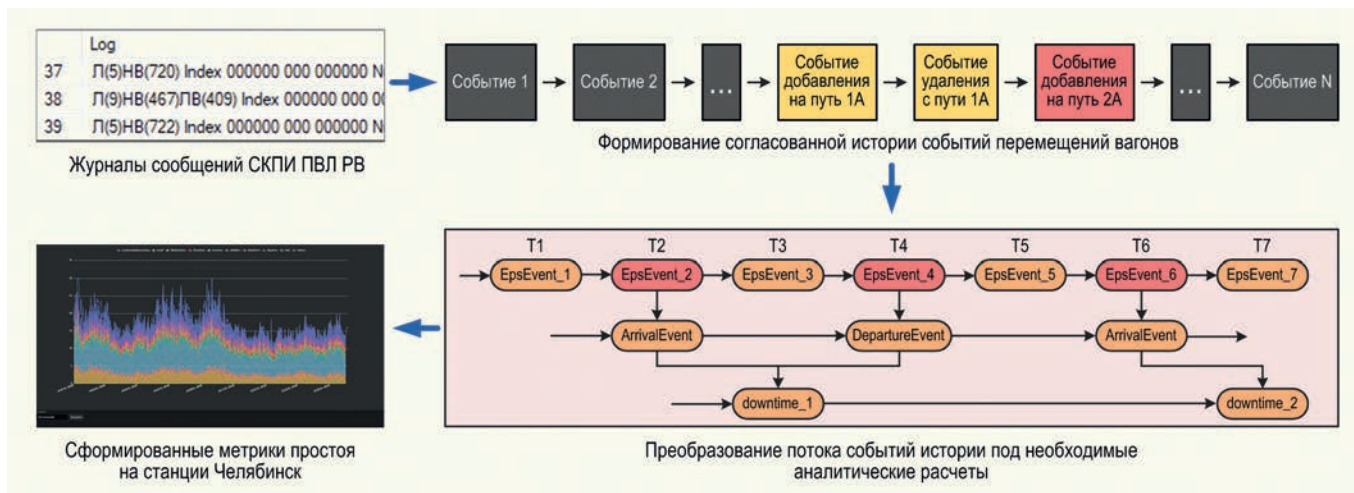


РИС. 5

(разноцветные зоны). По оси X выставлен временной период показателя простоя с шагом в 24 ч. По оси Y отображается текущее значение простоя (длительность в часах). Как можно заметить, на графике в некоторых местах общий простой значительно ниже расчлененного. Такие метрики не могут соответствовать действительности, так как противоречат реальному технологическому процессу (общий средний простой – это сумма всех расчлененных).

Для устранения проблемы разрозненности и неполноты данных было принято решение о реализации цифровой модели на базе СКПИ. Ее идея в преобразовании исходных сообщений внешних систем в требуемые форматы и создание на их основе единой структуры данных для всех видов аналитических алгоритмов. Таким образом, на базе ТМ была разработана модель данных, которая представляет собой историю событий для каждой единицы подвижного состава (ЕПС) в рамках жизненного цикла на станции. К таким событиям относятся: перемещение ЕПС, выдача информации о станции назначения, проезд входных счетных точек и др. Схема поэтапного преобразования данных, на основе которых получается единая цифровая модель, показана на рис. 5.

Полный цикл преобразования данных состоит из трех этапов. На первом происходит обработка всех сообщений, получаемых со стороны СКПИ ПВЛ РВ. На втором производится семантическая привязка. С каждым сообщением или группой сообщений соотносится предполагаемое событие ЕПС. Из множества таких событий формируется уже полноценная история для каждой подвижной единицы. Третий этап служит для дополнительных манипуляций с множеством историй событий.

Преобразовывая потоки, можно формировать

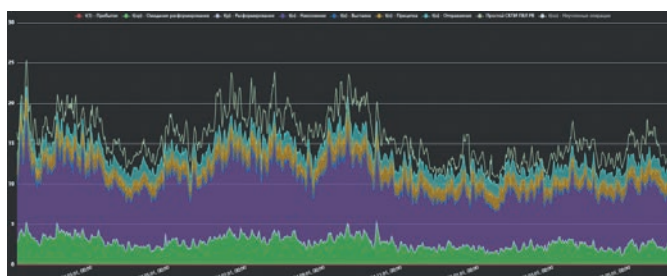


РИС. 6

различные варианты модели для получения дополнительной информации на основе имеющихся данных, например, после фильтрации событий получить метрики не всей станции, а конкретного парка. В результате создается единая цифровая модель, представляемая в виде истории событий для каждой ЕПС. Новый график среднего общего и расчлененных простоев после применения конвейера преобразования данных представлен на рис. 6.

Как видно на графике, общий средний простой находится выше суммы расчлененных, что соответствует реальному состоянию сортировочной станции. При этом дополнительный модуль валидации проверяет полученные метрики с данными, рассчитанными вручную на АСУ СТ. Благодаря второму источнику информации можно проверить, насколько системы отклоняются от реальных показателей. Погрешность составляет всего 5 %.

Предлагаемый подход не является узкоспециализированным решением, так как может масштабироваться до более глобального уровня межотраслевой деятельности. Например, в процессе грузоперевозок «Порт – РЖД – Предприятие» можно организовать бесшовные стыки между различными цифровыми двойниками. Благодаря модульному подходу в организации конвейера имеется возможность повторного использования разработанных алгоритмов преобразования, что ускорит согласование межотраслевого взаимодействия и позволит избежать значительного числа ошибок, связанных с ручным вводом информации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Настенко С.К., Бутакова М.А., Гришаев С.Ю. Подход к созданию интегрированной информационной системы для обмена сообщениями модулей цифрового двойника железнодорожной станции // Транспорт: наука, образование, производство : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2025. С. 262–265. EDN: YWPKDM.

2. Федорин Д.В., Поляниченко Д.С., Бутакова М.А. Структурный препроцессинг данных о перемещениях вагонов и локомотивов на станции для целей предиктивной аналитики // Транспорт: наука, образование, производство : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2025. С. 368–372. EDN: NVWAFE.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ П-ОБРАЗНЫХ ДАТЧИКОВ СХОДА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА



КРАСИЛЬНИКОВ
Владимир Сергеевич,
Приволжский государственный университет путей сообщения, Нижегородский институт путей сообщения, кафедра «Общественно-образовательные и профессиональные дисциплины», доцент, канд. физ.-мат. наук, г. Нижний Новгород, Россия

Ключевые слова: датчик схода, подвижной состав, индикация удара, рельсовый путь, нижний габарит

Аннотация. Предназначение датчиков схода состоит в контроле факта нарушения нижнего габарита при сходе колесной пары, волочении деталей поезда или посторонних предметов. Контроль необходим, чтобы не допустить аварии при заходе поезда с нарушением нижнего габарита на станцию, мост или в тоннель. П-образные датчики схода, как и датчики других типов, подвержены вибрации от колебаний рельсошпальной решетки. Длительное динамическое воздействие вызывает усталостные трещины и коррозию в датчиках, что приводит к их деградации. Коррозия в соединениях элементов электрической цепи вызывает ложное срабатывание датчиков. В статье представлены технические решения для создания более надежных датчиков схода. Для этого были рассмотрены П-образные датчики схода, определены их отличительные особенности, достоинства, недостатки и предложены меры по совершенствованию их конструкции.

■ Применение составных и цельнометаллических датчиков для повышения надежности работы устройств контроля схода подвижного состава (УКСПС) ранее было рассмотрено в работах [1, 2]. Дальнейшей разработкой для повышения функциональных возможностей УКСПС стали П-образные датчики схода разрушающегося типа. Их отличительная особенность состоит в единой конструкции и небольшом количестве элементов, включаемых в контрольную электрическую цепь. Это сокращает число переходных сопротивлений и уменьшает вероятность разрыва цепи из-за внешних воздействий.

Для повышения достоверности определения схода и нарушения нижнего габарита предложены несколько разновидностей П-образных датчиков со специально введенными участками предполагаемого разрушения [3–7]. Датчики изготавливались методом штамповки в виде единого элемента из стальной полосы шириной 40–50 мм и толщиной 4 мм. Участки предполагаемого разрушения были выполнены

локальным уменьшением профиля поперечного сечения планки и стоек датчиков. Эти участки предназначены для излома датчика при наезде на него колесной пары или ударе по нему волочащимися (свисающими) деталями поезда или посторонними предметами.

Датчики со стальной накладкой. П-образный датчик схода, применяемый в составе устройства УКСПС-П [3], показан на рис. 1. Он установлен посредством кронштейнов на несущей

диэлектрической балке, расположенной в межшпальном пространстве и закрепленной на железобетонной шпале с помощью консолей. Для подтверждения факта соударения датчик снабжен сминаемым элементом – индикатором удара, изготовленным в виде тонколистовой стальной накладки коробчатого профиля, прикрепленной к планке датчика.

Схема П-образного датчика [4] конструкции, показанной на рис. 1, но с креплением несущей балки к деревянной шпале,



РИС. 1

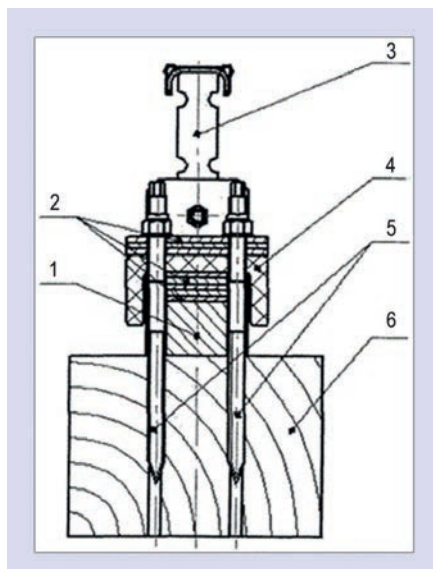


РИС. 2

изображена на рис. 2. На несущей балке 4 установлен датчик схода 3 с индикатором удара из тонколистовой стали. Несущая балка 4 закреплена на дополнительной деревянной шпале 6, расположенной в межшпальном пространстве. Узел крепления содержит шпильки 5, полимерную подставку 1, установленную на шпале 6, нижние регулировочные пластины 2, установленные между балкой 4 и подставкой 1, а также верхние регулировочные пластины 2 между балкой 4 и датчиком 3. Верхние регулировочные пластины 2 выполнены из стали, а нижние – из резины.

Датчики [3, 4] снабжены шестью участками предполагаемого разрушения. На их планке име-

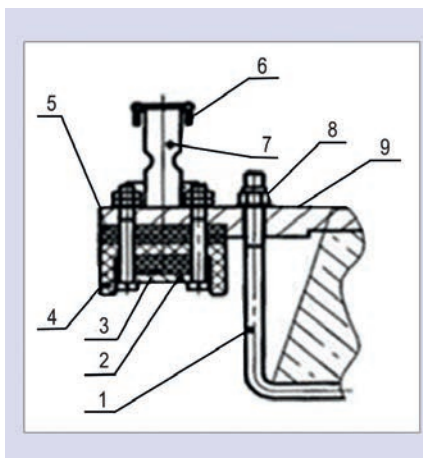


РИС. 3

ются два участка разрушения и еще по два участка разрушения находятся на стойках. Предполагалось, что срабатывание датчиков должно было происходить при их изломе в местах уменьшенного сечения. Однако имевшиеся случаи изгиба датчиков без их излома заставили усомниться в полезности многочисленных участков разрушения и вызвали необходимость пересмотреть их конструкцию. В результате был создан датчик схода [5], подобный датчикам [3, 4], но отличающийся от них меньшим количеством участков предполагаемого разрушения (рис. 3).

Несущая балка 4 УКСПС закреплена на консоли 9 с помощью малой скобы 2 через стальные и резиновые регулировочные пластины 5 и 3. Консоль 9 установлена на железобетонной шпале с помощью узла крепления 8 и

большой скобы 1. Датчик 7 с индикатором удара 6 из тонколистовой стали закреплен на балке 4. Этот датчик имеет также два участка предполагаемого разрушения на планке, но у него имеется только по одному участку разрушения на каждой стойке. Датчик [5], содержащий меньше участков разрушения, оказался более чувствительным к ударам критической силы.

Общим недостатком конструкции П-образных датчиков является их сильная подверженность вибрациям, передаваемым от рельсошпальной решетки при прохождении поезда. Поэтому дальнейшее их развитие было направлено на повышение вибростойкости.

Датчик из вибростойкой стали. Схематическое изображение П-образного датчика, изготовленного из вибростойкой стали [6], который применяется в устройствах УКСПС-ПМ (исполнение 02), показано на рис. 4.

Датчик 3 с индикатором удара в виде стальной накладки установлен на основании 7 из диэлектрического армированного стеклопластика с помощью кронштейнов. Основание 7 закреплено на деревянной шпале 5 крепежным комплектом 6. Внешний датчик 3 соединен с внутренним шиной 1, проходящей под рельсом 2, а с кабельной муфтой – перемычкой 4. Датчик из вибростойкой стали имеет два участка предполагаемого разрушения на планке и по одному участку на каждой стойке.

Для изготовления пластины датчика использовалась высокопрочная конструкционная легированная сталь марки 40ХН2МА с эффектом гашения вибрации за счет ударной вязкости. Для достижения необходимой ударной вязкости ($35\text{--}50\text{ Дж/см}^2$) пластина подвергалась закалке при нагреве до температуры $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ с последующим охлаждением в масле и среднетемпературному отпуску при $400\text{ }^{\circ}\text{C}$. После термообработки предел прочности стальных пластин составлял $1200\text{--}1450\text{ МПа}$, а модуль упругости $2,1 \cdot 10^5\text{ МПа}$ [8]. Применение специальной стали позволило существенно повысить вибростойкость [6].

Для надежной работы датчика большое значение имеет состояние его контактных элект-

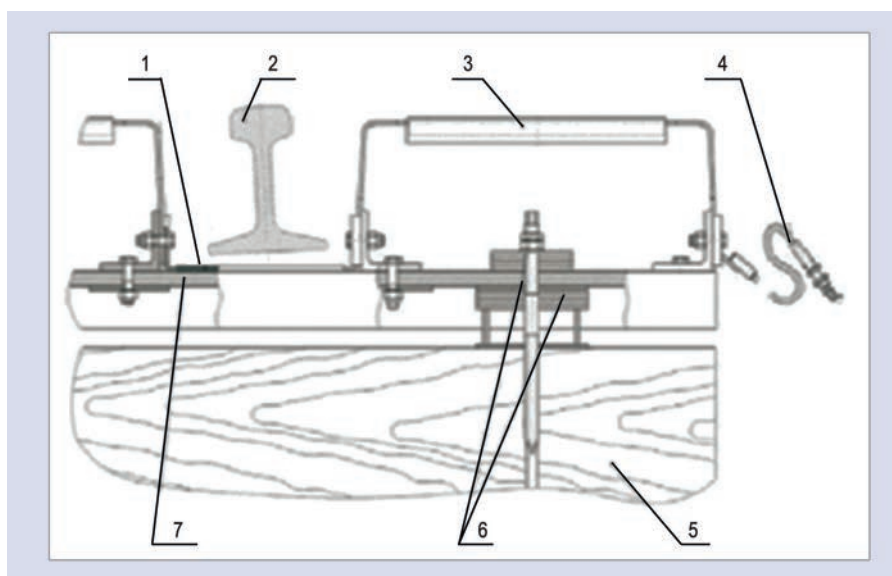


РИС. 4

ропроводящих поверхностей. Однако, термообработка пластин приводит к повышенной коррозии, а коррозия особенно пагубно влияет на контактные поверхности, соединяемые с шинами, переключателями и кронштейнами датчиков. Поэтому следующим этапом в развитии П-образных датчиков стал поиск других возможностей преодоления вибрации, не связанных с термообработкой.

Датчик с текстолитовой накладкой [7] схематически показан на рис. 5. В нем индикатор удара выполнен не из листовой стали, а в виде сравнительно толстой накладки из стеклотекстолита.

Датчик 1 имеет горизонтальную планку 1.4 и две вертикальные стойки 1.2 и 1.6. На горизонтальной планке 1.4 имеется накладка 2 из традиционного композиционного материала – стеклотекстолита марки СТЭФ, сочетающего влагостойкость и механическую прочность [9]. В накладке 2 толщиной 16 мм сделан паз 2.1 для размещения горизонтальной планки 1.4. Свободная часть паза 2.1 закрывается вставным элементом – вкладышем 3, толщина которого равна ширине паза (4 мм). Датчик [7] имеет два участка предполагаемого разрушения 1.5 на планке и по одному участку разрушения 1.3 на каждой стойке. Для повышения надежности электрической цепи на токопроводящих поверхностях 1.1 датчика 1 в местах электрического соединения с кронштейнами было нанесено антикоррозионное покрытие из олова.

Для обеспечения более высокой достоверности индикации ударов текстолитовая накладка 2 имеет дополнительное покрытие из двух термоусадочных пленок разного цвета, наложенных одна на другую. Благодаря этому текстолитовая накладка с пленочным покрытием датчика [7] имеет преимущество перед стальными накладками датчиков [3–6] в части наглядности и достоверности индикации удара. Кроме того, стеклотекстолитовая накладка помимо индикации удара выполняет функцию гашения вибраций, так как материал накладки стеклотекстолит СТЭФ имеет модуль упругости, равный $2,2 \cdot 10^4$ МПа [10], что на порядок меньше, чем модуль упругости стали 40ХН2МА [8].

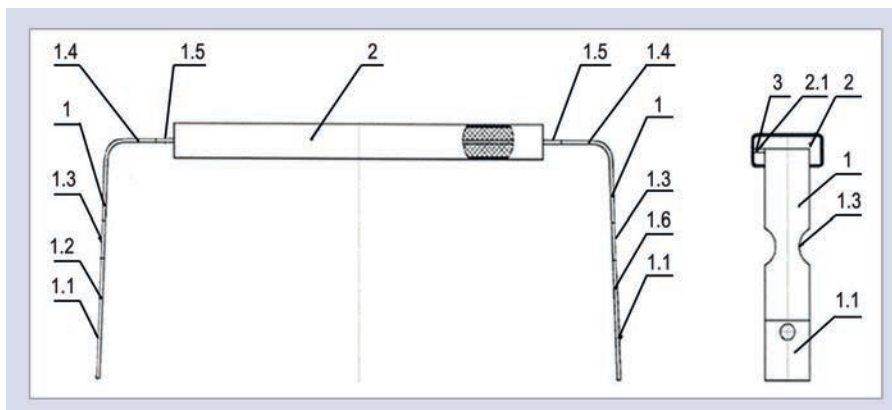


РИС. 5

В датчике [7] благодаря стеклотекстолитовой накладке достигнуто повышение срока службы за счет снижения вибраций от действия вынужденных колебаний, возникающих при прохождении подвижного состава.

Отличительные особенности и недостатки датчиков. Основные требования, предъявляемые к П-образным датчикам, состоят в определении факта схода колесной пары, включая критические нарушения нижнего габарита, и в индикации места удара по ширине рельсошпальной решетки. При этом должны быть обеспечены вибростойкость датчика и токопередача между его элементами. Индикация места удара в виде царапины или вмятины на накладке датчика позволяет определить, в какой из датчиков и в какую его часть пришелся удар волочащейся или свисающей детали, а также определить местоположение этой детали в плане рельсовой колеи.

П-образные датчики имеют простую конструкцию, малый вес и технологичны в изготовлении. Преимущество малого веса датчика состоит в том, что, если он будет вырван волочащимся предметом, то это не причинит значительного ущерба подвижному составу и инфраструктуре железной дороги. Для большей устойчивости П-образных датчиков их стойки имеют небольшой наклон и образуют угол 93° с планкой. Возможность изменения величины поперечного сечения на участках предполагаемого разрушения позволяет применять для создания П-образных датчиков стальные пластины различной ширины.

Участки предполагаемого разрушения на стойках датчика

созданы для их излома при ударе в горизонтальной плоскости волочащимися (свисающими) деталями, посторонними предметами или колесной парой. Нормируемое усилие разрушения П-образных датчиков при статическом воздействии в горизонтальной плоскости составляет 20–30 кН [7]. Таким образом, порог чувствительности к внешнему воздействию (при сопоставимых скоростях нагружения) снижен по сравнению с обычными датчиками разрушающегося типа (40–42 кН [1]) в 1,5–2 раза, что позволяет регистрировать удары критической силы в более широком диапазоне.

Участки предполагаемого разрушения на планке датчика предусмотрены для ее излома при вертикальном ударе, например, открепившимся грузом. Однако вероятность вертикального удара груза сверху по датчику ничтожно мала, так как УКСПС устанавливаются в рельсовый путь на большом расстоянии друг от друга (через 25 км). По этой причине участки разрушения на планке можно исключить без ущерба для функционального предназначения П-образных датчиков, что даст возможность увеличить длину накладки для максимального охвата планки.

Главным недостатком всех П-образных датчиков [3–7] является неполный излом пластины датчика на участках предполагаемого разрушения при сверхнормируемой силе удара, так как неполный излом не приводит к разрыву контрольной цепи и срабатыванию датчика.

Причина несрабатывания в этом случае состоит в следующем. Согласно положению физического материаловедения о

пластичности в металлах перед стадией разрушения существует стадия текучести, на которой металл претерпевает пластическую деформацию [11]. Свойства пластичности позволяют перераспределять локальные внутренние механические напряжения более равномерно по объему металлического объекта, что повышает порог его разрушения. В соответствии с этим энергия сверхнормируемой силы удара распределяется по нескольким участкам предполагаемого разрушения и всего лишь пластически деформирует (изгибает) датчик на нескольких участках, но не приводит к его полному излому. Реализация данной ситуации как раз и отвечает случаю несрабатывания датчика при сверхнормируемой силе удара, так как при отсутствии излома контрольная цепь не разрывается.

Противоречие между функцией срабатывания датчика при изломе в одном участке предполагаемого разрушения и возможностью пластической деформации сразу в нескольких местах может привести к пропуску аварийной ситуации. Разрешением этого противоречия могло бы стать сохранение в конструкции датчика только одного участка предполагаемого разрушения, или, по крайней мере, только двух

участков (по одному участку на каждой из двух стоек).

Другое противоречие в конструкции П-образных датчиков наблюдается между длиной накладки и наличием участков предполагаемого разрушения на планке. Из-за этого накладка не охватывает всю длину планки, вследствие чего индикация ударов на краях планки отсутствует.

Вследствие указанных противоречий сохраняется необходимость дальнейшего развития конструкции П-образных датчиков, в первую очередь с целью повышения надежности определения факта схода и индикации места удара. Для обеспечения условий достоверной регистрации излома количество участков разрушения в нем должно быть сведено к минимуму. В лучшем случае датчик должен иметь только один участок предполагаемого разрушения.

Однако поскольку в симметричной конструкции с двумя стойками это реализовать невозможно, то приоритетной задачей должно стать создание датчика только с одним участком разрушения на каждой стойке и с более протяженной виброгасящей накладкой для охвата большей длины планки.

Характеристики П-образных датчиков, их отличительные осо-

бенности и недостатки приведены в таблице.

Достоверность определения факта схода. Датчики с металлической накладкой и шестью участками предполагаемого разрушения (рис. 1 и рис. 2) имеют низкую достоверность определения факта схода из-за большой вероятности неполного излома при большом количестве участков разрушения. Датчики с четырьмя участками предполагаемого разрушения (рис. 3–5) имеют более высокую достоверность определения факта схода благодаря меньшей вероятности неполного излома при меньшем количестве участков разрушения (см. табл.).

Надежность индикации места удара. Все датчики со стальной накладкой (рис. 1–4) и с текстолитовой накладкой (рис. 5) не имеют индикации места удара на краях планки из-за короткой длины накладок. Датчики со стальной накладкой обладают недостаточной индикацией в средней части планки из-за того, что отпечаток или царапина от удара на поверхности стальной накладки малозаметны. Текстолитовая накладка датчика на рис. 5 обеспечивает более надежную индикацию удара в средней части за счет дополнительного пленочного покрытия (см. табл.).

Вибростойкость датчиков. Датчики (рис. 1–3), выполненные

Тип датчика	Участки предполагаемого разрушения	Отличительные особенности датчиков	Недостатки датчиков
Датчик со стальной накладкой и 6-ю участками разрушения (рис. 1, 2)	Два участка на каждой стойке и два участка на планке	Слабая индикация места удара в средней части планки	Низкая достоверность определения факта схода Отсутствие индикации места удара на краях планки Низкая вибростойкость
Датчик со стальной накладкой и 4-мя участками разрушения (рис. 3)	Один участок на каждой стойке и два участка на планке.	Повышенная достоверность определения факта схода Слабая индикация места удара в средней части планки	Отсутствие индикации места удара на краях планки Низкая вибростойкость
Датчик из вибростойкой стали со стальной накладкой и 4-мя участками разрушения (рис. 4)	Один участок на каждой стойке и два участка на планке	Повышенная достоверность определения факта схода Слабая индикация места удара в средней части планки Повышенная вибростойкость	Отсутствие индикации места удара на краях планки Коррозия из-за термообработки
Датчик с текстолитовой накладкой и 4-мя участками разрушения (рис. 5)	Один участок на каждой стойке и два участка на планке	Повышенная достоверность определения факта схода Надежная индикация места удара в средней части планки Высокая вибростойкость	Отсутствие индикации места удара на краях планки
Перспективный датчик с длинной композитной накладкой и двумя участками разрушения	По одному участку на каждой стойке	Высокая достоверность определения факта схода Надежная индикация места удара по всей длине планки Более высокая вибростойкость	Недостатки известных датчиков отсутствуют

из обычной стали, имеют низкую вибростойкость. Датчик из вибростойкой стали (рис. 4) имеет повышенную вибростойкость, но низкую токопередачу на контактных поверхностях из-за их коррозии вследствие термообработки. По сравнению с ним датчик со стеклотекстолитовой накладкой (рис. 5) имеет более высокую вибростойкость благодаря тому, что эта накладка обладает виброгасящими свойствами по сравнению со стальной пластиной из-за большой разницы модулей упругости между ними. Датчик с текстолитовой накладкой (рис. 5) обладает также более надежной токопередачей при отсутствии коррозии, вызываемой термообработкой (см. табл.).

Перспективный датчик. Из анализа приведенных в таблице отличительных особенностей и недостатков известных П-образных датчиков можно сформулировать следующие требования для создания более перспективного датчика схода.

В его конструкции должно быть минимальное число участков предполагаемого разрушения, а именно по одному участку на каждой из двух стоек. Это обеспечит определенность места разрушения и высокую достоверность определения факта схода. Для достижения надежной индикации места удара по всей длине планки необходимо увеличить длину накладки до максимально возможной и сохранить пленочное покрытие. Применение накладки

из современных композитных материалов [12] с еще меньшим модулем упругости, чем у стеклотекстолита, позволит обеспечить более высокую вибростойкость. Кроме того, более длинная композитная накладка будет в большей мере гасить вибрацию, чем короткая накладка. При внесении данных изменений недостатки известных датчиков (см. табл.) в новом П-образном датчике будут отсутствовать.

Предложенные меры по изменению конструкции позволяют повысить достоверность определения схода, надежность индикации удара и вибростойкость П-образных датчиков.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Красильников В.С. Датчики разрушающегося типа для определения схода подвижного состава // Автоматика, связь, информатика. 2025. № 3. С. 5–8. DOI: 10.62994/AT.2025.3.3.002. EDN: DDRURO.

2. Красильников В.С. Особенности применения цельнометаллических датчиков в УКСПС // Автоматика, связь, информатика. 2025. № 10. С. 10–13. DOI: 10.62994/AT.2025.10.10.002. EDN: MWELHK.

3. УКСПС-П – устройство контроля схода подвижного состава на дизлектрическом основании // URL: http://scbist.com/scb/uploaded/1056_ukspsp1.pdf?ysclid=lrupnhdsg_711298697.html (дата обращения 12.01.2026).

4. Пат. 165698 РФ, В61L 3/00, В61L 23/00. Устройство контроля схода подвижного состава / Фадеев В.С., Куренков В.И., Штанов О.В. и др.; патентообладатель ООО «Патентное бюро». № 2016121644/11; заявл. 01.06.16; опубл. 27.10.16; Бюл. № 30. 9 с.

5. Техничко-нормировочная карта № ТНК ЦШ 0504-2020. Устройство контроля схода подвижного состава (УКСПС). Проверка состояния несущей конструкции и контрольного устройства УКСПС : утв. ЦДИ ОАО «РЖД» 22.04.2020.

6. Устройство контроля схода подвижного состава на полимерном основании (УКСПС-ПМ исполнение 02) // Научно-технологический центр – Информационные технологии : сайт. 2009. URL: <https://ntc-infotech.com/products/ustroystvo-kontrolya-shoda-podvizhnogo-sostava-02> (дата обращения 23.03.2026).

7. Пат. 180514 РФ, В61L 23/26. Датчик устройства контроля схода подвижного состава / Фадеев В.С., Куренков В.И., Штанов О.В. и др. // Патентообладатель ООО «Патентное бюро». № 2016132173; заявл. 04.08.16; опубл. 14.06.18; Бюл. № 17; 8 с.: ил.

8. Сталь 40ХН2МА: описание, свойства и применение // СтальТрейд : сайт. URL: <https://stizh.com/spravochnik/marka-stali-40xn2ma> (дата обращения 11.03.2026).

9. ГОСТ 12652-74. Стеклотекстолит электротехнический листовой. Технические условия. Введ. 01.01.1976. Изм.01.04.2008. М.: Стандартинформ, 2008.

10. Механические свойства стеклотекстолитов, текстолитов, гетинаксов // ПЕНТАН: сайт. <https://pentan.ru/articles/properties-electrical-textolite/> (дата обращения 18.03.2026).

11. Физическое материаловедение. Т. 1. Физика твердого тела : учебник / под ред. Б.А. Калина. М.: МИФИ, 2007. 636 с.

12. Красильников В.С. Полимерные и композиционные материалы: учебное пособие / Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде. Нижний Новгород, 2023. 50 с.

30 ЛЕТ

700+
Станций

15000+
Стрелок

1520 СИГНАЛ

Создаем Цифровое Будущее

Москва, ул. Петушки Бабушкина, вл. 1, стр. 2
Тел.: +7 (495) 901-15-20
www.1520signal.ru

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЗОНЕ ДЕФЕКТОВ РЕЛЬСОВ



МОГИЛЬНИКОВ
Юрий Валерьевич,
Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», старший преподаватель, г. Екатеринбург, Россия



ПАРАНИН
Александр Викторович,
Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра «Электроснабжение транспорта», доцент, канд. техн. наук, г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: дефекты в рельсах, моделирование магнитного поля, метод конечных элементов, тяговый ток, индукция магнитного поля, положение датчика над головкой рельса

Аннотация. В статье рассматривается возможность обнаружения дефектов в рельсах по изменению индукции магнитного поля, создаваемого обратным тяговым током при различных эксплуатационных параметрах. Путем моделирования методом конечных элементов выполнен анализ влияния эксплуатационных параметров на изменения индукции магнитного поля в зоне дефекта. В качестве таких параметров рассматривались: величина тягового тока, местоположение измерительного датчика в вертикальной и горизонтальной плоскости над головкой рельса при различных дефектах рельса.

■ Общеизвестно, что рельсовые цепи в контрольном режиме способны обнаруживать излом только при полном нарушении электрической целостности рельса. Частичное разрушение рельса не препятствует протеканию сигнального тока, а значит эффективность и целесообразность контрольного режима работы рельсовых цепей весьма сомнительна [1, 2, 3]. Низкая периодичность проведения неразрушающего контроля рельсов средствами дефектоскопии, существующая вероятность пропуска дефектов и недостаточная обнаруживаемость дефектов в подошве рельсов обуславливают происходящие на сети дорог изломы [4, 5]. Таким образом, необходим новый подход к неразрушающему контролю с целью диагностирования дефектов в

рельсах на ранних стадиях, позволяющий повысить периодичность проверки и предупреждать появление изломов в рельсах.

Предлагаемая методика основана на оценке изменения индукции магнитного поля, создаваемого обратным тяговым током в зоне дефекта [6]. Для этого проводилось моделирование данного процесса с применением метода конечных элементов в программе Comsol Multiphysics.

Вся геометрия расчетной области представляет собой цилиндр, состоящий из трех подобластей: грунт, рельс и воздух (рис. 1). Рельс выполнен в реальном масштабе, соответствующем геометрии рельса марки Р65. Материал рельса – рельсовая сталь.

Распределение плотности тока по сечению рельса

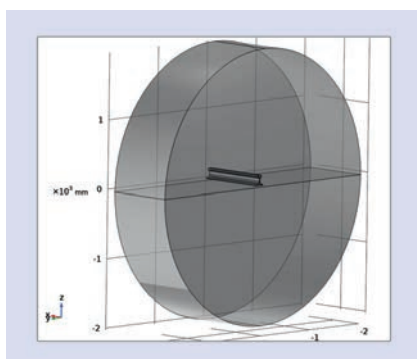


РИС. 1

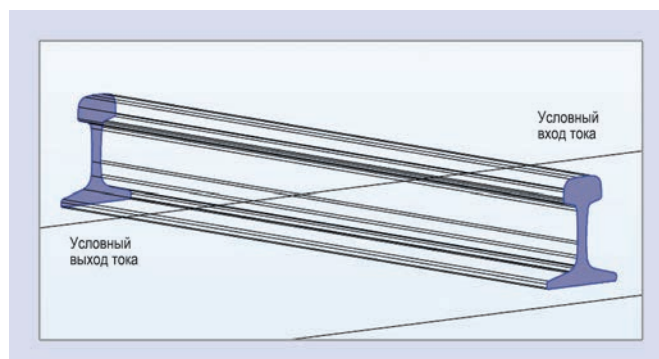


РИС. 2

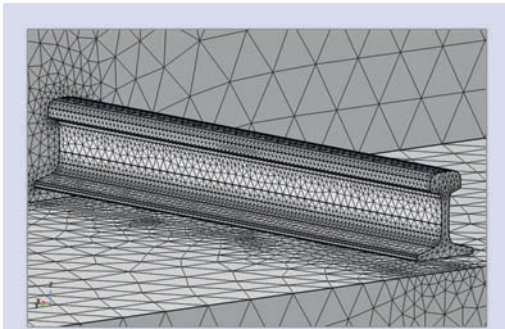


РИС. 3

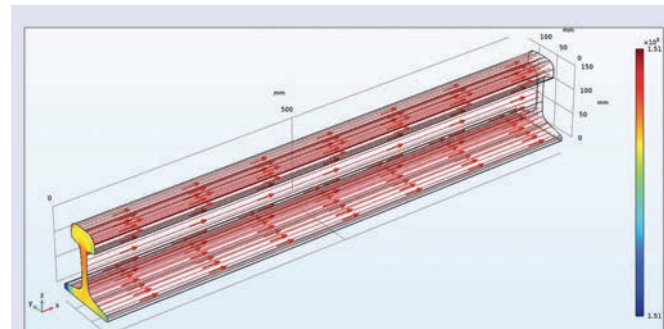


РИС. 4

определяется автоматически. Торцевые грани рельса являются условными входом и выходом тока и совпадают с торцами цилиндра (рис. 2).

Расчет методом конечных элементов предполагает построение конечно-элементной расчетной сетки для дискретизации частных дифференциальных уравнений по пространству. Для более точных расчетов геометрия рельса разбита нерегулярной сеткой, состоящей из тетраэдров. Вблизи мелких деталей сетка сгущена (рис. 3). Для решения используется итеративный решатель.

В качестве типового случая в программе Comsol Multiphysics был смоделирован рельс Р65 длиной 1 м, по которому протекает постоянный обратный тяговый ток. Распределение тока внутри рельса в виде линий тока со стрелками на примере исправного рельса показано на рис. 4. Из данных результатов можно сделать вывод, что для исправного рельса распределение тока в сечении по всей длине остается равномерным. Нет искривлений линий тока.

Результат изменения индукции магнитного поля вдоль исправного рельса на расстоянии 2 мм над уровнем головки рельса точно по его оси, полученный при моделировании, показан на рис. 5. Из него видно, что индукция магнитного поля вдоль исправного рельса остается постоянной. Резкие, но малые по амплитуде скачки на данном графике объясняются дискретностью конечно-элементной сетки. Это, по сути, численный «шум», присущий всем сеточным методам.

По результатам анализа статистики дефектов в рельсах [5] были установлены наиболее часто встречающиеся. К ним относятся трещины в головке рельса, в шейке рельса и трещины коррозионного происхождения в подошве рельса (дефекты 21.2, 65.2 и 69.2). Все данные дефекты были смоделированы в программе Comsol Multiphysics по аналогии с рассмотренным случаем с исправным рельсом. Все данные дефекты вызывают искажение линий тока внутри рельса и соответственно локальное изменение индукции магнитного поля вблизи [6].

В реальных условиях эксплуатации существует много изменяющихся факторов, способных повлиять на качество измерения и объективность результатов. Для выявления дефектов в рельсах предлагается оборудовать локомотивы датчиками, измеряющими магнитное поле, создаваемое обратным тяговым током [6].

При измерении индукции магнитного поля, создаваемого обратным тяговым током, такими изменяющимися параметрами являются величина тягового тока, зависящая от профиля пути и направления

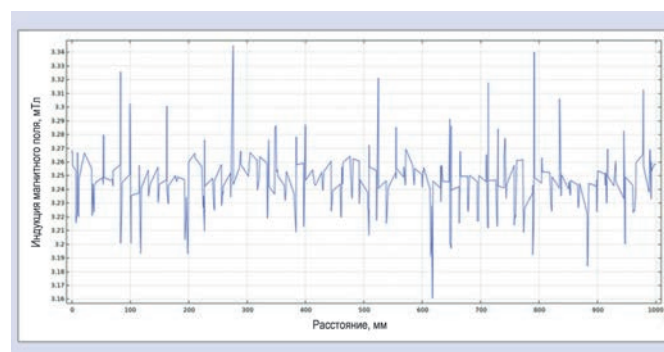


РИС. 5

движения поездов, а также их массы. Измерение индукции магнитного поля не может осуществляться на одном постоянном расстоянии от головки рельса и строго по его оси, так как вследствие галоупирования при движении поезда и движения в кривых, особенно с малым радиусом, возможно изменение положения точки измерения, как вертикально, так и горизонтально, относительно центра головки рельса. Изменение этих параметров нужно учитывать при дальнейшем исследовании.

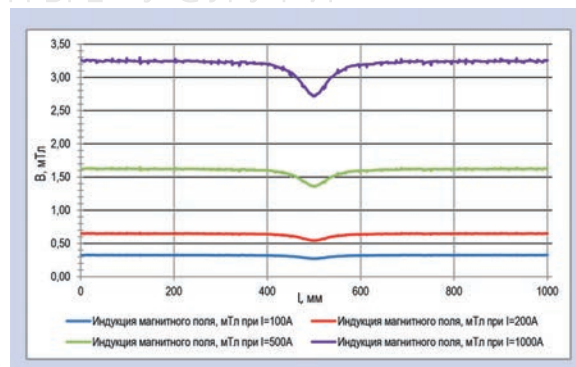


РИС. 6

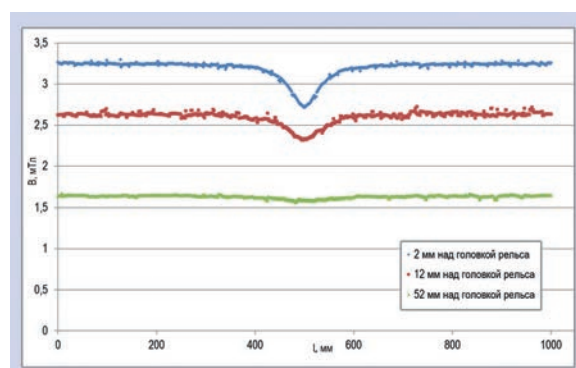


РИС. 7

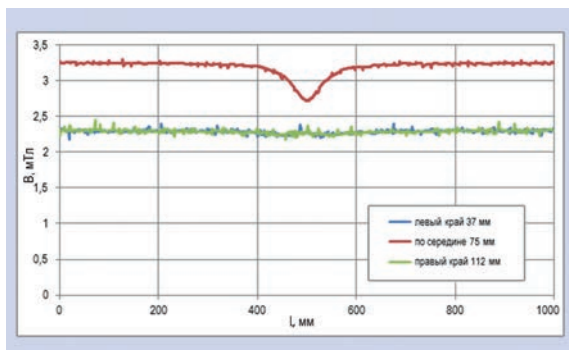


РИС. 8

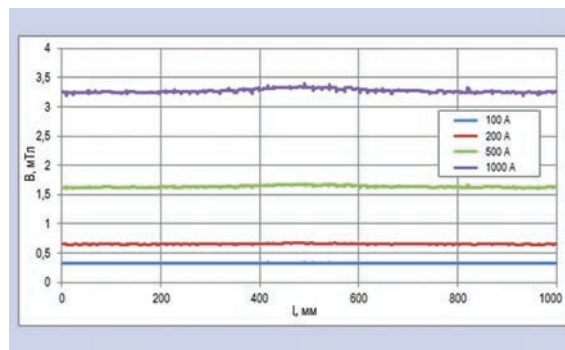


РИС. 9

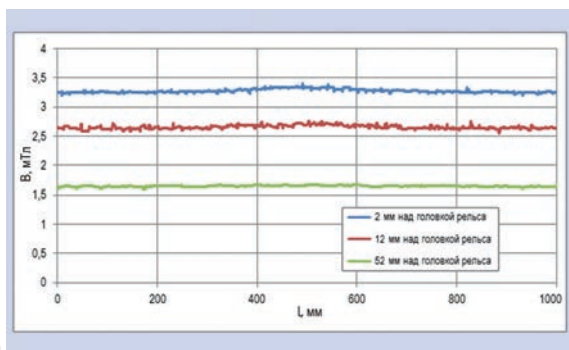


РИС. 10

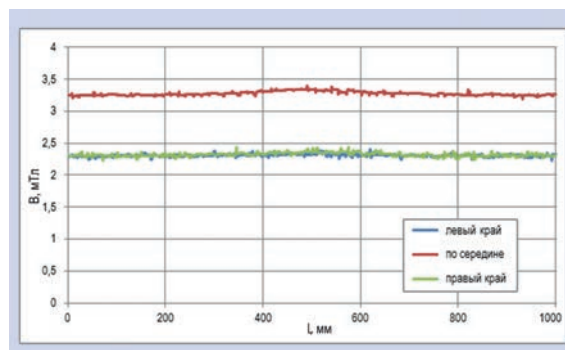


РИС. 11

Рассмотрим изменение индукции магнитного поля с поперечным дефектом в головке рельса. При моделировании величин тягового тока устанавливали 100, 200, 500 и 1000 А. Результаты представлены на рис. 6.

Для оценки влияния изменения положения точки измерения индукции магнитного поля было смоделировано три положения: 2, 12 и 52 мм над головкой рельса (датчик по оси рельса). Результаты измерений приведены на рис. 7.

Для анализа влияния горизонтального смещения точки измерения от центра головки рельса было смоделировано три положения: по левому краю, по центру и правому краю.

Результаты измерения индукции магнитного поля при тяговом токе 1000 А при поперечном дефекте в головке рельса и различных точках измерения при смещении по горизонтали относительно оси рельса представлены на рис. 8.

Аналогично выполнено моделирование и при других дефектах. Установлено, что в зоне наименее обнаруживаемого дефекта в подошве рельса происходит незначительное изменение индукции магнитного поля (рис. 9–11). Это связано с дополнительным увеличением расстояния от датчика до местоположения дефекта в подошве, обусловленным высотой самого рельса.

С применением программы моделирования мультифизических процессов Comsol Multiphysics установлено изменение индукции магнитного поля в зоне дефекта в рельсах. По графику индукции магнитного поля можно судить о расположении дефекта в профиле рельса. На величину индукции магнитного поля кроме вида дефекта влияют рассмотренные эксплуатационные факторы. Наиболее существенное влияние оказывает величина тягового тока в рельсе. Также влияет вертикальное и горизонтальное изменение расположения датчика относительно оси и головки рельса. Чем больше величина тягового тока и ближе датчик расположен к

головке рельса и оси, тем больше изменение величины индукции магнитного поля в зоне дефекта.

Измерение индукции магнитного поля, создаваемой обратным тяговым током, возможно установкой датчиков на тележке локомотива, чтобы они были как можно ближе к головке рельса и его оси. Для обнаружения дефектов в подошве рельса необходима дополнительная обработка сигналов, полученных с датчиков, так как изменение индукции магнитного поля незначительное.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Попов П.А. Возможна ли жизнь без рельсовой цепи? // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 2. С. 28–29. EDN: YVYPUT.
2. Балуев Н.И. Рельсовые цепи — вчера, сегодня, завтра... // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 2. С. 30–31. EDN: YVYPVB.
3. Попова М.Л., Бушуев С.В., Попов А.Н. Анализ влияния эксплуатационных параметров на образование дефектов и изломов с целью внедрения альтернативных систем контроля свободности участков пути // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 6. С. 34–46. EDN: ZEVBWL.
4. Могильников Ю.В. Оценка эффективности рельсовых цепей и средств дефектоскопии при выявлении изломов и дефектов рельсов. Транспорт Урала. 2019. № 3 (62). С. 64–67. EDN: VVZTIJ.
5. Могильников Ю.В. Статистика изломов на сети железных дорог России и новый подход к обнаружению дефектов в рельсах. Транспорт Урала. 2025. № 2 (85). С. 108–111. EDN: CXOCZW.
6. Mogilnikov Yu.V., Dubrov I.A., Pararin A.V. Investigation of the change in the magnetic field around the rails when defects appear in them // International Scientific and Practical Conference «Railway Transport and Technologies» (RTT-2021): conference materials. AIP PUBLISHING, 2023. Vol. 2624, Iss. 1. P. 020027. EDN: DRNLCF.
7. Патент № 2834398 РФ, G01N 27/83. Способ обнаружения изломов и дефектов в рельсах / Могильников Ю.В.; патентообладатель УрГУПС. № 2024117483; заявл. 24.06.2024; опубл. 07.02.2025; Бюл. № 4.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРКОНОВЫХ ДАТЧИКОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СЕМИПРОВОДНОЙ СХЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ СТРЕЛКОЙ



ПУЛЬТЯКОВ
Андрей Владимирович,
Иркутский государственный
университет путей сообщения,
заведующий кафедрой
«Автоматика, телемеханика
и связь», канд. техн. наук,
г. Иркутск, Россия



МЕНАКЕР
Константин Владимирович,
Забайкальский институт
железнодорожного транспорта –
филиал ИрГУПС, кафедра
«Электроснабжение», доцент,
канд. техн. наук, г. Чита, Россия



ВОСТРИКОВ
Максим Викторович,
Забайкальский институт
железнодорожного транспорта –
филиал ИрГУПС, кафедра
«Электроснабжение», доцент,
канд. техн. наук, г. Чита, Россия

Ключевые слова: стрелочный электропривод, стрелка, геркон, датчик, автопереключатель, автоматизированная семипроводная схема управления стрелкой, безопасность движения поездов

Аннотация. Магнитоуправляемые герконовые датчики контроля положения стрелки (ДМГ) в свое время стали достойной альтернативой автопереключателю контактного типа стрелочного электропривода СП-6М. Модификация стрелочного электропривода на основе датчиков ДМГ получила обозначение СП-6МГ, и они стали массово внедряться на сети железных дорог РФ. Предполагалось, что надежность и долговечность электроприводов СП-6МГ будет значительно выше традиционных СП-6М за счет использования бесконтактных контрольных устройств [1]. Однако инцидент, произошедший в июне 2022 г. на станции Андриановская Восточно-Сибирской дороги, связанный со свариванием контактов герконов и ложным контролем положения стрелки, привел к необходимости замены стрелочных электроприводов СП-6МГ на электроприводы СП-6М с автопереключателями [2]. В массовом количестве стрелочные электроприводы СП-6МГ были отправлены на хранение и последующую разборку. В статье представлены результаты исследований, которые показывают, что данные электроприводы могут быть с успехом использованы в составе автоматизированной семипроводной схемы управления стрелкой в системах МПЦ-ЭЛ без снижения уровня безопасности движения поездов.

■ Низкая надежность автопереключателя стрелочного электропривода СП-6М всегда была актуальной темой для изучения. В работе [3] для дополнительного контроля фактического перевода стрелочного электропривода СП-6М предлагалось использовать датчики Холла, устанавливаемые в зоне расположения шиберной

шестерни главного вала. Однако при использовании такого подхода низкая надежность механизма автопереключателя и необходимость его обслуживания сохраняются.

В электроприводе СП-6МТ в качестве автопереключателя установлены бесконтактные датчики трансформаторного типа ДБА, которые применяются в горочных

электроприводах СПГБ-4М [1]. Надежность этих датчиков исчисляется в 1 млн срабатываний. Существует мнение о возможности наведения напряжения на сигнальных обмотках данных датчиков при их установке в зоне действия электромагнитного влияния контактной сети. Магнитоуправляемые датчики ДМГ, выполненные на

в плюсовое положение оказались в «мертвой точке» (оба разомкнуты). На клеммы логического разрешения работы электродвигателя поступает сигнал о запрете его вращения. Стрелочный электропривод № 2 останавливается в промежуточном (ближе к минусовому) положении.

Контакты герконов контрольной группы плюсового положения стрелки № 2 оказываются в промежуточном полупротянутом положении. Между контактами возникает электрический пробой, который приводит к их свариванию. Стрелка № 2 получает плюсовый контроль. Таким образом, установка двух герконов в цепи логического разрешения вращения электродвигателя привела к случившемуся инциденту.

Проведенные исследования показали, что несмотря на выявленные недостатки датчиков ДМГ и демонтаж стрелочных электроприводов СП-6МГ в дальнейшем возможен их возврат в составе автоматизированной семипроводной схемы управления стрелкой.

В семипроводной схеме управления стрелкой рабочие и контрольные жилы физически разделены (рис. 3). Причем рабочие жилы по фазам 1Ф и 2Ф коммутируются симисторами, а реверс электродвигателя переменного тока осуществляется чередованием указанных фаз с помощью контактов безопасных реле КЗ-К6.

В схеме управления стрелкой отсутствует необходимость использования герконов датчиков ДМГ в коммутации рабочей цепи, отличающейся протеканием значительных пусковых и рабочих токов электродвигателя. Коммутация контрольной цепи схемы управления стрелкой характеризуется пониженными (хотя и длительными по времени) значениями действующих токов.

Герконы магнитоуправляемых датчиков ДМГ успешно справляются с коммутацией контрольной цепи семипроводной схемы управления стрелкой. Для повышения надежности и безопасности работы схемы можно дополнительно использовать высвободившиеся герконы с рабочих групп. Исключение опасных отказов, связанных с возможным свариванием контактов герконов, обеспечит имеющийся в автоматизированной семипроводной схеме управления стрелкой схемный контроль состояния линейных цепей Л4-Л6 и Л5-Л7.

В работе [7] была подробно проанализирована семипроводная схема управления стрелкой системы МПЦ-ЭЛ. Схема представлена управляющей платой МПК стрелочного объектного контроллера и одной или двумя силовыми платами МУЭП [8]. Рабочая цепь схемы представляет собой трехфазную цепь, состоящую из трех предохранителей номиналом 6,3 А, двух симисторов VS1

и VS2, коммутируемых фазы 1Ф и 2Ф и управляемых через оптогальванические элементы U1 и U2, контактов безопасных реле КЗ-К6, ответственных за реверс электродвигателя, блока контактов стрелочного электропривода и обмоток электродвигателя (см. рис. 3). Таким образом, эта цепь коммутируется собственными элементами, входящими в состав силовой платы и не зависит от положения контактов автопереключателя или датчиков ДМГ стрелочного электропривода.

Контрольная цепь семипроводной схемы управления стрелкой состоит из понижающих трансформаторов Т1 и Т2, на первичные обмотки которых подается напряжение 220 В, источника постоянного напряжения 5 В, полярных конденсаторов С18, С24, с которых снимается контрольное напряжение, восьми транзисторных оптопар, четырех контрольных жил Л4-Л7 (рис. 4). Контрольные жилы Л5-Л7 или Л4-Л6 (в зависимости от положения стрелки) контактами автопереключателя попарно замыкаются на диодный резистивный блок (БДР) [7]. На БДР нагружена контрольная пара Л5-Л7, а вторая контрольная пара Л4-Л6 работает в режиме холостого хода (см. рис. 3).

Однополупериодный выпрямленный сигнал наводит на конденсаторе С18 полярное напряжение. Конденсатор С18 разряжается через диоды транзисторных оптопар

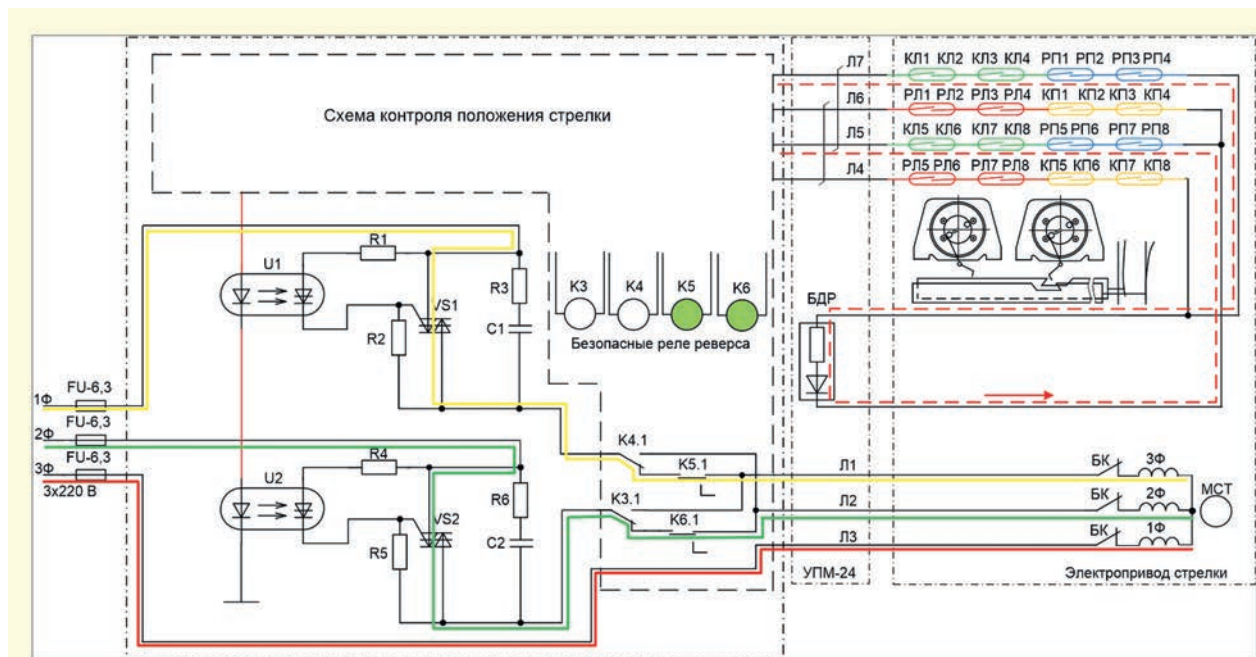


РИС. 3

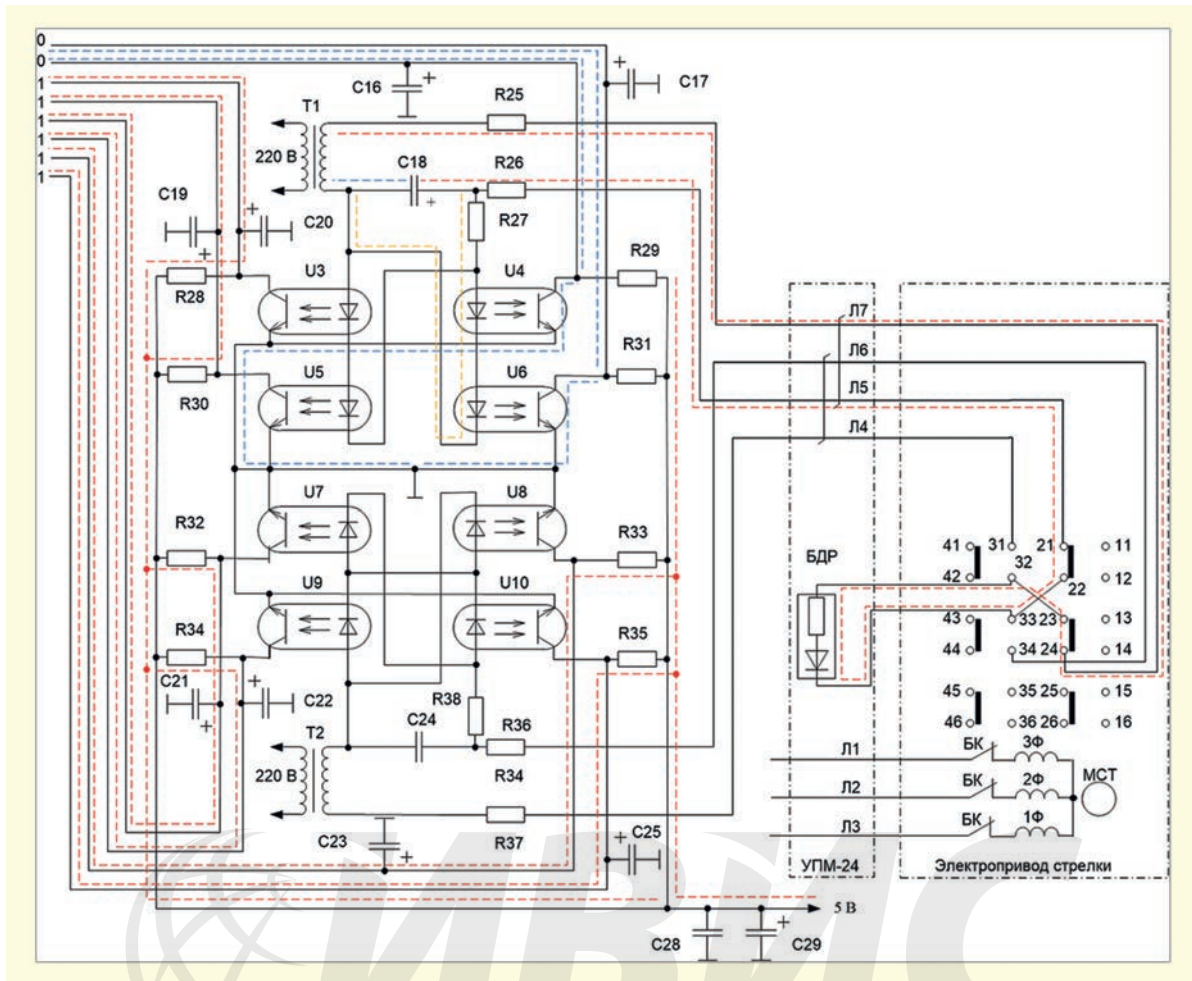


РИС. 4

U4 и U6. Две из шести оптопар открываются, и нулевой потенциал с источника постоянного напряжения образует сигнал логического «0» на входе анализируемой схемы. Остальные оптопары закрыты и сигнал логической «1» через резисторы R28, R30, R32, R34, R33, R35 поступает на вход анализируемой схемы. Таким образом, при плюсовом положении стрелки формируется контрольный сигнал 11111100.

При минусовом положении стрелки, нагруженной на БДР, оказывается линейная пара Л4-Л6.

Полярное напряжение наводится на конденсаторе C24, и конденсатор разряжается через оптопары U8, U10. Оптопары открываются, и нулевой потенциал через открытые транзисторы образует сигнал логического «0» на двух крайних входах анализируемой схемы. Оставшиеся оптопары в данный момент времени закрыты и через резисторы R28, R30, R32, R34, R29, R31 потенциал 5 В образует уровень логической «1» на шести других входах схемы. Таким образом, при минусовом положении

стрелки формируется контрольный сигнал 00111111.

При замене стрелочного электропривода СП-6М на электропривод с магнитоуправляемыми герконовыми датчиками ДМГ коммутация БДР к той или иной паре контрольных жил семипроводной схемы управления стрелкой будет осуществляться уже не контактами автопереключателя, а герконами. Внешний вид и конструктив датчиков ДМГ представлен на рис. 5.

Каждый датчик ДМГ состоит из двух групп герконов по четыре в каждой и поворотного ротора в виде профильного постоянного магнита [9]. При повороте роторов датчиков в одну сторону замыкаются четыре геркона рабочей цепи РЛ датчика левого положения и четыре геркона контрольной цепи КП датчика правого положения. При повороте роторов датчиков в другую сторону наоборот замыкаются четыре геркона рабочей цепи РП датчика правого положения и четыре геркона контрольной цепи КЛ датчика левого положения (рис. 6).



РИС. 5

Для повышения надежности семипроводной схемы управления стрелкой предлагается использовать все шестнадцать герконов датчиков ДМГ для коммутации контрольных жил Л4, Л5, Л6, Л7, поскольку необходимость в коммутации рабочих жил в указанной схеме отсутствует. Предлагаемая схема соединений представлена на рис. 3.

Последовательное соединение восьми герконов в каждой паре жил Л4-Л6, Л5-Л7 контрольной цепи по четыре с каждого датчика ДМГ значительно снижает вероятность сваривания контактов и ложный контроль стрелки, однако не может исключить данный опасный отказ полностью. Исключение опасного отказа такого рода возможно за счет наличия в автоматизированной семипроводной схеме управления стрелкой двух независимых цепей контроля, выполненных на трансформаторах Т1 и Т2, полярных конденсаторах С18, С24 и двух комплектах оптопар. Проанализируем функционирование цепи контроля при одновременном сваривании герконов в линейных проводниках Л4-Л6 и Л5-Л7 (рис. 7).

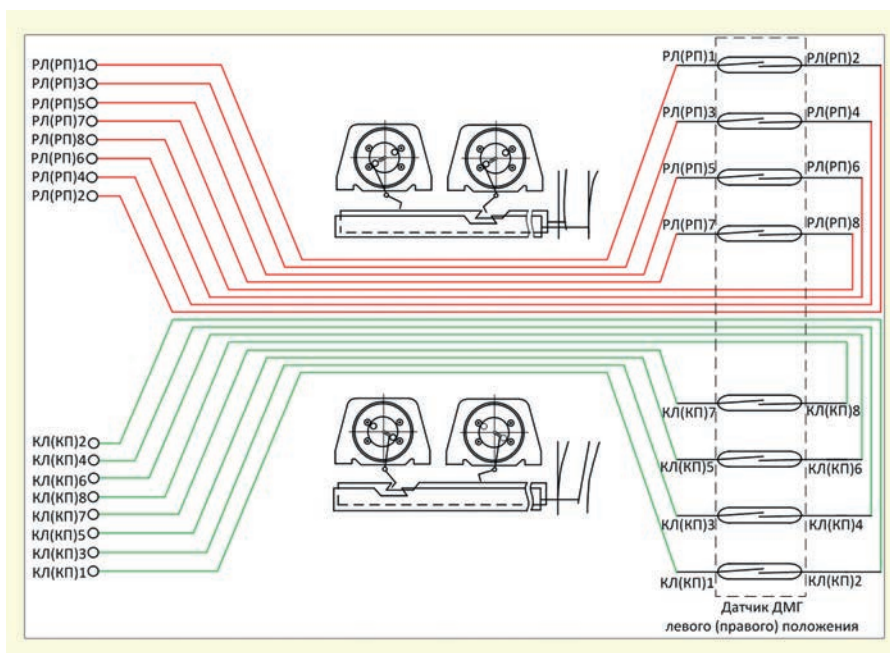


РИС. 6

При сваривании контактов герконов, например в линейной цепи Л5-Л7, и переводе стрелки в минусовое положение активными станут обе цепи (Л5-Л7 и Л4-Л6). В этом случае контрольный сигнал примет вид 00111100, что будет

свидетельствовать об опасном отказе. Данная стрелка, как объект управления и контроля МПЦ-ЭЛ, уйдет в защитное состояние и маршрут задан не будет [10].

Результаты моделирования контрольной цепи в программном

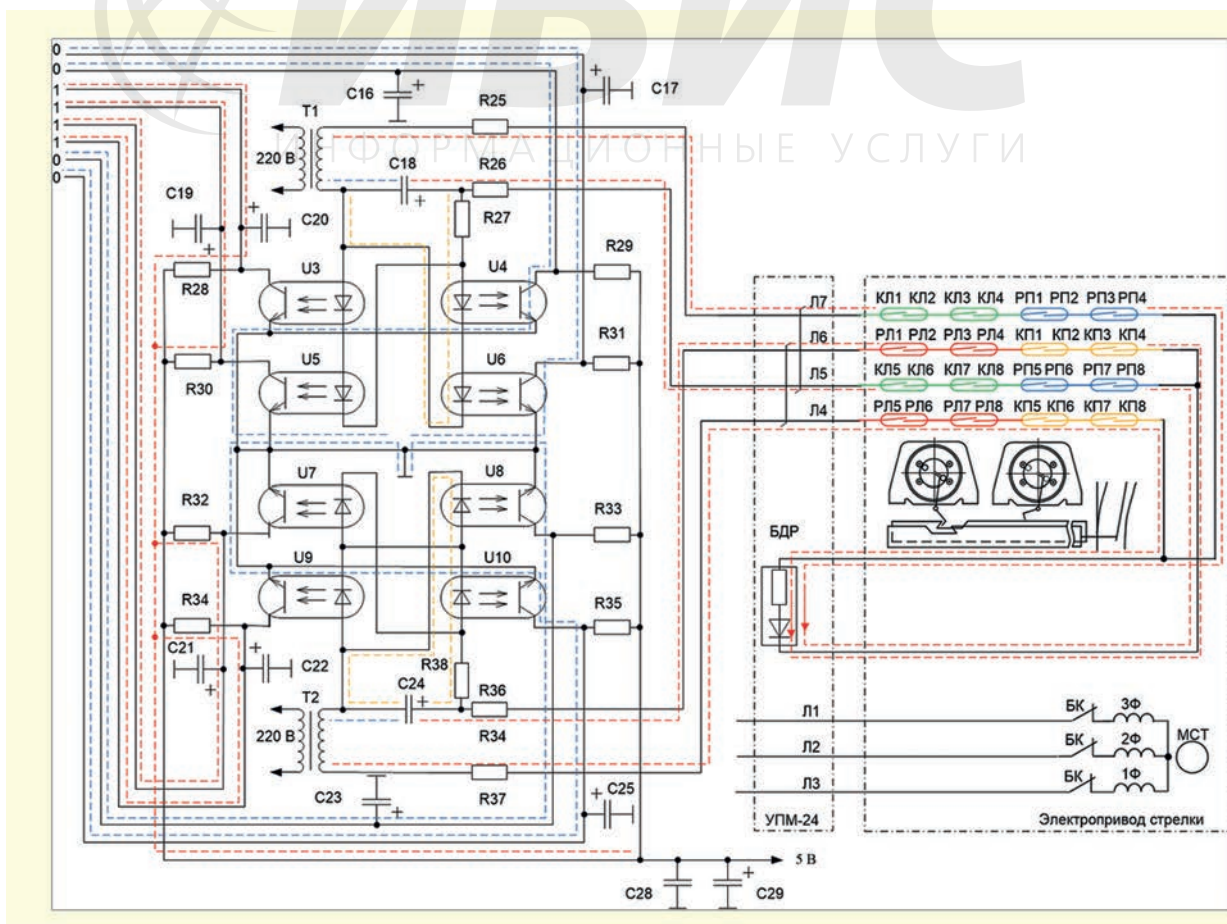


РИС. 7

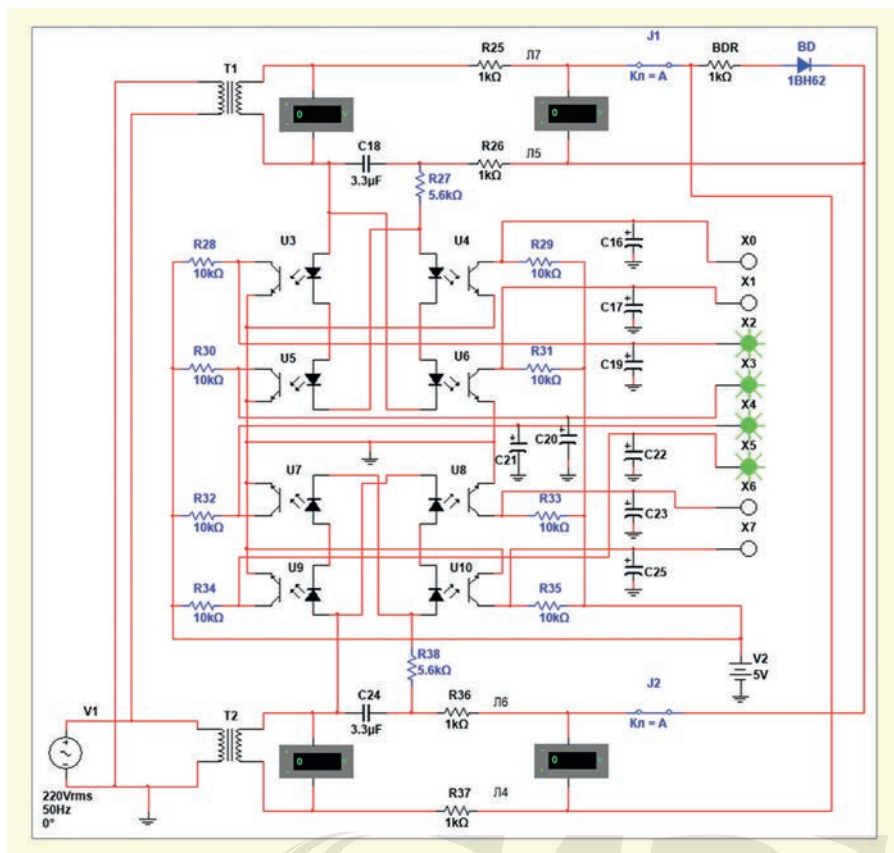


РИС. 8

комплексе Multisim 14.0 подтверждают сделанные аналитические выводы. Контрольная цепь семипроводной схемы управления при одновременном замыкании линейных проводов Л4-Л6, Л5-Л7 на БДР представлена на рис. 8.

Таким образом, схемные решения автоматизированной семипроводной схемы управления стрелкой позволяют обнаружить всевозможные опасные отказы, связанные с маловероятным событием одновременного сваривания четырех контактов герконов в одной из двух пар жил контрольной цепи, соответствующей одному положению стрелки и фактическом нахождении стрелки в противоположном положении.

Подводя итоги проведенного исследования следует отметить, что стрелочные электроприводы СП-6МГ с магнитоуправляемыми герконовыми датчиками могут с успехом быть использованы в составе автоматизированной семипроводной схемы управления стрелкой МПЦ-ЭЛ. Около 40 % отказов стрелочных электроприводов СП-6МГ приходится на неисправности, связанные с автопереключателями контак-

ного типа [11]. Датчики ДМГ являются малообслуживаемыми, отличаются высокой стойкостью к влиянию механических и климатических воздействий. Это позволит не только включить в работу списанные и приготовленные к разборке сотни электроприводов СП-6МГ, но и значительно повысить надежность станционных устройств, существенно сократить расходы на техническое обслуживание и эксплуатацию напольных устройств.

Данный подход показывает, что элементы железнодорожной автоматики и телемеханики, не прошедшие по безопасности в составе одних устройств и схем, могут быть успешно применены в составе других. А это исключительно важно для соблюдения условий и требований, предъявляемых к эксплуатации элементов, приборов и напольных устройств ЖАТ в части надежности, долговечности и ремонтпригодности на всех этапах их жизненного цикла.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пензев П.В. Стрелочные электроприводы с бесконтактными автопереключателями // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 8. С. 7–8.

2. Щербаков Е. Спас «Ермак» от столкновения» // Гудок. 2022. № 115. 2 полоса.

3. Кузин, М.В. Разработка устройства контроля фактического перевода стрелочного электропривода систем электрической централизации железнодорожных станций / М.В. Кузин, М. Э. Скоробогатов, В.А. Алексеев // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. – 2023. – № 1(17). – С. 18–26. – DOI 10.26731/2658-3704.2023.1(17).18–26.

4. Техническое заключение о результатах расследования комиссией ОАО «РЖД» нарушения безопасности движения, допущенного 22.06.2022 г. на железнодорожной станции Андриановская Улан-Удэнского территориального управления Восточно-Сибирской железной дороги.

5. О применении стрелочного электропривода СП-6МГ с системой МПЦ-ЭЛ и EbiLock-950 : указания Росжелдорпроекта №1247/1925 от 07 декабря 2017 г.

6. Усовершенствование схемы блока управления электродвигателя малогабаритного стрелочного универсального / К.В. Менакер, А.В. Пулятков, М.В. Востриков, А.В. Орлов // Автоматика на транспорте. 2023. Т. 9, № 4. – С. 313-323. EDN: XGLHXP.

7. Эдих Д.А., Демидов Е.В. Семипроводная схема управления электроприводом // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 2. С. 10–13. DOI: 10.34649/AT.2022.2.2.002

8. Никитин, А.О. Стрелочный объектный контроллер / А.О. Никитин // Наука и образование: прошлое, настоящее и будущее: Сборник статей IV международной студенческой научно-практической конференции, Воронеж, 23 сентября 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2022. – С. 24–26.

9. Усовершенствование пятипроводной схемы управления стрелкой за счет применения ДБА. Савченко П.В., Пулятков А.В., Менакер К.В., Востриков М.В., Бессараб Н.П. // Автоматика, связь, информатика. 2025. № 2. С. 12–17. DOI: 10.62994/AT.2025.2.2.003

10. Володарский, В.А. Исследование надежности постовых устройств МПЦ EbiLock 950 / В.А. Володарский // Автоматика на транспорте. – 2017. – Т. 3, № 4. – С. 477–490.

11. Дидух, Д.Р. Возможность повторного ввода в эксплуатацию стрелочных электроприводов СП-6МГ / Д.Р. Дидух // Молодежная наука: Труды XXVIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Красноярск, 25 апреля 2024 года. – Красноярск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 50–54.

ЗАЩИТА ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ОТ КРИТИЧЕСКИХ ИЗГИБОВ В МУФТАХ



ДАШКОВ
Михаил Викторович,
Поволжский государственный
университет телекоммуника-
ций и информатики, кафедра
«Линии связи и измерения в
технике связи», заведующий
кафедрой, доцент, канд. техн.
наук, г. Самара, Россия



ПОПОВ
Борис Владимирович,
Поволжский государственный
университет телекоммуника-
ций и информатики, кафедра
«Линии связи и измерения в
технике связи», профессор,
канд. техн. наук, г. Самара,
Россия



ПОПОВ
Виктор Борисович,
Поволжский государственный
университет телекоммуника-
ций и информатики, кафедра
«Линии связи и измерения
в технике связи», профессор,
канд. техн. наук, г. Самара,
Россия



АЛЕХИН
Иван Николаевич,
Поволжский государственный
университет телекоммуника-
ций и информатики, Кол-
ледж связи, преподаватель,
доцент, канд. техн. наук,
г. Самара, Россия

Ключевые слова: оптическое волокно, оптический кабель, оптическая муфта, изгибы, перепады температуры, деградация параметров передачи

Аннотация. В процессе эксплуатации подвесных волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) в регионах, для которых характерны значительные сезонные перепады температуры, может возникать «выдавливание» волокна из кабеля в оптические муфты. Данное явление обусловлено значительной разностью температурных коэффициентов линейного расширения материалов конструктивных элементов ВОК, вследствие чего наблюдаются относительные перемещения ОВ в оптических модулях. При этом в кассете муфты могут возникать изгибы волокна с недопустимо малым радиусом, приводящие к ухудшению параметров передачи и увеличению механических напряжений в ОВ. В статье дано описание способов монтажа ВОК в муфтах, исключающих возникновение изгибов с недопустимо малым радиусом.

■ Одной из критических проблем, возникающей в процессе технической эксплуатации подвесных волоконно-оптических кабелей (ВОК) в районах с сезонными перепадами температуры, является процесс «выдавливания» оптических волокон (ОВ) в кассетах оптических муфт [1–3]. Основная причина состоит в различии температурных коэффициентов линейного расширения (ТКЛР) конструктивных элементов ВОК. В частности, кварцевое волокно имеет наименьший коэффициент ТКЛР по сравнению с полимерными материалами, а у гидрофобного геля он, как правило, на два порядка выше [4]. Вследствие этого при отрицательных температурах линейные размеры силовых элементов и оболочек ВОК уменьшаются сильнее, чем ОВ. Внутри кабеля создается избыточное давление, которое стремится вытолкнуть ОВ на концах строительных длин в оптические муфты. Например, в процессе эксплу-

атации подвесного ОК при значительных суточных колебаниях температуры через 1–2 месяца из его модульной трубки в муфту может выходить до 50 мм волокна [1].

Это – необратимый процесс, поскольку при увеличении температуры окружающей среды после зимнего периода ОВ может не вернуться в исходное положение из-за пластичности гидрофобного геля и силы трения. Более того, данный процесс имеет накопительный эффект вследствие совокупного воздействия таких факторов как произвольная траектория изгиба ОВ на кассете и зависимость вязкости гидрофобного заполнителя от температуры. В результате при циклических сезонных изменениях температуры в кассетах муфт могут наблюдаться изгибы ОВ с недопустимо малым радиусом. При этом ухудшаются параметры передачи оптического тракта, вызванные приростом затухания, а также

возрастает механическое напряжение на деформированных участках ОВ, ускоряющее его старение. Такой процесс приводит также к изменению кривизны ОВ на достаточно протяженных (до 500 м) участках ОК, прилегающих к муфте [5, 6].

Процесс «выдавливания» ОВ из ВОК носит случайный характер и неодинаково проявляется на разных участках ВОЛС, разных строительных длинах кабеля и муфтах. Причем, если в конкретной муфте данный эффект еще не наблюдается, то не факт, что он не проявится в дальнейшем. Как следствие, на линиях большой протяженности этот процесс может растянуться на несколько лет.

Влияние «выдавливания» ОВ на работу систем передачи. При технической эксплуатации ВОЛС прирост затухания оптического тракта, вызванный различными факторами, будет приводить к увеличению коэффициента битовых ошибок волоконно-оптической системы передачи, а при превышении эксплуатационного запаса энергетического потенциала – к полному отказу связи.

В качестве примера приведем случай, когда на одной из подвесных ВОЛС, построенной в 2006–2007 гг., произошла остановка системы передачи, работающей по ОВ одного из модулей ВОК. В результате измерений на элементарном кабельном участке было обнаружено недопустимое увеличение затухания в одной из соединительных муфт. После вскрытия оптической муфты было установлено, что прирост затухания появился за счет «выдавливания» оптических волокон из модуля, которое привело к их изгибу с недопустимо малым радиусом (существенно меньше допустимого радиуса изгиба в 3 см [7]). Кассета муфты ВОК с нарушением радиуса изгиба волокна, возникшим вследствие его «выдавливания», показана на рис. 1.

В качестве одного из ключевых факторов образования подобных изгибов можно отметить особенность монтажа муфты. Традиционно на практике запас пучка ОВ составляет три витка, и укладка осуществляется по максимальному радиусу в кассете муфты. При «выдавливании» избыток ОВ движется вдоль стенки кассеты и собирается в свободном от ограничителей месте (см. рис. 1). При дальнейшем перемещении вследствие упругости ОВ могут образовываться дополнительные изгибы в полости кассеты.

Избавиться от подобных изгибов можно только путем перемонтажа оптической муфты. А если они обнаруживаются на регенерационном участке в нескольких муфтах, то ремонтно-восстановительные работы требуется проводить с перерывом связи.

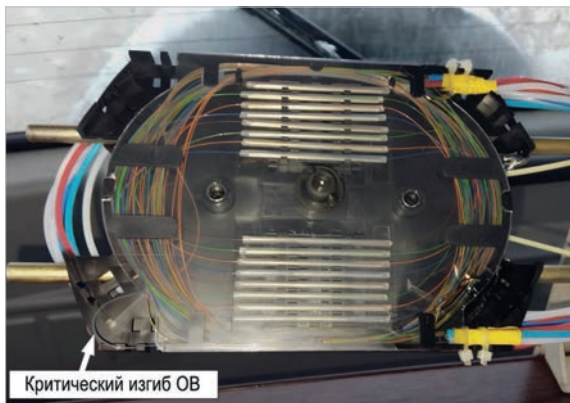


РИС. 1

В лабораторных условиях были проведены исследования прироста затухания на изгибах для наиболее распространенного на сетях связи ОВ, соответствующего МСЭ-Т G.652.D. Участки рефлектограмм для ОВ сварного соединения с изгибом малого радиуса в муфте представлены на рис. 2. Сформированный изгиб ОВ соответствовал половине окружности радиусом 10 мм. Измерения производились на длинах волн 1310, 1490, 1550 и 1625 нм.

Прирост затухания на макроизгибах обладает выраженной спектральной зависимостью. С увеличением длины волны вносимое затухание растет, что связано с увеличением диаметра модового поля ОВ. Зависимость коэффициента прироста затухания на изгибах одномодового ОВ можно представить, как [8]:

$$\alpha_{\text{изг}}(\lambda, R) = \frac{A(\lambda, R)}{\sqrt{R}} \exp(B(\lambda, R) \cdot R),$$

где λ – длина волны, нм;

R – радиус изгиба, мм;

A и B – коэффициенты, зависящие от конструктивных характеристик ОВ и параметров моды для заданной длины волны излучения.

Для ОВ со ступенчатым профилем показателя преломления коэффициенты A и B могут быть рассчитаны через параметры моды, однако на практике удобнее определять их путем аппроксимации результатов экспериментальных измерений [9].

Следует отметить, что в настоящее время многие производители предлагают решения, совмещающие преимущества стандартных ОВ и ОВ с повышенной устойчивостью к изгибам, соответствующих МСЭ-Т G.657.A1.

Результаты экспериментального измерения прироста коэффициента затухания на изгибах для двух типов ОВ стандартов МСЭ-Т G.652.D и МСЭ-Т G.652.D/G.657.A1 показаны на рис. 3 и рис. 4 соответственно.

Таким образом, даже при использовании ОВ с повышенной устойчивостью многократные изгибы могут приводить к существенному приросту затухания, а если на регенерационном участке проблемы возникают в нескольких муфтах, – к перерыву связи.

Следовательно, актуальной и востребованной является разработка способов, позволяющих предотвратить аварийную ситуацию или, по крайней мере, минимизировать ремонтно-восстановительные работы, связанные с перемонтажом муфты.

Защита оптических волокон от недопустимого изгиба. Известны различные меры устранения последствий «выдавливания» ОВ из кабеля в муфты в регионах с низкой температурой в зимний период. В частности, предлагалось разработать специальные конструкции ОК и муфт, адаптировать технологию монтажа кабеля и др.

Так, для подвесных ВОК одномодульной конструкции было предложено в процессе монтажа муфт формировать внутри центральной модульной трубки пробку длиной 2,5 см, которая будет ограничивать перемещение ОВ [10]. Формирование индивидуальных пробок на концах оптических модулей и фиксация пучка модулей и ОВ на кассете производится с помощью силиконового герметика [11]. Однако при этом значительно усложняются работы, связанные с повторным монтажом муфты. Поэтому был предложен способ фиксации ОВ в модульной трубке с

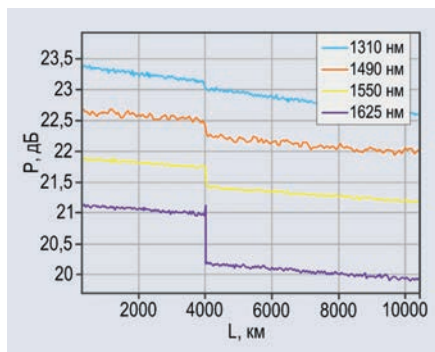


РИС. 2

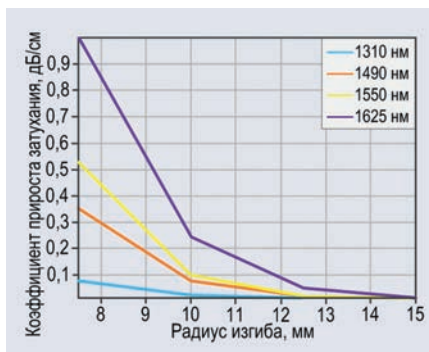


РИС. 3

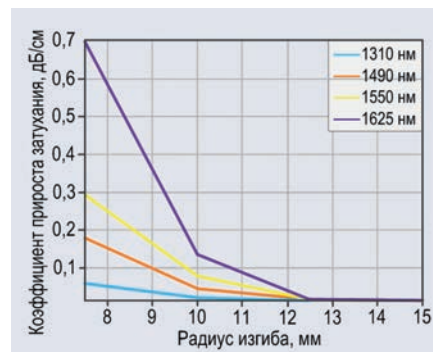


РИС. 4

использованием герметика и термоусаживаемых трубок [12].

Эти методы были экспериментально апробированы в ходе испытаний на ЗАО «Самарская оптическая кабельная компания». На строительной длине подвешенного ОК протяженностью 4 км были смонтированы муфты. Барабан с кабелем и оптические муфты размещались в климатической камере и поочередно испытывались в течение 11 циклов по 6 ч при изменении температуры от -60 до $+60$ °С.

Проведенные испытания показали, что из-за необходимости выдержки времени полимеризации герметика и строгого следования технологии монтажа, увеличивается длительность проведения работ. При этом не исключается негативное влияние человеческого фактора на их выполнение.

Авторами предложен способ защиты ОВ от изгиба с недопустимо малым радиусом, который не имеет указанных ранее недостатков. Его суть состоит в том, что ОВ предлагается укладывать с меньшим, но допустимым радиусом, который позволяет в случае «выдавливания» волокна из модуля формировать больший радиус изгиба (рис. 5). При этом пучок ОВ будет свободно скользить вдоль стенки cassette с увеличением радиуса изгиба по направлению движения. При достижении ограничителя избыток ОВ благодаря наличию свободного пространства продолжит движение к противоположной стороне cassette. В результате пучок ОВ сможет самопроизвольно увеличивать радиус укладки в пределах длины избыточности (6–8 см), что позволит компенсировать эффект «выдавливания».

Основное достоинство этого способа проявляется, когда в процессе планово-профилактических измерений ВОЛС обнаруживается прирост затухания отдельных волокон, в том числе из-за их «выдавливания» из оптического модуля. Он позволяет выполнить переукладку запаса ОВ с увеличением радиуса изгиба и расправлением созданной петли. Этот способ,

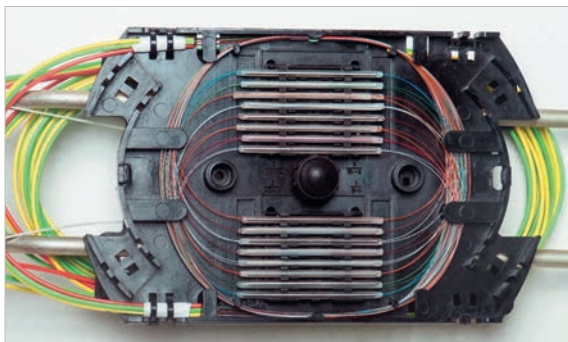


РИС. 5

в отличие от традиционного, не требует прерыва связи. Однако для него необходима аккуратность проведения работ и привлечение квалифицированных специалистов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Проблемы эксплуатации волоконно-оптических систем связи / Ю.В. Аграфонов, Д.Б. Липов, А.Н. Малов, А.В. Овчинкин // Компьютерная оптика. 1999. № 19. С. 159–165. EDN: HYPNYL.
2. Бурдин В.А., Нижегородов А.О. Особенности технологии строительства и эксплуатации волоконно-оптических кабельных линий для нефтепроводной структуры Западной Сибири // Инфокоммуникационные технологии. 2017. Т. 15, № 3. С. 233–241. EDN: YMFBPM.
3. Особенности технической эксплуатации ВОЛС в районах Крайнего Севера и Сибири / В.А. Андреев, В.А. Бурдин, А.Н. Бессмертный, А.О. Нижегородов, Т.Г. Никулина // Электросвязь. 2018. № 8. С. 67–71. EDN: UVPPPI.
4. Иограчев Д.В., Бондаренко О.В. Волоконно-оптические кабели и линии связи. М.: Эко-трендз. 2002. 282 с.
5. Attenuation distribution changes of optical fiber in cable at cyclic temperature variations / M.V. Dashkov, A.V. Bourdine, A.O. Nizhgorodov, T.G. Nikulina, S.A. Gavrushev // Proc. SPIE. Optical Technologies for Telecommunications. 2022. Vol. 12743. DOI:10.1117/12.2681256.
6. Экспериментальная апробация методов оценивания распределения кривизны оптического волокна / В.А. Бурдин, М.В. Дашков, А.С. Евтушенко, Е.С. Зайцева, Т.Г. Никулина // Инфокоммуникационные технологии. 2022. Т. 20, № 1. С. 26–34. EDN: HWTWCC.
7. Recommendation G.652: Characteristics of a single-mode optical fibre and cable. 2008. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652-202408-I> (дата обращения 15.01.26).
8. Marcuse D. Curvature loss formula for optical fibers // Journal of the Optical Society of America. 1976. V. 66, № 3. P. 216–220. DOI: <https://doi.org/10.1364/JOSA.66.000216>.
9. ГОСТ Р МЭК 60793-1-47-2014. Волокна оптические. Часть 1-47. Методы измерений и проведение испытаний. Потери, вызванные макроизгибами. Введ. 01.01.2016. Изм. 01.04.2020. М.: Стандартинформ, 2020.
10. Aerial installation guidelines for fiber optic cable. Installation practice IP-003/ Furukawa Company. 2013. 12 p. URL: <https://fiber-optic-catalog.ofsoptics.com/documents/pdf/IP-003.pdf> (дата обращения 15.01.26).
11. Патент № 2727562 РФ, G02B 6/48. Способ крепления оптических модулей оптического кабеля на cassette муфты при сращивании длин оптического кабеля / Алехин И.Н., Алехин Н.И., Бурдин В.А., Инякин В.В., Нижегородов А.О.; патентообладатель ПГУТИ. № 2020104008; заявл. 30.01.2020; опубл. 22.07.2020. Бюл. № 21.
12. Патент № 2771064 РФ, G02B 6/235. Способ фиксации оптических волокон в модульной трубке / Алехин И.Н., Алехин Н.И., Бурдин В.А., Бурдин А.В., Дашков М.В., Инякин В.В., Нижегородов А.О. патентообладатель ПГУТИ. № 2021106883; заявл. 16.03.2021; опубл. 25.04.2022. Бюл. № 12.

ПЕРЕДАЧА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЦЕНЫ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ



БУШУЕВ
Сергей Валентинович,
Уральский государственный
университет путей сообщения,
проректор по научной работе,
доцент д-р техн. наук,
г. Екатеринбург, Россия



ПОПОВ
Антон Николаевич,
Уральский государственный
университет путей сообщения,
кафедра «Автоматика, телемеха-
ника и связь на железнодорожном
транспорте», доцент, канд. техн.
наук, г. Екатеринбург, Россия



ВЕРШИНIN
Илья Дмитриевич,
Уральский государственный
университет путей сообщения,
кафедра «Автоматика, телеме-
ханика и связь на железнодо-
рожном транспорте», аспирант,
г. Екатеринбург, Россия

Ключевые слова: беспилотный поезд, удаленный контроль, телеуправление, облако точек, цифровой двойник, пропускная способность канала связи

Аннотация. В статье рассмотрен способ удаленного контроля движения беспилотного поезда на основе передачи геометрического состояния сцены, которая представлена облаком точек с последующей визуализацией в виде цифрового двойника перегона. Показано, что передача видеоизображения предъявляет высокие требования к пропускной способности канала и задержкам связи, при этом не всегда обеспечивает оператора полной пространственной информативностью. Выполнено сравнение требуемой скорости передачи для видеопотока, сжатого кодеком h.264 и сжатого трехмерного представления сцены. Установлено, что при малой и средней плотности пространственных данных требуемая пропускная способность ниже, чем для видеопотока. Данные содержат информацию о глубине сцены, положении и размерах объектов. Обоснована перспективность передачи геометрически и семантически значимого описания сцены для систем удаленного контроля беспилотных поездов.

■ Беспилотное грузовое движение на сети железных дорог рассматривается как перспективное направление для повышения эффективности перевозочного процесса и его безопасности. Среди экономических и эксплуатационных эффектов от внедрения можно выделить увеличение продолжительности движения поездов, переход от планово-предупредительной системы ремонта подвижного состава к предиктивной, повышение энергоэффективности перевозок и др. При этом потребуются адаптация тягового подвижного состава для автономного движения, пересмотр требований к инфраструктуре и др. [1, 2].

Внедрение и масштабирование беспилотного движения повлияют на требования к обеспечению безопасности, вызванные появлением новых классов отказов оборудования автономных поездов и систем связи. В системах автоматики повысятся требования к киберзащитности и функциональной безопасности. В организации управления движением принятие

ситуационных решений с локомотивной бригады перейдет на локомотивные системы безопасности.

Функции ситуационного контроля и вмешательства будут возлагаться на удаленного машиниста-оператора. Оператор должен своевременно принимать решения о применении мер для обеспечения безопасности движения по данным от бортовых систем поезда [3, 4]. Для осуществления такой возможности необходимо непрерывно передавать информацию о поезде, а также об обстановке перед ним.

В текущих проектах беспилотного управления, реализованных на станции Лужская и Московском центральном кольце, управление во время нештатных ситуаций, а также текущий контроль происходит с помощью удаленного оператора. Все беспилотные поезда оборудованы камерами, а информация от них транслируется в центр управления. При передаче потокового видео необходимо обеспечить минимальную задержку и плавное изменение изображения.

Плавность может достигаться несколькими способами: увеличением времени буферизации, что ведет к повышению задержки, или за счет увеличения пропускной способности каналов радиосвязи, а также сжатия изображения. Сокращение данных приводит к артефактам сжатия, которые могут затруднить оператору восприятие поступающей информации.

Увеличение пропускной способности радиосети тесно связано с развитием инфраструктуры, а для высокоскоростной передачи данных необходимо использовать широкополосные высокочастотные системы связи. В работе [5] указано, что площадь покрытия широкополосной сетью стандарта LTE занимает 0,1 % от протяженности железных дорог. Использование узкополосных стандартов передачи данных не может обеспечить низкую задержку и плавность изменения изображения.

Удаленное управление лишает машиниста-оператора дополнительной информации. Он не чувствует инерцию поезда, наклон, вибрацию, а основная информация воспринимается из изображения на плоском экране, что затрудняет оценку определения глубины сцены и расстояния до объектов из-за отсутствия естественного для человека стереоэффекта. Чтобы оператор мог принимать своевременные решения для обеспечения безопасности движения, необходимо передавать достаточное количество информации с низкой задержкой. Исследования в области телеуправления показывают, что даже задержка в 0,5 с существенно затрудняет управление удаленным транспортным средством для оператора [6].

Существующие ограничения систем связи требуют другого подхода к удаленному управлению поездом. Вместо передачи видео можно передавать только краткие данные об окружающей обстановке в виде облака точек, которые бортовые датчики определяют вокруг поезда. На их основе на стороне оператора формируется цифровая модель перегона и объектов перед поездом. Дополнительный эффект заключается в возможности объемного отображения сцены, что позволит оценивать не только вид объекта, но и его пространственное положение, размеры и расстояние.

Достижения в области компьютерного зрения улучшают точность распознавания данных. Отправка только той информации, которая нужна получателю, является понятием семантической коммуникации [7]. Это позволяет изменить подход от простого побитного сжатия информации к семантической сжатой сцене.

Для сжатия потокового видеоизображения применяется кодек h.264, который разрабатывался для сервисов, где приемлема задержка в 2 с и более [7]. Он уменьшает объем видео за счет поиска изменений между соседними кадрами. Кодек определяет, какие части изображения сдвинулись или изменились, и передает не весь кадр заново, а только эти изменения и направление движения участков изображения. Эффективность сжатия и характеристика задержки в кодеке обратно пропорциональны, увеличение количества кадров уменьшает задержку, но увеличивает требования к пропускной способности. При нестабильном соединении это может приводить к разрывам кадра или к

макроблокам. Кроме того, плоское изображение не показывает оператору расстояние до объекта, что затрудняет восприятие поездной ситуации.

Облако точек, формируемое лидаром, стереокамерой или их совместной обработкой, позволит повысить информативность. Геометрическое описание сцены представляет собой набор пространственных координат, показывающих форму окружающих объектов и их положение относительно поезда. В отличие от плоского изображения такой формат содержит информацию о глубине сцены, расстоянии и геометрии объектов, что позволяет построить компактное описание сцены, пригодное для последующей классификации и синхронизации с цифровым двойником перегона.

Сравним полосы пропускания рассматриваемых вариантов путем расчета. Видеокамера формирует поток дискретизированного изображения, матрицу яркостей, цветов размером разрешения камеры с определенной частотой. Витопоток оценивается как

$$R = N_c \frac{WxH f b_p}{k}, \quad (1)$$

где N_c – число камер, шт;

WxH – разрешение, px ;

f – частота кадров, кадр/с;

b_p – бит/пиксель;

k – коэффициент сжатия.

Суммарная задержка в таком случае определяется последовательностью операций захвата, кодирования, буферизации, передачи, декодирования и отображения на экране оператора. Вместо видеопотока, передача облака точек позволит снизить требования к каналу связи и одновременно повысить информативность удаленного контроля, передавая только обновления геометрии сцены.

Если передавать только геометрию XYZ, то скорость будет определяться результатом измерения

$$R_{xyz} = \frac{N_p f B_{xyz} \cdot 8}{k}, \quad (2)$$

где N_p – число точек в скане;

f – частота сканирования, скан/с;

B_{xyz} – объем представления координат одной точки, байт/точка;

k – коэффициент сжатия.

Геометрическое описание сцены представляет собой набор измерений, где каждая координата должна кодироваться в двоичном виде, т.е. представляться конечным числом бит согласно определенному числовому формату. В таком случае объем данных на одну точку будет определяться не геометрией (XYZ), а способом представления кодирования этих чисел.

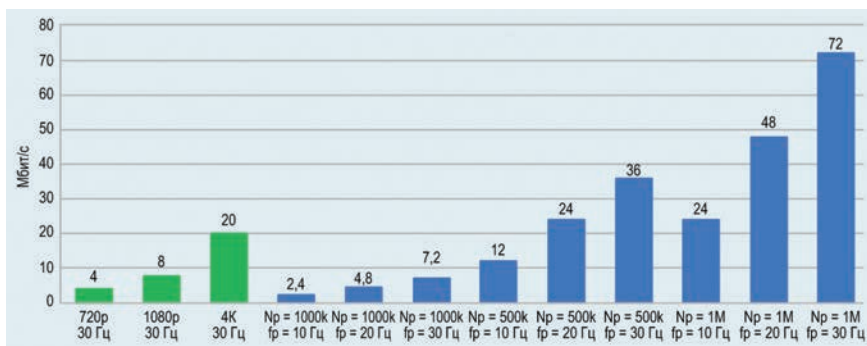


РИС. 1

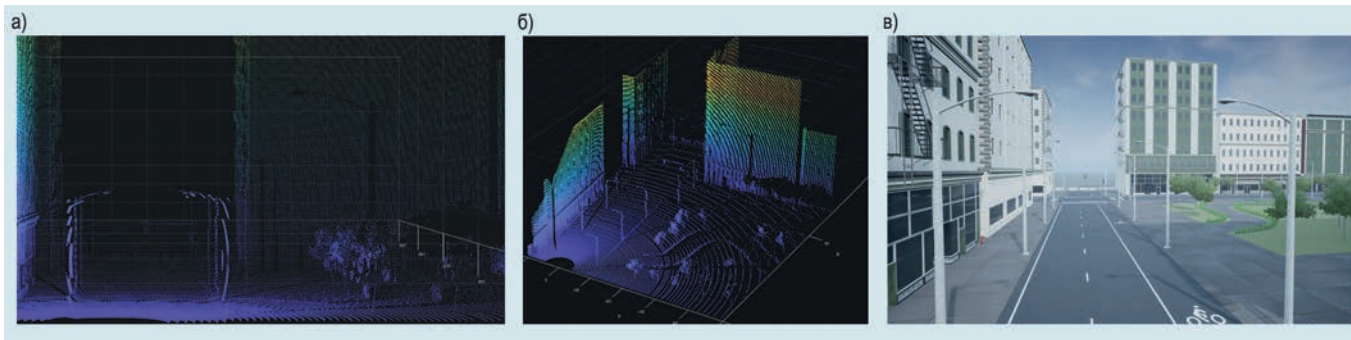


РИС. 2

Выбор числового формата представления координат напрямую определяет байт/точка.

Сравнение требуемой пропускной способности от количества данных для сжатого видеопотока кодеком h.264 (зеленый цвет) и сжатого облака точек (синий цвет) представлено на рис. 1. Видеопоток имеет практически постоянный объем передачи данных, который определяется параметрами камеры и не зависит от сложности сцены. Если впереди нет объектов, поток остается таким же. При сжатии видеопоток восстанавливается с потерями: номинальное разрешение сохраняется, однако исходное качество изображения полностью не воспроизводится. Это приводит к потере мелких деталей, размытию границ объектов и появлению артефактов на экране оператора. Таким образом, передача видеопотока требует практически постоянной пропускной способности, независимо от содержания кадра. С облаком точек ситуация иная.

Объем трехмерных данных определяется количеством точек, сформированных в одном обновлении, и частотой этих обновлений. Требуемая скорость канала связи в этом случае зависит от числа точек. При малом и среднем числе точек поток существенно ниже видео, но при высокой плотности становится сопоставимым или может превышать сжатое видеоизображение. Таким образом, поток данных определяется количеством точек, частотой обновления и объемом данных представления одной точки, а влияние кодека учитывается коэффициентом сжатия. Моделируемые облака точек представлены на рис. 2, где а – фронтальный вид облака точек; б – пространственный вид облака точек; в – синтетическое изображение сцены.

Следует отметить, что на рис. 2, в приведено синтетическое изображение тестовой сцены, использованной в среде моделирования для иллюстрации принципа формирования облака точек и визуализации. Применение данной тестовой сцены обусловлено тем, что подготовка высоко детализированного цифрового полигона железнодорожного перегона (с инфраструктурными объектами и корректной геометрией) требует отдельного этапа работ. При этом тип сцены не влияет на выводы по объему данных и задержкам, так как они определяются плотностью пространственных измерений и частотой обновления.

Сами по себе точки – это отраженные лучи от поверхности объекта, а не пиксели в кадре, что является принципиальным отличием набора пространственных точек от видеоизображения. При этом разрешение изображения определяется числом пикселей, а облако

точек числом пространственных измерений. Пиксель описывает только элемент плоского изображения, тогда как точка облака содержит информацию о глубине и положении объекта в пространстве (см. рис. 2, б).

При том, что оба параметра характеризуют уровень детализации сцены, количество точек нельзя напрямую приравнять к числу пикселей. Чем выше разрешение изображения, тем подробнее описывается сцена в плоскости кадра. Аналогично увеличение числа точек повышает детализацию пространственного представления, поскольку поверхность объектов описывается плотнее. Для обнаружения объекта не требуется детализированное облако точек, так как для оценки угрозы достаточно определить факт его наличия, положение, габарит и расстояние. Принадлежность объекта можно определять с помощью систем машинного зрения. Это позволит снизить плотность пространственных измерений и объем передаваемых данных, экономя тем самым ресурс сети связи. Для периодического визуального контроля дополнительно могут передаваться отдельные кадры с камер.

Передача геометрического состояния сцены в виде облака точек с последующей визуализацией на основе цифрового двойника перегона является перспективным направлением для систем удаленного контроля беспилотных поездов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении Концепции научно-технологического развития транспортного комплекса Российской Федерации на период до 2035 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 декабря 2025 года № 3871-р.
2. Бушуев С.В., Попов А.Н. Перспективы внедрения беспилотного движения грузовых поездов // Интеллектуальный транспорт. 2025. Т. 9, № 3 (35). С. 67–76. EDN: WZULOZ.
3. Машинист-оператор // rzddigital.ru : сайт. 2024. 6 мая. URL: <https://rzddigital.ru/career/professions/mashinist-operator/> (дата обращения: 02.02.2026).
4. Охотников А.Л., Волкова И.А. Мировые тенденции развития систем автоматического управления движением поездов // Наука и технологии железных дорог. 2023. Т. 7, № 2 (26). С. 23–29. EDN: ORZDKV.
5. Азерников Д.В., Новиков Д.Е. О развитии систем широкополосной радиосвязи на железнодорожном транспорте // Железнодорожный транспорт. 2025. № 10. С. 34–38. EDN: MDMFUU.
6. Sharma G., Rajamani R. Teleoperation enhancement for autonomous vehicles using estimation based predictive display // IEEE Transactions on Intelligent Vehicles. 2024. Vol. 9, Iss. 3. P. 1–14. DOI: 10.1109/TIV.2024.3360410.
7. SEG-JPEG: Simple visual semantic communications for remote operation of automated vehicles over unreliable wireless networks / S. Donnelly et al. // arXiv preprint arXiv: 2602.15258v [cs.RO]. 2026.



ОРЛЮК
Анатолий Алексеевич,
канд. экон. наук,
Москва, Россия

ЧЕЛОВЕК И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Как в недалеком будущем будут складываться взаимоотношения людей с быстро обучаемым искусственным интеллектом? В статье рассмотрены некоторые варианты такого взаимодействия. Автор размышляет о социальном аспекте глобальной роботизации, распределении ролей между человеком и ИИ. Уже сейчас встает вопрос: станут ли роботы нашими помощниками или поработителями.

■ Как говорил американский философ Эмерсон Ралф Уолдо «Нет ненужных людей, но нет и людей очень нужных». Статьи периодических журналов неоднократно касались темы реформирования экономики, в том числе на основе информационных технологий, искусственного интеллекта, использования идей квантовой механики и др.

Существующая рыночная экономика держится на увеличении спроса, который создается искусственно. Это затратная экономика: чем выше затраты, тем больше ВВП. Для ее развития выгоднее произвести дополнительно 1 кВт-ч электроэнергии, чем ее сэкономить. Время такой экономики подходит к концу, мир перенасытился товарами. На планете нет больше ресурсов для такого расточительного ведения хозяйства, они жестко ограничены. Нередко стоимость упаковки превышает стоимость самого товара. Из-за искусственного увеличения спроса большая часть произведенных товаров или используется на 5 % или просто выбрасывается на свалку, загрязняя Землю мусором.

Несмотря на бурное развитие технологий, в том числе искусственного интеллекта, возлагаемые на них надежды не оправдываются. Например, не наблюдается их позитивное влияние на построение разумной экономики с точки зрения организационно-структурных преобразований. Допустим, ИИ предлагает решение какой-то проблемы, а человек его отвергает, хотя впоследствии это решение оказывается верным. Здесь должен быть определен механизм ответственности – почему человек не принял данное предложение, и как организационно это на нем отразится?

Повсеместное внедрение ИИ в различные сферы экономики порождает проблему, связанную с высвобождением работников и их дальнейшей занятостью (рис. 1). Появляются предложения о безусловном базовом доходе или всеобщем базовом доходе для уволенных людей. При этом возникают вопросы, например, как его формировать и из каких источников, каков размер этого дохода и др. Известно, что в настоящее время все вопросы жизнеобеспечения человека включая социальные (жилье, образование, поддержание здоровья и др.) обеспечиваются заработной платой, размер которой должен покрывать эти издержки. Замечу, что ранее все расходы на получе-

ние жилья, образование и медобслуживание покрывались за счет фондов общественного потребления. За счет этих фондов реальные доходы граждан более чем в полтора раза превышали заработную плату.

Сегодня, имея такую нагрузку на заработную плату, надо иметь в виду, что в связи с растущей автоматизацией, роботизацией и применением ИИ доля живого труда в ВВП будет неуклонно уменьшаться. В недалекой перспективе 70–80 % работ, выполняемых человеком, перейдут к роботам и ИИ, т.е. дальнейшее решение социальных вопросов за счет зарплаты станет невозможным. Более того, в будущем может возникнуть предложение об отказе от распределения материальных благ посредством степени трудового участия в производстве. Такое распределение сможет осуществляться по другим признакам, соответствующим естественным склонностям человека – творчество, общественная активность, охрана природы и др.

Возрождение общественных фондов потребления для поддержки потерявших заработок людей может решить проблему их выживания после увольнения. Однако дело не только в них. Необходимо совершенствование экономических отношений в целом, чтобы они не стали тормозом в развитии не только ИИ, но и других прорывных для человека технологий.

Известно, что свет это одновременно и частица



РИС. 1

и волна. Почему же экономика не может быть одновременно и плановой, и рыночной.

В последнее время все больше сторонников такого подхода, при котором план — это цель, а рынок — средство достижения этой цели. Например, предприятию поставлена задача по изготовлению некоторого количества изделий по заданной цене, но в процессе производства возникли непредвиденные обстоятельства, которые не позволяют это выполнить. Тогда на помощь приходит рыночный механизм — изменение цены, привлечение (сокращение) ресурсов, оперативное налоговое регулирование. Более сложным представляется сочетание этих двух начал в управлении экономикой на макроуровне.

Тем не менее, огромные достижения в области обработки больших данных позволяют реализовать полную персонализацию потребления, учесть текущие и будущие потребности каждого человека. На этой основе возможно осуществить плановое управление экономикой страны (в том числе, используя ИИ). Механизм рыночной обратной связи обеспечит стабильность и устойчивое функционирование всего хозяйственного комплекса.

Следующим шагом на пути реформирования после отказа от абсолютизации рынка станет совершенствование института собственности, особенно интеллектуальной (около 70 % всех активов хозяйствующих субъектов являются нематериальными активами).

При управлении интеллектуальной собственностью возникают следующие проблемы.

Реализация прав на интеллектуальную собственность. В настоящее время около 80 % данных теряются из-за инсайдерских утечек. Здесь налицо нарушение причинно-следственных связей: на защиту информации затрачиваются огромные ресурсы вместо того, чтобы наделить правом собственности тех, кто работает над созданием активов.

Искусственная консервация полезных для общества инноваций на этапе внедрения. Крупным монополиям выгоднее купить патенты и заморозить их использование в ущерб интересам общества.

Все инновации должны быть общественным достоянием, а не принадлежать отдельным частным компаниям, так как даже совершенное налоговое регулирование не обеспечит реализацию общественных интересов.



РИС. 2

Кроме этого, существует проблема принадлежности авторских прав на объекты интеллектуальной собственности, созданных генеративным ИИ. Эта тема требует отдельного рассмотрения.

Таким образом, нужен баланс интересов всех участников инновационного процесса. Достичь его возможно путем создания особой формы интеллектуальной собственности — частно-коллективно-государственной, когда интеллектуальный продукт принадлежит одновременно и работодателю, и разработчику, и государству. Доля участия каждого субъекта и другие детали требуют отдельной проработки.

При такой постановке существенно возрастает роль государства в сфере инноваций. Вместо упования на рынок чиновники будут нести непосредственную ответственность за внедрение инноваций. Например, государство, предоставляя инициативному предпринимателю или коллективу преференции по проекту, не только стимулирует инициаторов, но и потенциально претендует на собственность в этом проекте.

Предложенные изменения создадут предпосылки для разработки и широкого освоения новых технологий, в том числе и искусственного интеллекта. Они не только увеличат влияние ИИ на экономические процессы, но и раскроют простор для его развития.

Сегодня можно создать условия для плодотворного сотрудничества человека и ИИ. Общественные фонды потребления смогут обеспечить каждого члена общества, лишенного рабочего места из-за роботизации, необходимым базовым уровнем дохода, источником которого станет доход, полученный от внедрения ИИ.

Получение безусловного дохода не означает, что человек будет бездельничать. Он будет занят работами на благо общества, например, наукой, творчеством, охраной окружающей среды, социальными нагрузками и др. При этом от степени его участия безусловный доход может дифференцироваться путем прибавок и др. Активное участие в таких работах позволит поддерживать высокий интеллектуальный уровень каждого члена общества. Высокая общественная активность будет стимулироваться не только материально. На первый план выйдут творческие состязания, конкурсы, дипломы, грамоты, государственные награды, что будет соответствовать духу времени.

На первый взгляд может показаться, что предложенный сценарий взаимоотношений человека и ИИ является утопическим. В таком случае, можно рассмотреть другой, противоположный вариант. ИИ сосредоточен в руках только ограниченного круга членов общества, так называемой элиты, в котором простой человек уже не нужен, он превращается в балласт для общества. И это будет первая победа ИИ над человеком.

Дальнейшая конкурентная борьба за монопольное владение ИИ приведет к тому, что настанет момент, когда он выйдет из-под контроля, что может привести к уничтожению искусственным интеллектом своего хозяина (рис. 2). Вот это уже будет вторая и окончательная победа ИИ над человеком. Важно понять, насколько высока вероятность такого сценария с учетом действия объективного закона обязательного соответствия производственных отношений характеру или уровню развития производительных сил.

ЭКОЛОГИЯ, КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ



БАНИН
Андрей Викторович,
ОАО «РЖД», Центральная станция связи, служба технологического обеспечения и промышленной безопасности, отдел технологического обеспечения, метрологии и стандартизации, начальник отдела, Москва, Россия



ШЕХИНА
Екатерина Александровна,
ОАО «РЖД», Центральная станция связи, служба технологического обеспечения и промышленной безопасности, отдел технологического обеспечения, метрологии и стандартизации, ведущий инженер, Москва, Россия

Устойчивое развитие является ключевым ориентиром деятельности и одним из долгосрочных приоритетов ОАО «РЖД». Основные цели в области устойчивого развития направлены на сохранение лидерских позиций компании в отрасли, позитивный вклад в социально-экономическое развитие страны, эффективное использование ресурсов (в том числе трудовых), обеспечение защиты от угроз природного и техногенного характера, следование высоким стандартам экологической и техносферной безопасности и др. В статье рассказывается о приверженности коллектива ЦСС высоким стандартам экологической безопасности и социальной ответственности, выражаемых в экономии энергоресурсов, снижении выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, увеличении объема сбереженной воды, участии в экологических акциях и др.

■ Как известно, Центральная станция связи обеспечивает непрерывный телекоммуникационный сервис для всей инфраструктуры ОАО «РЖД». Сегодня хозяйственную деятельность ЦСС осуществляет на 522 объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, рассредоточенных вдоль всей железнодорожной сети страны. Это и есть та среда, в которой каждое решение о выключении дополнительного резервного генератора, работающего на бензине или дизельном топливе, о сдаче на переработку отработавших аккумуляторных батарей и обычных батареек или о посадке зеленых насаждений складывается в общую картину практики применения экологической (природоохранной) деятельности филиала. Именно поэтому даже небольшие улучшения на каждом из объектов связи в сумме дают значимый экологический результат.

Природоохранная деятельность Центральной станции связи выстроена в соответствии с Экологической стратегией ОАО «РЖД» до 2030 г. и на перспективу до 2035 г. — одним из основных корпоративных документов, в котором определены основные подходы и принципы компании в области устойчивого

развития. Ежегодно утверждаются конкретные целевые показатели, которые включают:

- снижение выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников и удельных выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников и парниковых газов;

- сокращение водопотребления и сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты и на рельеф местности;

- уменьшение объема образуемых в производственной деятельности отходов, направляемых на захоронение, и увеличение доли их вовлечения во вторичный хозяйственный оборот.

Воздух стал чище (история одного показателя). В 2019 г., который является базовым для экостратегии ОАО «РЖД», суммарный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников филиала составлял 24,1 т. Главными «виновниками» были дизельные генераторные агрегаты (ДГА), используемые в качестве резервного источника питания на объектах связи (более 40 % выбросов).

Планомерная всесторонняя деятельность по сокращению числа запусков ДГА, оптимизация режимов

их работы и переход на применение сертифицированного топлива дали свой результат. К 2024 г. объем выбросов загрязняющих веществ снизился до 7,8 т (более чем втрое), а к концу прошлого года этот показатель составил 7,6 т, что на 68 % ниже уровня базового года.

Например, Алтайский РЦС Новосибирской дирекции связи совместно с Западно-Сибирским центром охраны окружающей среды реализовал проект вывода из эксплуатации дизельной генераторной установки на станции Алтайская. Резервное питание оборудования связи было организовано от источников бесперебойного питания, что одновременно снизило затраты на обслуживание и объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Подобные решения тиражированы по всей сети связи.

В масштабах Новосибирской дирекции связи итоги прошлого года особенно показательны: выбросы от стационарных источников сократились на 55 % к уровню базового года, от передвижных источников (служебный автотранспорт) — на 78 %, а объем парниковых газов снизился на четверть. Это свидетельствует о полноценном выполнении инновационного сценария Экологической стратегии ОАО «РЖД».

Вторичный оборот отходов.

Работа по управлению отходами, образуемыми в производственной деятельности филиала, – направление, где за прошедшие шесть лет достигнут значительный прогресс. В 2019 г. образование отходов производства и потребления составляло около 2 269 т, из которых более 85 % уходило на захоронение. К 2025 г. общее количество отходов уменьшилось до 1 602 т, а их объем, предназначенный для захоронения, уменьшился до 1 268 т (–36 % к уровню 2019 г.). В итоге сократилось не только количество образуемых отходов, но и их «экологически вредная» передаваемая на захоронение доля – на 9 %.

Одновременно с этим в филиале растет «экологически правильная» сторона баланса по управлению отходами. Ведь в соответствии с Федеральным законом № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» запрещено захоронение отходов, в состав которых входят полезные компоненты, подлежащие утилизации.

В ОАО «РЖД» введен отдельный сбор вторичных отходов, благодаря которому обеспечивается возвращение в сферу хозяйственной деятельности вторичных ресурсов. К ним относятся отходы черных и цветных металлов, бумаги, картона, стекла и пластика, а также выработавшие ресурс электротехнические и электронные материалы. Хотя в технологических процессах структурных подразделений ЦСС отходы стекла и пластика не образуются, но в рамках проведения экологических акций осуществляется их отдельный сбор из объемов твердых коммунальных отходов с последующей передачей операторам по обращению с отходами.

В прошлом году во вторичный оборот и на утилизацию было передано почти 90 т отходов бумаги, картона, стекла и пластика, что на 48 % превысило годовой план.

Выручка от реализации этих вторичных ресурсов составила 310 тыс. руб. Дополнительно было реализовано 13,3 т выработавших ресурс электротехнических и электронных материалов и 226 т металлолома.

К примеру, сотрудники Уфимского РЦС Самарской дирекции связи осуществляют сортировку и сдачу бумаги и картона на материальные склады Самарской дирекции материально-технического обеспечения. Попутно они сформировали еще одну практику: деньги, вырученные от сдачи пластика и стекла во вторичный оборот во время проведения экологических акций, направляют на приобретение цветов и кустарников для благоустройства производственных территорий у домов связи. Проект получил неофициальное название «Цветы из мусора» и очень наглядно демонстрирует, как экология и красота удачно дополняют друг друга.

Экономия воды. Следует отметить, что в своей хозяйственной деятельности связисты не загрязняют воду, поскольку нет производственных стоков, химических загрязнений воды, сбросов сточных вод без очистки в водоемы и на рельеф местности. Вода используется исключительно для хозяйственно-питьевых нужд сотрудников. Это служит принципиальным отличием ЦСС от большинства промышленных предприятий.

Тем не менее, в филиале фиксируется устойчивое снижение водопотребления. За шесть лет оно сократилось с 71,0 до 53,3 тыс. куб. м. Этого удалось достичь путем оптимизации хозяйственной деятельности, цифровизации учета ресурсов и бережного отношения коллектива к расходу воды, которое сформировалось благодаря грамотному экологическому просвещению.

Экология – дело каждого. Переломным в формировании экологической культуры ЦСС стал 2021 г., объявленный в ОАО «РЖД» Годом

экологии. Тогда в филиале был запланирован и выполнен большой комплекс мероприятий. К примеру, почти 11 тыс. ртутьсодержащих ламп были заменены на светодиодные, приобретено около 10 тыс. биоразлагаемых пакетов взамен полиэтиленовых, очищено 476 тыс. кв. м полосы отвода железных дорог. В субботнике «Зеленая весна» тогда приняли участие более 5 тыс. связистов по всей сети дорог.

Учитывая планы компании по достижению углеродной нейтральности к 2050 г., заслуживает внимания вклад филиала в снижение углеродного следа за счет реализации организационно-технических мероприятий по достижению целевых показателей энергосбережения и повышению энергетической эффективности. В рамках Года экологии суммарное сокращение выбросов парниковых газов составило почти 277 т, а в прошлом году достигло 1 569 т.

Квотирование выбросов.

Действие Федерального закона № 195-ФЗ о квотировании выбросов в 2023 г. распространилось на города Улан-Удэ и Ростов-на-Дону. При этом в список квотируемых объектов попали два объекта негативного воздействия ЦСС: промышленные площадки Ростовского и Улан-Удэнского региональных центров связи. Оба объекта относятся к «малым» источникам выбросов, разрешенные выбросы для которых составляют 0,239 и 0,130 т/год соответственно. При этом в следующем году фактические выбросы были достигнуты еще ниже: 0,019 и 0,045 т/год.

Несмотря на минимальный объем экологически нежелательных последствий в филиале, закон все равно устанавливает реальные квоты, требующие реализации мероприятий по их достижению. Разработав план таких мероприятий для обоих объектов, ЦСС направила их в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) и Межведомственный совет по проведению эксперимента, созданный при Министерстве природных ресурсов Российской Федерации. Это первый опыт участия филиала в масштабном проекте федерального уровня, позволяющем снизить риск ухудшения здоровья населения в городских округах-участниках эксперимента.

Проект «Начни с себя». В прошлом году в аппарате управления ЦСС родился собственный



Эко-контейнеры в головном офисе ЦСС



Отходы для передачи в экоцентр «Сборка»

проект раздельного сбора отходов. Никаких централизованных директив, никаких подрядных договоров. Только по собственной инициативе сотрудники начали собирать блистеры от лекарств, использованные батарейки, ручки и маркеры, пластиковые крышки, электронные сигареты, ПЭТ-бутылки и пластиковые карточки.

Собранные предметы вывозятся в экологический центр «Сборка» — один из профессиональных пунктов приема, сортировки и переработки вторсырья.

Инициатива получила широкую поддержку — аналогичные практики раздельного сбора отходов появились практически во всех структурных подразделениях филиала.

Следует «зеленым» курсом. Масштаб экологической деятельности ЦСС определяется не только цифрами корпоративной и государственной отчетности, но и конкретными историями, о которых пишут работники структурных подразделений центрального, регионального и линейного уровней. Приведем некоторые примеры.

Например, в Уфимском РЦС Самарской дирекции связи используется топливо исключительно с

действующими сертификатами соответствия требованиям охраны атмосферного воздуха. Там же внедрены безбумажные технологии, сокращающие потребление форматной бумаги, причем отходы бумаги и картона регулярно направляются на переработку (во вторичный оборот), а не на свалку. Вовлечение отходов бумаги и картона во вторичный оборот в 2025 г. выросло на 12 % по сравнению с предыдущим годом, а передаваемые на захоронение отходы сократились на 1,16 %. Вместе с тем работники этого РЦС в течение года высадили более полутора тысяч саженцев сосны, ели, рябины, клена, березы, дуба и липы не только по станциям Стерлитамак, Раевка, Инзер, но и на территориях Тавтимановского и Иглинского сельсоветов в рамках акции «Сохраним лес» и проекта «Нектарный лес».

В Омском РЦС Новосибирской дирекции связи собранные пластмассовые крышечки, макулатуру и пластик сотрудники регулярно передают специализированным предприятиям. Несколько статей на экологическую тему они опубликовали в газете «Транссиб».

Работники Иркутской дирекции связи в рамках Всероссийской акции «Вода России» участвовали в экологическом субботнике на берегу Байкала у поселка Большое Голоустное.

Члены коллектива Минераловодского РЦС Ростовской дирекции связи занимались наведением порядка на берегу реки Большой Ессентучок в Ставропольском крае, а работники Ростовской дирекции связи убирали мусор на Зеленом острове в Ростове-на-Дону. Параллельно шла работа по уборке территорий домов связи, побелке бордюров и деревьев, высадке зелени в рамках ежегодной акции «Зеленая весна».

Участие в конкурсах. В прошлом году было организовано

более 30 конкурсов и экологических акций. Результаты говорят сами за себя: ведущий инженер Новосибирской дирекции связи Е.В. Колдомова заняла 1-е место в региональном фотоконкурсе «Природа Сибири без границ»; серебряными призерами стали коллективы Омского РЦС Новосибирской дирекции связи в проекте «Чистые игры: весенний кубок чистоты» по Омской области и Нижнетагильского РЦС Екатеринбургской дирекции связи в региональном конкурсе на лучшее структурное подразделение в выполнении требований природоохранного законодательства; Вологодский РЦС Ярославской дирекции связи завоевал 3-е место в «Кубке чистоты» города Вологды.

Достиженные результаты обусловлены серьезным отношением работников и подразделений филиала к экологическому обучению, проводимому в специализированных центрах: Корпоративном университете ОАО «РЖД» и Научно-производственном центре охраны окружающей среды. За последние годы обучение прошли 190 руководителей и специалистов.

Таким образом, можно сказать, что экология — это не просто пункт в отчете, а один из фундаментов развития предприятия, поскольку от ее состояния зависит не только успех нашей работы, но и «здоровье» планеты.

Подводя итог, подчеркнем еще раз, что за шесть лет Центральная станция связи более чем в 3 раза уменьшила выбросы в атмосферный воздух, на 36 % сократила отходы на захоронение, на четверть снизила водопотребление, на 66 % увеличила вторичный оборот отходов и др. Это — результат системной работы, технологической модернизации, умного нормирования, обучения персонала и, что не менее важно, личной вовлеченности каждого сотрудника — от руководителя филиала до работника РВБ.

Как уже упоминалось, Экологическая стратегия ОАО «РЖД» ставит целью достижение к 2050 г. углеродной нейтральности, и Центральная станция связи в силу специфики является одним из немногих филиалов компании, кто вносит минимальный вклад в загрязнение окружающей среды. Однако именно здесь хорошо видно: большие цели достигаются через малые ежедневные решения, которые принимает каждый конкретный человек.



Передаем отходы в экоцентр «Сборка» для дальнейшей переработки



КОРЧАГИН
Игорь Юрьевич,
ОАО «РЖД», Центральная
станция связи, Новосибир-
ская дирекция связи, первый
заместитель начальника,
г. Новосибирск, Россия

КОНКУРС ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА

Качество предоставления услуг связи, как известно, в значительной мере зависит от квалификации персонала. Чтобы повысить трудовую адаптацию работников, содействовать развитию мастерства, изобретательства и рационального подхода к производственному процессу в структурных подразделениях проводятся профессиональные конкурсы. Об одном из них, состоявшемся некоторое время назад в Кузбасском региональном центре связи Новосибирской дирекции связи, рассказывает эта статья.

■ Конкурс в Кузбасском РЦС был нацелен на совершенствование профессиональных навыков, безопасных условий труда, популяризацию культуры производства и повышение технической грамотности представителей основных рабочих профессий. Такое состязание проводится на предприятии в третий раз при поддержке и активном участии первичной профсоюзной организации.

Статус конкурса был довольно высок, поскольку в процессе выполнения заданий демонстрировалось и оценивалось не только мастерство каждого участника и слаженность команды, но и организация в региональном центре системы обучения персонала, оснащения ремонтно-восстановительных бригад приборами и материалами, умение пользоваться ими и др.

В мероприятии приняли участие представители всех пяти про-

изводственных участков центра. Каждая команда состояла из пяти человек — начальника участка, старшего электромеханика, двух электромехаников и электромонтера. Оценивали команду судьи из числа опытных работников — ведущий инженер Ю.А. Угринов, старшие электромеханики В.Л. Курдюков, И.М. Щербаков и Е.В. Суворов, а также электромеханик В.В. Кутырев.

В теоретической части конкурса выступали только начальники участков. Они заранее были ознакомлены с темами, по которым требовалось сделать доклад. Кто-то его оформил в виде презентации, кто-то смонтировал обучающий фильм. Творческий подход при этом приветствовался.

Так, начальник Тайгинского участка А.Н. Фролов представил доклад «Планирование, утверждение 4-х недельных, годовых гра-

фиков технологического процесса. Суточное планирование. Выполнение работ с применением МРМ (в зоне работ). Взаимодействие при изменении статуса объекта (корректировка ГТП)». На руководимом им участке производства трудятся 45 человек. Начальник участка имеет высшее образование и работает в этой должности 10 лет.

Начальник Кемеровского участка В.А. Васин зачитал доклад «Организация измерения отношения С/Ш, алгоритм измерений, схема поездной радиосвязи, способы и методы выявления неисправностей. Технология присваивания радиостанциям СИПы, ИН, АВЛ в зависимости от назначения радиостанций». С широким кругом обязанностей он успешно справляется уже 12 лет, и под его началом работают 64 человека.

Руководитель Беловского



Команда Тайгинского участка за организацией сеанса связи



Команда Кемеровского участка занимается настройкой параметров радиостанции



Команда Беловского участка в штабной палатке организует сеанс БТВКС со студией РЦС



Команда Новокузнецкого участка измеряет параметры ВОК

участка А.В. Александров представил доклад «Организация эксплуатации ВОК, взаимодействие РЦС, ТТК, ЭЧ. Нормативные документы и производственная документация». Имея высшее образование, он возглавляет участок более 12 лет, и в его подчинении находятся 42 человека.

Один из наиболее молодых руководителей – начальник Новокузнецкого участка Р.В. Плотиников познакомил собравшихся с докладом на тему «Методика расследования замечаний АСУТ-НБД ЗМ. Взаимодействие со смежными предприятиями». Он координирует работу 74 сотрудников, обслуживающих устройства связи на участке.

Однако лучшим был признан доклад и презентация, сделанные начальником Томского производственного участка А.В. Колупаевым. Он осветил тему «Организация технического обслуживания волноводно-направляющей линии

ПРС. Обязанности РЦС, ЭЧ, ПЧ. Регламенты взаимодействия и производственная документация». Его стаж в должности начальника участка производства составляет 4 года. Он успешно руководит находящимися в его подчинении 31 человеком.

В практической части состязания участвовали все члены команд. Организаторы подготовили пять заданий, которые были сформированы на основе реальных процессов, регулярно выполняемых электромеханиками. В выполнении конкурсных заданий соревнующимся помогало наличие организаторских способностей и умелое командное взаимодействие. Жюри при этом проверяло и профессиональные знания конкурсантов, и работу со специальными программами, измерительными приборами и инструментами, и соблюдение требований охраны труда и обеспечения безопасности на рабочем

месте при устранении аварийных ситуаций, и правильность использования средств индивидуальной защиты.

Например, необходимо было смонтировать выездную точку видеоконференцсвязи с развертыванием штабной палатки и трансляцией информации в штаб конкурса. Другие испытания касались технического обслуживания устройств железнодорожной электросвязи, а также поиска и устранения неисправности кабельных линий и оборудования.

Все участники проявили достаточно высокий уровень знаний и сноровку в выполнении практических заданий. Критериями оценки действия команд явились: оперативность и правильность (качество) выполнения задания, использование рациональных приемов и методов труда, количество допущенных ошибок и др. Лучшие результаты в практических испытаниях показала команда Кемеровского производственного участка, она же стала победителем в общем зачете. Наградами для победивших и отличившихся команд стали подарочные сертификаты, кубки, вымпелы, дипломы и почетные грамоты.

Поздравляя победителей, заместитель начальника дороги по Кузбасскому территориальному управлению Н.Г. Милованов подчеркнул высокий уровень профессионализма кузбасских связистов, а начальник Кузбасского РЦС А.И. Беззубенко отметил, что такие мероприятия укрепляют дух профессионального сообщества и служат мощным стимулом для дальнейшего развития и повышения качества работы.



Команда Томского участка за настройкой параметров радиостанции

**КУЗЬМИНА**

Лидия Михайловна,
ОАО «РЖД», Центральная станция связи, Читинская дирекция связи, Читинский РЦС, ведущий инженер по организации и нормированию труда, г. Чита, Россия

ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ОПЛАТЫ ТРУДА

В статье рассказано, как проводится разъяснительная работа в трудовых коллективах подразделений Центральной станции связи на примере ремонтно-восстановительных бригад Читинского РЦС. Такая деятельность значительно повышает эффективность организации и оплаты труда связистов.

■ В современных условиях устойчивое функционирование предприятий железнодорожной отрасли невозможно без эффективной организации труда и понятной системы его оплаты. Особое значение эти вопросы приобретают в деятельности ремонтно-восстановительных бригад, где от профессионализма работников напрямую зависит надежность технологических процессов и бесперебойная работа объектов связи.

Одним из важнейших направлений организации и оплаты труда в Читинском региональном центре связи является проведение системной разъяснительной работы в трудовом коллективе. Своевременное и регулярное информирование сотрудников позволяет обеспечить открытость управленческих решений, повысить уровень доверия сотрудников к работодателю, а также сформировать понимание принципов организации, нормирования и оплаты труда.

Практика показывает, что недостаточная осведомленность работников по вопросам оплаты труда нередко становится причиной возникновения социальной напряженности, снижения мотивации

и ухудшения морально-психологического климата в коллективе, а порой может привести к конфликтным ситуациям. Именно поэтому руководством предприятия особое внимание уделяется регулярному информированию сотрудников.

Разъяснительная работа в РЦС проводится на постоянной основе и включает различные формы взаимодействия с трудовым коллективом. Наиболее эффективные из них выездные встречи с работниками, производственные собрания онлайн посредством мобильной корпоративной телефонии, индивидуальные беседы и размещение информационных материалов на стендах и корпоративных ресурсах. Кроме этого, разработана и разослана по производственным участкам и бригадам Памятка работникам Читинской дирекции связи по вопросам начисления заработной платы и мотивации труда.

Периодически в целях информирования коллектива регионального центра связи инженер по организации и нормированию труда проводит квиз (интеллектуальное соревнование) на знание вопросов организации и оплаты труда. Победители среди участников отмечаются призами.

Во время встреч сотрудникам центра подробно разъясняются вопросы учета рабочего времени, начисления премий и выплат компенсационного и стимулирующего характера. Особое внимание уделяется изменениям в локальных нормативных актах и коллективном договоре.

Системная разъяснительная



Проведение разъяснительной работы в РВБ

работа положительно влияет на производственную деятельность предприятия. Повышается уровень трудовой дисциплины, укрепляется ответственность работников за результаты своего труда, снижается количество конфликтных ситуаций, связанных с вопросами оплаты труда.

Кроме того, открытость и доступность информации способствуют повышению доверия коллектива к руководству предприятия и укреплению корпоративной культуры. Сотрудники лучше понимают цели и задачи организации, осознают значимость своего труда и заинтересованы в достижении высоких производственных показателей.

Именно открытость, внимание к людям и своевременное информирование становятся основой успешной деятельности предприятия и важным фактором повышения эффективности труда.



Материал для ознакомления работников

ПУТЬ К СТАБИЛЬНОМУ БУДУЩЕМУ

Завершился XXIX Петербургский международный экономический форум. Он объединил ведущих политиков и представителей деловых кругов, ученых и общественных деятелей для обсуждения актуальных вопросов российской и мировой политики и экономики. Тематика мероприятия «Прагматичный диалог – путь к стабильному будущему» отражала актуальные реалии: сегодня, когда международные отношения и экономические связи сталкиваются с разрывом логистических и технологических цепочек, именно прагматизм и равноправный диалог особенно актуальны и востребованы.

■ В этом году мероприятие собрало более 20 тыс. делегатов и гостей из 130 стран мира. В мероприятии приняли участие делегации из США, Германии, Франции и Австрии.

Президент РФ **В.В. Путин** принял участие в пленарном заседании ПМЭФ. В своем выступлении он затронул темы противостояния с Западом, провоцирования европейскими элитами хаоса, способности России противостоять давлению и усилению роли стран БРИКС в мировой экономике.

Высокоскоростная магистраль Москва – Санкт-Петербург стала одной из самых обсуждаемых инфраструктурных тем форума. Министр транспорта РФ **А.С. Никитин** назвал ВСМ главной стройкой страны. Он рассказал о практической стороне проекта: над созданием магистрали сегодня работают почти 30 тыс. человек, а первые испытания поезда запланированы на следующий год. Кроме того, уже сварены 11 вагонов будущего состава.

При этом «Академия ВСМ» занимается обучением инженеров и

сотрудников, которым предстоит обеспечивать работу высокоскоростной системы.

В августе в Великом Новгороде заработает первый в России завод по выпуску безбалластных рельсовых плит разработки ГК «Нацпроектстрой». Предприятие сможет обеспечивать не только линию Москва – Санкт-Петербург, но и будущие высокоскоростные маршруты, которые планируется построить после завершения пилотной трассы. Второй завод по выпуску таких плит должен открыться в Лихославле (Тверская область).

Перевозки по российским железным дорогам в сообщении со странами БРИКС выросли в 2,5 раза за последние пять лет. Об этом заявил первый заместитель генерального директора ОАО «РЖД» **С.А. Павлов** на сессии «Новые драйверы делового партнерства внутри БРИКС». Это почти 60 % всех международных перевозок, которые сегодня осуществляет компания.

В целом, холдинг «РЖД» перевозит в год более 500 млн т

продукции более чем в 130 стран, т.е. каждая третья тонна груза отправляется за рубеж.

Чтобы измерять логистическую связность стран БРИКС и отслеживать ее динамику, изменения, в ОАО «РЖД» разработали композитный индекс логистической связности. Он позволяет оценить эффективность маршрутов БРИКС в сравнении с другими международными коридорами, например, Транскаспийским транспортным маршрутом или Суэцким каналом.

Использование таких методик анализа позволит странам БРИКС вырабатывать единые подходы к устранению транспортных барьеров.

Спикер рассказал и о других направлениях международной деятельности компании:

сотрудничестве с Китаем в области логистики, развития коридоров, приграничной инфраструктуры и подготовки кадров;

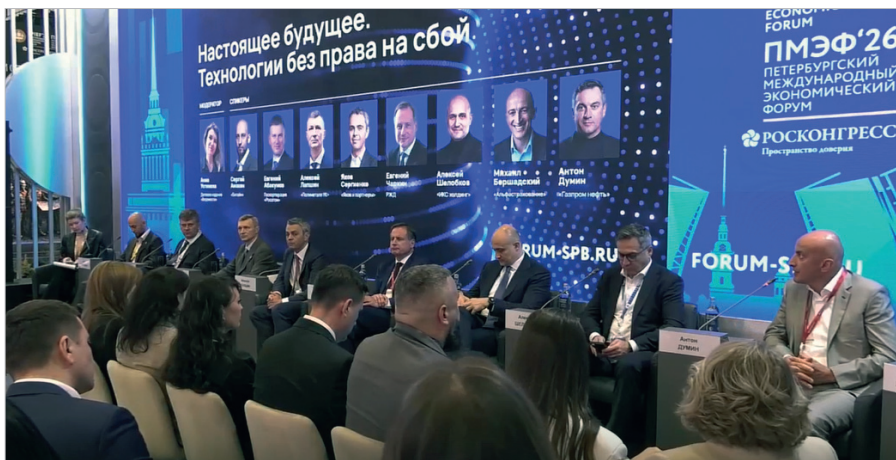
совместной разработке с Индией технико-экономического обоснования для модернизации одной из железнодорожных ли-



Во время пленарного заседания



На стенде ОАО «РЖД»



На одной из сессий

ний в республике под скоростное сообщение;

пуске в Монголии медицинского поезда «Святой Пантелеймон», который посетили 2,5 тыс. жителей республики.

Заместитель генерального директора – главный инженер ОАО «РЖД» **В.Ф. Танаев** стал спикером сессии «Механизмы вместо людей: роботизация – быть или не быть?». Он рассказал о роботизации железнодорожного транспорта на примере проекта «Цифровая железнодорожная станция», реализуемого на станции Челябинск-Главный Южной Уральской дороги.

Уже сегодня роботы выполняют расцепку составов. А машинное зрение в режиме реального времени диагностирует состояние вагонов и локомотивов прямо во время движения.

«Сегодня мы можем говорить, что наш опыт успешен, потому что мы объединили не просто роботов, а управление всеми роботизированными комплексами, вывели из опасной зоны наших сотрудников», – подчеркнул главный инженер.

Заместитель генерального директора ОАО «РЖД» **Е.И. Чаркин** во время сессии «Настоящее будущее. Технологии без права на сбой» рассказал, что компания предъявляет к качеству связи высокие требования. Для решения задач внедрения технологической сети, беспилотного ведения поездов, предоставления сервисов для пассажиров рассматривается весь спектр существующих технологий связи. Большое внимание

уделяется связи на BCM. В ее основе – технологии TSN Radio-Ethernet. Исследуются возможности применения LTE и 5G, а также низкоорбитальной спутниковой группировки.

ОАО «РЖД» выступает национальным полигоном для развития технологий связи нового поколения и формирования новых отраслевых стандартов. Так, на МЦК развернут первый отечественный полигон широкополосной железнодорожной связи LTE. На станции Бекасово Московской дороги уже проведено множество испытаний оборудования различных производителей.

Кроме того, холдинг «РЖД» разрабатывает большое число проектов, уникальных по своему функционалу и масштабу. Технологические решения компания готова продвигать на международных рынках. Наибольшим экспортным потенциалом обладают проекты с применением передовых технологий, в том числе ИИ:

цифровая железнодорожная станция. Проект предполагает автоматизацию процессов, связанных с управлением маневровыми локомотивами, сортировкой, роботизированной сцепкой и расцепкой вагонов, контролем состояния подвижного состава, мониторингом инфраструктуры;

беспилотные поезда. ОАО «РЖД» испытывает беспилотное вождение пассажирских поездов и маневровых локомотивов по 4 уровню автоматизации (полностью беспилотное управление, без машиниста в кабине);

АСУ «Экспресс». Система явля-

ется стандартом управления процессом перевозки пассажиров на пространстве 1520 мм. Она имеет серьезный рыночный потенциал в дружественных странах.

Спикером на сессии «Корпоративная социальная ответственность российских компаний: поддержка семей с детьми и профилактика социального сиротства» выступил заместитель генерального директора ОАО «РЖД» **С.Ю. Саратов**. Он рассказал о программе поддержки семей с детьми. Работникам предоставляются дополнительные выходные дни, оказывается финансовая помощь, отдельным категориям сотрудников частично компенсируются услуги няни. Летом дети работников могут отдыхать в корпоративных оздоровительных лагерях с оплатой 95 % стоимости путевки компанией.

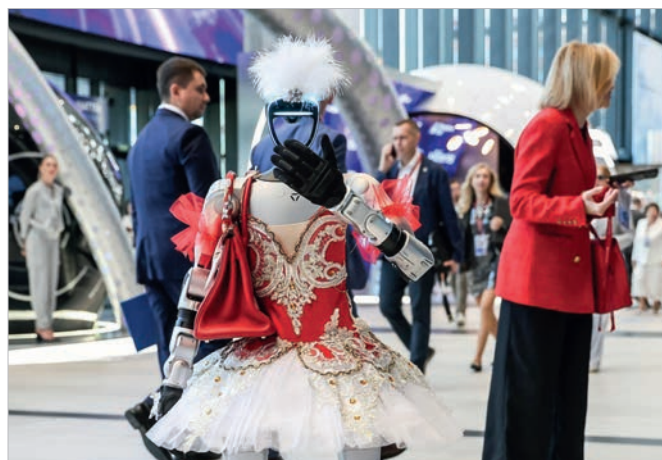
Для семей сотрудников также действуют различные медицинские программы, ипотечная программа с субсидированием процентной ставки, гибкий график работы и доплаты к пособию по беременности и родам.

В 2025 г. стартовал проект «Добро пожаловать в семью РЖД» для детей-сирот и детей, находящихся в трудной жизненной ситуации. Его цель – помочь ребятам войти во взрослую жизнь. Подросткам помогают освоить железнодорожную профессию, за ними закрепляется наставник, их вовлекают в молодежные проекты и волонтерское движение.

О росте перевозок продовольственных грузов сообщила заместитель генерального директора – начальник Центра фирменного транспортного обслуживания **И.Г. Магнушевская** в рамках сессии «Пазл мировой продовольственной безопасности: недостающие элементы».

Так, в прошлом году было перевезено 52,4 млн т. За четыре месяца текущего года перевозки выросли на 32 % и составили 20,6 млн т. Экспортные перевозки увеличились на 72 % – 12,5 млн т.

ОАО «РЖД» совместно с государственными органами и другими участниками ведет постоянную работу по снятию различных регуляторных ограничений, развиваются сервисы ускоренной



В коридорах форума

доставки продовольствия, такие как «Евразийский агроэкспресс».

Деловая повестка форума переплелась с яркой и технологичной выставочной программой. Регионы России удивили уникальными экспозициями: говорящее дерево на основе ИИ, трехмерная копия монумента «Тысячелетие России», макет реконструкции тюрьмы «Кресты» и многое другое.

Интерактивный стенд ОАО «РЖД» позволил заглянуть в будущее пассажирских перевозок. Центральным элементом стало «купе будущего» – цифровая инсталляция, демонстрирующая развитие интерьеров пассажирских вагонов и возможные варианты их дальнейшей эволюции. В экспозиции были представлены четыре варианта дизайна с меняющимися пейзажами регионов России.

Кроме того, компания представила работу системы наведения и процесс передачи квантовых ключей по атмосферному каналу между подвижным объектом и стационарной системой в автоматизированном режиме. Именно так внедряется технология квантового распределения ключей в железнодорожную инфраструктуру на Московском центральном кольце.

За дни работы форума его участники подписали более 1000 соглашений. ОАО «РЖД» и ГК YADRO подписали меморандум о сотрудничестве в сфере развития информационных технологий и решений на базе искусственного интеллекта. Отдельным направлением станет создание совместного технологического стенда для тестирования ИИ-про-

дуктов YADRO и оценки их применимости в ИТ-инфраструктуре РЖД. Среди них: автоматизация протоколирования совещаний, интеллектуальная обработка документов, формирование корпоративных баз знаний и создание ИИ-ассистентов для поддержки аналитической и административной деятельности.

ОАО «РЖД» и федеральная территория «Сириус» подписали соглашение о создании консорциума по внедрению передовых отечественных технологий и решений в транспортно-логистической сфере. Площадкой для апробации инновационных проектов станет федеральная территория «Сириус», где будет создана модель новой транспортной системы.

ОАО «РЖД» и правительство Новгородской области договорились о взаимодействии в рамках подготовки и проведения финала Чемпионата высоких технологий, который пройдет в этом году в Великом Новгороде и будет полностью посвящен транспортной отрасли.

АО «ФПК» подписало три соглашения, направленных на цифровую трансформацию пассажирских перевозок и повышение качества сервиса. С компанией «БЮРО 1440» утверждена дорожная карта по внедрению спутниковой связи нового поколения в поездах дальнего следования. Она предполагает поэтапное оснащение порядка 400 составов высокоскоростным интернетом на базе низкоорбитальной группировки.

Вместе с компанией «Т-Тех-

нологии» АО «ФПК» займется совместным развитием клиентского опыта и созданием новых решений для российского и международного рынков. В том числе, интеграцией программы «РЖД Бонус» на платформе «Путешествия в Т-Банке» и проработкой решений для продажи билетов на туристские поезда, включая удобные инструменты бронирования и оплаты для российских и иностранных пользователей.

С ООО «Яндекс» достигнута договоренность о создании виртуальных 3D-туров по пассажирским вагонам. Это поможет пассажирам получить более подробное представление об условиях организации поездки.

Статус страны-гостя ПМЭФ-2026, приуроченный к 100-летию дипломатических отношений, имела Саудовская Аравия. Королевство развернуло национальный павильон площадью 400 кв. м. в белых тонах, символизирующих мир и богатство. В рамках форума было подписано соглашение о научно-техническом сотрудничестве между Россией и Саудовской Аравией до 2030 г.

ПМЭФ – это не просто крупнейшая деловая площадка России, а культовое событие глобального уровня, задающее тон экономической повестке. Несмотря на турбулентность международных отношений, форум остается уникальной площадкой для выстраивания новых логистических, финансовых и технологических цепочек, а также пространством для открытого, прагматичного диалога.

НАУМОВА Д.В.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ВЕСТНИК

ВОПЛОЩАЯ ИНЖЕНЕРНЫЕ МЫСЛИ

■ По результатам деятельности за 2025 г. Ярославский ИВЦ стал победителем отраслевого соревнования, а также занял первое место в рейтинге инженерной деятельности Северной дороги.

«Мы ответственно подошли к планированию работы инженерного блока на год. Воплощая задуманные проекты, постоянно контролировали выполнение промежуточных этапов, анализировали как свои неудачи, так и успехи соседей по рейтингу», — отмечает начальник технического отдела Н.Ю. Храбров.

В прошлом году работники реализовали несколько успешных идей: внедрили отечественные модемы, модернизировали среду передачи видеосигнала табло ДГПС, а также освоили технологию ремонта блоков питания импортных маршрутизаторов в условиях центра.

Сегодня они активно воплощают в жизнь новые идеи для эффективной и экономичной организации производства. Например, работники отдела эксплуатации информационных технологий инфраструктуры (ЭИТИ) придумали и изготовили деревянный кейс для Led-панелей, использующихся для демонстрации презентаций.



Такие кейсы из фанерных листов и металлического каркаса с шумоизоляцией из вспененного полиэтилена помогают сохранить в безопасности оборудование при транспортировке.

ЛУЧШИЙ РАБОТНИК ТРАНСПОРТА ДОНА

■ Заместитель начальника Ростовского ИВЦ по экономике и финансам — начальник отдела Владимир Вячеславович Фирсов — обладатель почетного звания «Лучший работник транспорта Дона».



Этого звания удостоиваются работники, внесшие значительный вклад в обеспечение стабильного

функционирования транспортного комплекса Ростовской области и активно содействующие развитию транспортной отрасли.

КОНКУРС МАСТЕРСТВА

■ В Арзамасской дистанции СЦБ Горьковской ДИ состоялся конкурс профессионального мастерства. За звание лучшего боролись десять электромехаников и электромонтеров СЦБ.

Теоретическая часть соревнования включала тестирование на знание нормативных документов и вопросов охраны труда, а также демонстрацию навыков «оживления» манекена для оказания первой помощи.

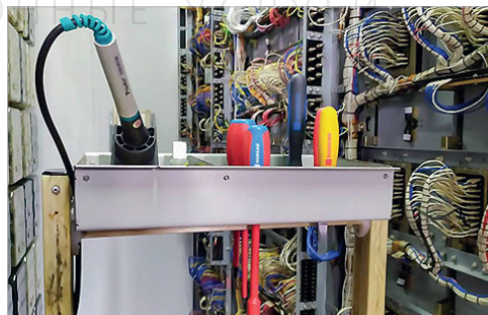
В классе практических занятий участники с помощью специализированных макетов устраняли ложную занятость рельсовой цепи и решали проблему невозможности перевода и потери контроля стрелки.

По сумме набранных баллов первое место занял электромеханик Е.Л. Терентьев. На втором месте — электромеханик А.Е. Назимов, третье место — у электромеханика С.А. Таскаева.

ВСЕ ПОД РУКОЙ

■ Старший электромеханик Борзинской дистанции СЦБ Забайкальской ДИ И.П. Баянов придумал, как иметь все необходимые приборы и инструменты под рукой при проведении измерений или монтажных работ на высоте.

Его решение — дополнительная multifunctional полка, крепящаяся на стремянку. Полку Игорь Платонович изготовил из списанной задней крышки периферийного контроллера.



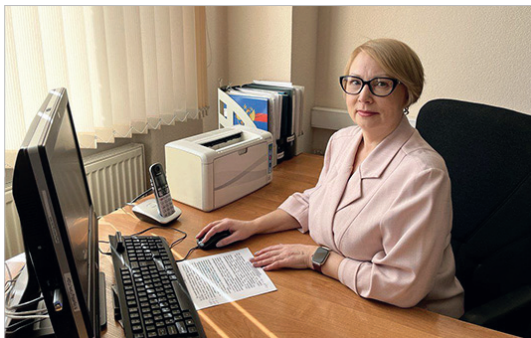
Для размещения паяльника и расходных материалов в полке организовано несколько отделений путем установки перегородки из отрезков крышки корпуса контроллера.

Полка устанавливается и крепится саморезами на верхнюю дугу и стойки стремянки, что позволяет надежно расположить измерительный прибор.

ЛУЧШАЯ ПО ПРОФЕССИИ

■ По итогам прошлого года ведущий технолог Иркутского ИВЦ Ю.В. Власова признана победителем сетевого соревнования и обладателем звания «Лучший по профессии на железнодорожном транспорте».

На своей должности она занимается вводом и корректировкой нормативно-справочной информации о



поездах в автоматизированной системе управления пассажирским комплексом «Экспресс».

Также на ее счету: тестирование системы «Экспресс. Новое поколение», участие в разработке тестов для системы оценки профессиональных компетенций работников ГВЦ и др.

Кроме того, Юлия Владимировна является наставником для молодых сотрудников.

НАСТАВНИЧЕСТВО – ЭТО ПРИЗВАНИЕ

■ Старший электромеханик Ярославского РЦС Ярославской дирекции связи П.В. Косицын стал победителем дорожного тура конкурса «Лучший наставник Центральной станции связи».

Он обучил немало начинающих специалистов. Пятеро из них работают под его началом.

Павел Васильевич считает, что наставник должен быть справедливым и объективным. Для каждого подопечного он старается найти особый подход и подобрать нужную мотивацию, учит не сдаваться, быть ответственным за свои действия, воспитывает чувство уважения к профессии.



«Наставничество – это одновременно и миссия, и призвание. Я не только воспитываю стажеров, но и развиваюсь сам. Учусь шире мыслить, находить новые решения и подходы», – рассказывает Павел.

ПОСАДКА БЕЗ ПАСПОРТА

■ Работники Санкт-Петербургского ИВЦ участвуют в реализации пилотного проекта – сервиса быстрой посадки пассажиров на поезд с использованием биометрии (уникальных физиологических и биологических параметров человека).

В конце прошлого года тестирование автоматизированной системы успешно прошло на Ярославском вокзале Москвы. Сегодня испытания сервиса проходят на маршрутах от Москвы до Нижнего Новгорода, Иваново и Костромы.

«Для нас важно, чтобы технология не воспринималась как сложная или навязанная. Биометрия – дополнительный инструмент, а не замена привычных процессов. Поэтому на этапе апробации мы внимательно анализируем пользовательские сценарии и обратную связь», – отмечает первый заместитель начальника Санкт-Петербургского ИВЦ Л.В. Шатилова.

В ходе тестирования: проанализирован хронометраж информационного потока подтверждения биометрии пассажира; выработаны параметры и требования к сканированию мобильным терминалом, например, на фоне подвижного состава или идущих позади людей; подготовлены рекомендации для проводников: на каком расстоянии от лица пассажира производить сканирование, как учитывать освещение и погодные условия.

В конце прошлого года сотрудники отдела эксплуатации ИТ-инфраструктуры Санкт-Петербургского ИВЦ совместно со специалистами Центра биометрических технологий и АО «Трансинфосеть» выполнили интеграцию автоматизированной системы контроля посадки пассажиров с ключевыми информационными системами РЖД и государственными цифровыми платформами.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ТВОРЕЦ

■ Многие разработки старшего электромеханика дорожной лаборатории службы автоматизации и телемеханики Свердловск-Сортировочной дистанции СЦБ Свердловской ДИ С.В. Кондратьева позволили не только повысить надежность эксплуатируемых устройств ЖАТ, но и значительно сэкономить на приобретении новых.

Например, он в соавторстве с заведующим лабораторией М.В. Лупиным предложил временную схему для замены релейного шкафа системы автоматического управления торможением (САУТ). Вместо шкафа было решено использовать путевую коробку с размещенным в ней генератором САУТ. Эта разработка заняла первое место в дорожном конкурсе на лучшее рационализаторское предложение.



Кроме того, среди разработок Сергея Владимировича:

установка мобильной числовой кодовой автоблокировки переменного тока на блоке БС-ДА (для временной замены устройств ЧКАБ или при возникновении аварийной ситуации);

вынос конденсаторов из блоков питания-коммутации (БПК) и питания (БП).

НАУМОВА Д.В.

НОВОСТИ

КИТАЙ

■ В Китае началась опытная эксплуатация туристического трамвая на водороде. Вагон Hydrogen Spring длиной 15,8 м курсирует на небольшом участке протяженностью 300 м в Чанчуне. Он был создан путем модернизации трамвая серии 200, выпущенного в 1941 г.



От старой машины на электрической тяге практически ничего не осталось: были обновлен кузов, ходовая часть, салон. Внутри расположилось кафе со стульями, столами и диванами.

Энергопотребление составляет 1,5 кВт*ч на 1 км, запас хода – более 320 км, запас водорода в баке – 42,7 кг. Поставщиком топливных элементов выступила китайская компания Guohong Hydrogen Energy. Система хранения водорода обладает высокой ударопрочностью.

Маршрут для Hydrogen Spring планируется расширить до 778 м. Для обеспечения большего тури-

стического потока можно будет также формировать составы до 6 вагонов.

Источник: www.rollingstockworld.ru

■ Специалисты Центра инноваций в области технологий высокоскоростной магнитолевитационной тяги в Дунхуе разогнали прототип маглев-поезда весом 1100 кг до скорости 650 км/ч за семь секунд на участке 600 м.

Для разгона до этой скорости и полной остановки прототипу был отведен участок строящейся маглев-трассы длиной 1000 м. Вся трасса предназначена для эксплуатационной скорости 800 км/ч.

До сих пор для скоростных тестов использовали путь длиной 30–40 км. В данном случае для достижения рекордных результатов в ходе испытаний использовался способ ускорения на короткой дистанции. Для этого потребовались сверхточные измерения скорости и определение местоположения (до 4 мм).

Источник: www.techzd.ru

ДАНИЯ

■ В Копенгаген вернулись трамваи после 53-летнего перерыва. Современная линия трамвая имеет длину 13,1 км и 12 остановок. В будущем линию доведут до 28 км.

По линии курсируют четырехсекционные вагоны трамвая семейства Avenio. Вагон длиной около 37 м рассчитан на перевозку до 260 пассажиров. Интервалы движения при открытии составили 10 мин, позже их обещают сократить вдвое.

Линия конки появилась в Копенгагене в 1863 г., к 1890 г. здесь запустили электрические трамваи, а в 1972 г. линию закрыли.

Источник: www.rollingstockworld.ru

ABSTRACTS

Block-based pipeline method for seamless interaction between railway stations digital twins

SERGEI Y. GRISHAEV, JSC NIIAS, Rostov Branch, Deputy General Director – Director of the Branch, PhD in Engineering, Rostov-on-Don, Russia, s.grishaev@vniias.ru, SPIN-код: 2639-1302

DANIEL V. FEDORIN, JSC NIIAS, Rostov Branch, Leading Programmer at the Software Development Center, Rostov State Transport University, Postgraduate Student, d.fedorin@vniias.ru, SPIN-код: 3646-1810

DMITRY S. POLYANICHENKO, JSC NIIAS, Rostov Branch, Head of the Project Administration Sector, Rostov-on-Don, Russia, d.polyanichenko@vniias.ru, SPIN-код: 7029-1923

SEMYON K. NASTENKO, JSC NIIAS, Rostov Branch, Chief Specialist of the Software Development Center, Postgraduate Student, Rostov-on-Don, Russia, s.nastenko@vniias.ru, SPIN-код: 2242-4749

Keywords: digital twin, digital railway station, inter-module interaction, data transfer protocols, transport protocol interaction standards, modular-conveyor method of data conversion

Abstract. The article is devoted to solving the problem of seamless interaction between various subsystems of large facilities such as railway stations. Currently, Russian Railways is implementing the Digital Railway Station strategic project, which aims to integrate the existing individual subsystems of the station into a single digital automated system. However, there are significant limitations that often prevent the direct integration of all subsystems without additional solutions, specialized operations, and devices for interacting with external subsystems. This is due to the differences in communication protocols, as the individual subsystems of the digital railway station were developed independently, at different times, and by different developers. To address the integration challenge, a modular-pipeline data conversion method is proposed, which has previously been tested in a real-world example of a seaport. The main idea of this method is to transform heterogeneous information from various subsystems into a unified digital data model and a digital twin. The unified digital model provides a comprehensive conceptual description of all ongoing technological processes, both within the system (e.g., the railway station) and at the interface with external systems. This model allows for the use of a unified data standard and eliminates the need for additional adapters. External systems

receive data in a suitable format through the pipeline. The pipeline itself consists of universal modules that handle specific types of information that need to be converted to the appropriate format.

Prospects for the development of U-shaped sensors for rolling stock derailment

VLADIMIR S. KRASILNIKOV, Volga State University of Railway Transport, Nizhny Novgorod Institute of Railway Transport, Department of General Education and Professional Disciplines, Associate Professor, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Nizhny Novgorod, Russia, vkrasilnikov@ya.ru, SPIN-код: 2304-4962

Keywords: descent sensor, rolling stock, impact indication, rail track, lower dimension

Abstract. The purpose of the descent sensors is to monitor the fact of a violation of the lower dimension when the wheelset is coming off, dragging train parts or foreign objects. Monitoring is necessary to prevent an accident when a train enters a station, bridge, or tunnel with a violation of the lower dimension. U-shaped vanishing sensors, like other types of sensors, are subject to vibration from vibrations of the sleeper rail. Prolonged dynamic exposure causes fatigue cracks and corrosion in the sensors, which leads to their degradation. Corrosion in the connections of the electrical circuit elements causes false triggering of the sensors. The aim of the work was to find technical solutions to create more reliable vanishing sensors. For this purpose, U-shaped vanishing sensors were considered, their distinctive features, advantages, disadvantages were identified, and measures to improve their design were proposed.

A Study of the Effects of operational parameters on the variation of the Magnetic Field Induction generated by the Reverse Traction Current in the rail defect zone

YURI V. MOGILNIKOV, Ural State Transport University, Department of Automation, Telemechanics, and Communications in Railway Transport, Senior Lecturer, Yekaterinburg, Russia, yuram1987@list.ru, SPIN-код: 5928-4236

ALEKSANDR V. PARANIN, Ural State Transport University, Department of Transport Power Supply, Associate Professor, PhD in Engineering, Yekaterinburg, Russia, AParanin@usurt.ru, SPIN-код: 4088-6361

Keywords: rail defects, magnetic field modeling, finite element method, traction current, magnetic field induction, sensor position above the rail head

Abstract. The article examines the possibility of detecting defects in rails based on changes in magnetic field induction caused by reverse traction current under various operational parameters. Finite element modeling was used to analyze the influence of operating parameters on changes in magnetic field induction in the defect zone. The parameters considered include the magnitude of the traction current and the location of the measurement sensor in the vertical and horizontal planes above the rail head for different rail defects.

The use of reed switches in an automated seven-wire arrow control circuit

ANDREY V. PULTYAKOV, Irkutsk State University of Communications, Head of the Department of Automation, Telemechanics and Communications, Candidate of Technical Sciences, Irkutsk, Russia, pultyakov@irgups.ru, SPIN-код: 1912-4651

KONSTANTIN V. MENAKER, Zabaikal Railway Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, Department of «Power Supply», Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Chita, Russia, menkot@mail.ru, SPIN-код: 7118-7648

MAXIM V. VOSTRIKOV, Zabaikal Railway Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, Department of «Power Supply», Candidate of Technical Sciences, Chita, Russia, aspirin1979@mail.ru, SPIN-код: 7487-0796

Keywords: electric switch drive, arrow, reed switch, sensor, auto switch, automated seven-wire arrow control circuit, train safety

Abstract. Magnetically controlled reed switches for arrow position monitoring (DMG) at one time became a worthy alternative to the contact type switch switch of the SP-6M electric switch. The modification of the switch electric drive based on DMG sensors was designated SP-6MG, and they began to be massively introduced across the Russian railway network. It was assumed that the reliability and durability of the SP-6MG electric drives would be significantly higher than the traditional SP-6M due to the use of contactless control devices [1]. However, the incident that occurred in June 2022 at the Andrianovskaya station of the East Siberian Railway, connected with the welding of reed contacts and false control of the arrow position, led to the need to replace the SP-6MG electric switch drives with SP-6M electric drives with an auto switch [2]. A large number of SP-6MG electric switch drives were sent for storage and subsequent disassembly. The article presents research results that show that these electric drives can be successfully used as part of an automated seven-wire arrow control circuit in the MPC-EL system without reducing the level of train safety.

A method for protecting optical fibers from critical bending in aerial optical cable splice closures

MIKHAIL V. DASHKOV, Department of Communication Lines and Measurements in Communication Engineering, Povolzhsky State University of Telecommunications and Informatics, Head of Department, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Samara, Russia, dashkov@psuti.ru, SPIN-код: 5318-3591

IVAN N. ALEKHIN, College of Communications, Povolzhsky State University of Telecommunications and Informatics, Lecturer, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Samara, Russia, i.alehin@psuti.ru, SPIN-код: 7087-6295

BORIS V. POPOV, Volga Region State University of Telecommunications and Informatics, Department of Communication Lines and Measurements in Communication Engineering, Professor, Candidate of Technical Sciences, Samara, Russia, inkat@inbox.ru, SPIN-код: 5261-2490

VIKTOR B. POPOV, Volga Region State University of Telecommunications and Informatics, Department of Communication Lines and Measurements in Communication Engineering, Professor, Candidate of Technical Sciences, Samara, Russia, inkat@inbox.ru, SPIN-код: 6917-4379

Keywords: optical fiber, optical cable, splice closure, bends, temperature fluctuations, transmission parameter degradation

Abstract. During the operation of aerial fiber-optic communication lines in regions with significant seasonal temperature fluctuations, «extrusion» of the optical fiber from the optical cable into the splice closures may occur. This phenomenon is caused by the significant difference in the coefficients of linear thermal expansion of the materials of the cable's structural elements, leading to relative displacement of the optical fiber within the loose tubes. Consequently, bends with an unacceptably small radius can occur in the splice closure tray, resulting both in degradation of the optical path transmission parameters and increased mechanical stress in the optical fiber. The article presents a description of developed methods for installing the optical cable in closures, which ensure protection of the optical fibers from bends below the minimum allowable radius.

Remote monitoring of driverless train operation based on transmission of the geometric state of the scene

SERGEI V. BUSHUEV, The Ural State University of Railway Transport, Vice-Rector for Research, Dr. Sc. Eng., Assoc. Prof., Yekaterinburg, Russia, SBushuev@usurt.ru, SPIN-код: 6335-0668

ANTON N. POPOV, The Ural State University of Railway Transport, Assoc. Prof., Dept. of Automation, Telemechanics and Communications in Railway Transport, Ph.D., Yekaterinburg, Russia, ANPopov@usurt.ru, SPIN-код: 6207-4489

ILIA D. VERSHININ, The Ural State University of Railway Transport, Post-graduate at the Dept. of Automation, Telemechanics and Communications in Railway Transport, Yekaterinburg, Russia, Ivershinin@usurt.ru, SPIN-код: 1925-3748

Keywords: driverless train, remote monitoring, teleoperation, point cloud, digital twin, communication channel bandwidth

Abstract. The paper considers an approach to remote monitoring of driverless train operation based on transmitting the geometric state of the scene in the form of a point cloud followed by visualization using a digital twin of the railway section. It is shown that video transmission imposes high requirements on communication channel bandwidth and latency, while not providing the operator with complete spatial awareness. A comparison is made between the required transmission rate for an h.264 compressed video stream and for a compressed three-dimensional representation of the scene. It is established that, at low and medium data density, the required bandwidth is lower than that of a video stream, while spatial data contain information about scene depth, object position, and object dimensions. The study concludes that transmitting a geometrically and semantically meaningful description of the scene is a promising approach for remote monitoring systems of driverless trains.



АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

Главный редактор: Филюшкина Т.А.

Редакционная коллегия:

Аношкин В.В.; Безродный Б.Ф., д-р техн. наук;
Воронин В.А.; Вохмянин В.Э.; Долгий А.И., канд. техн. наук;
Кайнов В.М., канд. техн. наук; Канаев А.К., д-р техн. наук;
Кобзев С.А.; Назимова С.А.; Насонов Г.Ф.;
Никитин А.Б., д-р техн. наук; Орехов Э.Г.; Перотина Г.А.;
Розенберг Е.Н., д-р техн. наук;
Розенберг И.Н., д-р техн. наук; Семион К.В.; Сиделев П.С.;
Танаев В.Ф.; Трясов М.С., канд. техн. наук;
Хромушкин К.Д., канд. техн. наук; Чаркин Е.И.

Редакционный совет:

Балакирев В.В.; Бубнов В.Ю.;
Гершвальд А.С., д-р техн. наук; Гоман Е.А.;
Горбунов А.Е., канд. техн. наук;
Горелик А.В., д-р техн. наук; Ефанов Д.В., д-р техн. наук;
Журавлёва Л.М., д-р техн. наук; Лисин С.Ю.; Петренко Ф.В.;
Петров А.И.; Поменков Д.М., канд. техн. наук;
Сансызбаев М.А.; Сергеечев Н.А.; Солдатенков Е.Г.;
Талалаев В.И., канд. техн. наук; Ушакова А.С.;
Черномазов А.В.; Шабельников А.Н., д-р техн. наук;
Шаманов В.И., д-р техн. наук;
Шубинский И.Б., д-р техн. наук

Журнал включен в базы данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science, а также в актуальную версию Единого государственного перечня научных изданий – «Белый список»

Решением Президиума ВАК Минобрнауки России от 27 января 2016 г. журнал «Автоматика, связь, информатика» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий

Использование и любое воспроизведение на страницах интернет-сайтов, печатных изданий материалов, опубликованных в журнале, разрешается только с письменного согласия редакции

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-21833 от 07.09.05

Адрес редакции: 107174, Москва, ул. Новая Басманная, д. 4–6, стр. 2

E-mail: asi-rzd@mail.ru, www.asi-journal-rzd.ru

Телефоны: +7 (985) 774-07-31; +7 (499) 262-16-44; +7 (499) 262-54-29.

Подписано в печать 30.06.2026. Формат 60х88 1/8. Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00. Уч.-изд. л. 10,1. Зак. 26132

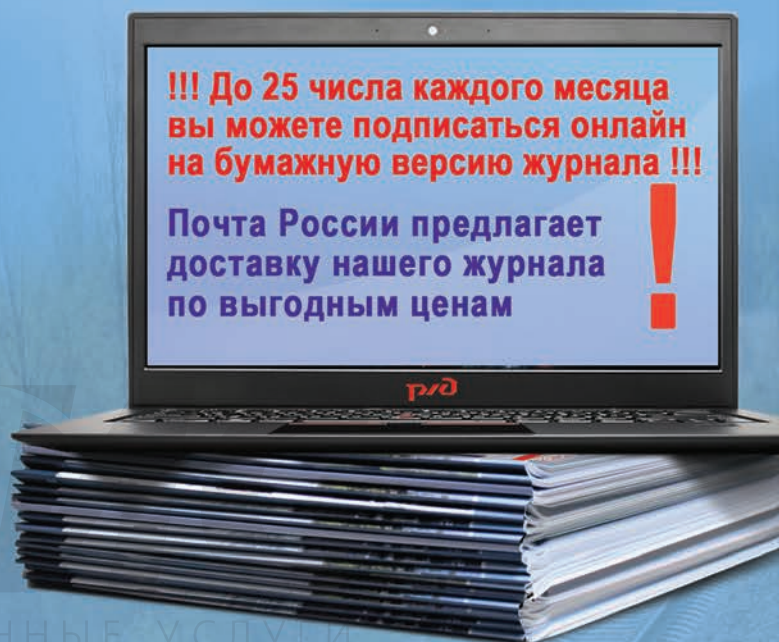
Отпечатано в типографии ЗАО «Алгоритм+» 420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36

© Москва «Автоматика, связь, информатика», 2026

ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Журнал «Автоматика, связь, информатика» более 100 лет является единственным источником полезной информации в области железнодорожной автоматики, телемеханики, связи, вычислительной техники, информатизации транспорта.



Свидетельством его высокого научно-технического уровня является то, что он входит в перечень ведущих периодических изданий, публикация в которых учитывается при защите докторской и кандидатской диссертаций Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки РФ, а также в базу данных «Russian Science Citation Index» (RSCI), доступ к которой осуществляется через платформу Web of Science. Журнал включен в актуальную версию Единого государственного перечня научных изданий – «Белый список»

Адрес редакции:
107174, Москва,
ул. Новая Басманная,
д. 4-6, стр. 2

Телефоны:
+7 (985) 774-07-31
+7 (499) 262-16-44
+7 (499) 262-54-29



Для оформления онлайн-подписки достаточно перейти по ссылке <https://podpiska.pochta.ru/press/П5063>, заполнить заявку на получение журнала на домашний адрес, до востребования или через почтовый ящик и оплатить ее

Оформить онлайн-подписку также можно через наш сайт www.asi-journal-rzd.ru в разделе «Подписка»



Электронную версию отдельных статей журнала можно приобрести на сайте Научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7655

Оформить подписку на электронную версию журнала можно на сайте ООО «Агентство «Книга-Сервис» http://akc.ru/itm/avtomatika-svy_az-informatika/



Рекламно-информационное сотрудничество — эффективная поддержка в продвижении вашего бизнеса



Наши отраслевые журналы ориентированы на широкий круг читателей — от руководителей и специалистов до студентов и учащихся железнодорожных учебных заведений.

- Журнал «Железнодорожный транспорт» издается с 1826 г.
- Журнал «Путь и путевое хозяйство» издается с января 1957 г.
- Журнал «Локомотив» издается с 1957 г.
- Журнал «Вагоны и вагонное хозяйство» издается с 2005 г.
- Журнал «Железные дороги мира» издается с 1961 г.
- Журнал «Автоматика, связь, информатика» издается с 1923 г.

Нас читают во всех регионах России, в десятках стран ближнего и дальнего зарубежья, на предприятиях магистрального и промышленного железнодорожного транспорта.

Наше сотрудничество будет полезным для налаживания взаимовыгодных контактов, деловых партнерских отношений.

**По вопросам размещения рекламы
обращаться в ЦНТИБ ОАО «РЖД»**

Телефон: (499) 262-54-29

E-mail: berezinazhv@center.rzd.ru

Почтовый адрес: 107078, г. Москва, Новая Басманная, д. 4–6, стр. 2

