

И. В. Кандалов, технический директор АО «НПЦ ИНФОТРАНС»,
Г. Орглмайстер, руководитель службы инфраструктуры железной дороги Zentralbahn

Диагностика пути с использованием регулярно обращающегося поезда на железной дороге Zentralbahn

Железная дорога Zentralbahn расположена в центральной части Швейцарии и включает в себя несколько линий метровой колеи общей протяженностью 108 км, по которым в 2018 г. перевезено более 10 млн пассажиров. Недавно она стала первой в Западной Европе железной дорогой, где для диагностики пути применяется автономная бортовая система, установленная на пассажирском поезде.

Для обеспечения безопасности эксплуатационного процесса и прогнозирования развития состояния пути Zentralbahn регулярно контролирует состояние инфраструктуры, прежде всего железнодорожного пути. До последнего времени для этого применялся визуальный контроль, проводимый обслуживающим персоналом. Так-

же один раз в год замерялись параметры пути при помощи диагностического оборудования, установленного на подбивочной машине компании Sersa.

Для железных дорог с метровой колеей не существует технического решения в виде специального поезда, способного измерять

параметры пути. Это экономически нецелесообразно по причине небольшой протяженности таких железных дорог в Швейцарии.

Вместе с тем выполнение периодической автоматизированной и достоверной диагностики состояния пути с целью рационального содержания инфраструктуры становилось все более актуальным. Железная дорога Zentralbahn сформулировала следующие требования к обновлению имевшейся технологии диагностики:

- проведение измерений с установленной на участке скоростью и с реальной нагрузкой обращающегося подвижного состава на инфраструктуру;
 - возможность мониторинга и прогнозирования изменения состояния пути;
 - своевременное проведение мер по содержанию и ремонтам пути;
 - использование данных для подготовки отчета о состоянии сети.
- Ежегодный отчет о состоянии железнодорожной инфраструктуры предоставляется в Федеральное управление транспорта Швейцарии (BAV);
- использование данных для управления инфраструктурой (но-



Рис. 1. Пассажирский электропоезд FINK, оборудованный бортовой системой диагностики пути ATM

вый инструмент, ввод в эксплуатацию с 2019 г.);

- комбинация автоматической диагностики, обходов и информации от машинистов для полноценной фиксации состояния пути;
- фокусирование на предупредительном содержании пути;
- сокращение расходов на содержание пути в среднесрочной перспективе.

Основными требованиями к новым средствам диагностики были максимальная автономность, оптимальная стоимость, простота обслуживания, строгое соответствие действующим стандартам, высокая точность и эффективность.

Автономная диагностическая система ATM

Решение, которое полностью удовлетворяло предъявленным требованиям, предложила российская компания «НПЦ ИНФОТРАНС» из Самары. Компания имеет многолетний опыт по поставке различных систем и средств диагностики железнодорожной инфраструктуры на всем «пространстве 1520». Начиная с 2013 г. она поставляет диагностическое оборудование на рынок Западной Европы.

Техническое решение компании «НПЦ ИНФОТРАНС» предусматривает установку автономной диагностической системы на подвижной состав, эксплуатирующийся на железной дороге Zentralbahn. Такое решение является проверенным и отработанным: еще в 2015 г. в рамках совместного проекта с ОАО «РЖД» и компанией Siemens автономную информационно-измерительную систему (ИИС) контроля геометрии пути и рельсов «ИНФОТРАНС-Веларо Рус» впервые установили на высокоскоростном пассажирском электропоезде «Сапсан» («Velaro Rus») без вмешательства в его штатные системы и без потери пассажирских мест. Поезд перевозит пассажиров на маги-

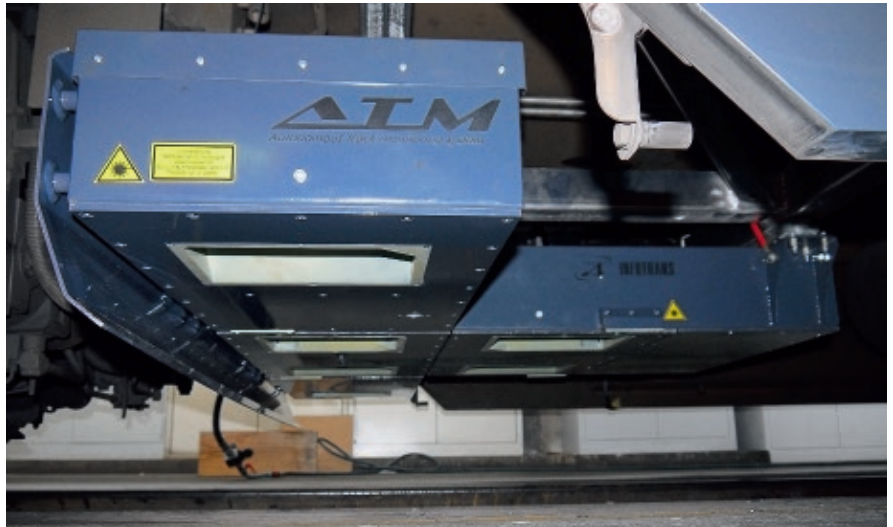


Рис. 2. Измерительная аппаратура системы ATM под кузовом вагона электропоезда

страли Москва – Санкт-Петербург и одновременно выполняет диагностику состояния пути и рельсов в условиях реального взаимодействия с высокоскоростным составом.

Второй подобной системой стала ИИС «ИНФОТРАНС-Ласточка», которая установлена на одном из электропоездов «Ласточка», работающем на Московском центральном кольце, и имеет значительно расширенную функциональность. Главное преимущество автономных систем заключается в том, что они работают без участия оператора, занимают минимум места, автоматически получают и обрабатывают диагностическую информацию, контролируют работоспособность оборудования.

Аналог такой системы, адаптированной под требования железной дороги Zentralbahn и метровую колею, был разработан и поставлен в 2018 г. Система, получившая название ATM (Autonomous track monitoring system), смонтирована на трехвагонном электропоезде FINK постройки компании Stadler (рис. 1). Установленная на поезде система позволяет осуществлять диагностику состояния пути и рельсов непосредственно в процессе перевозки пассажиров. Само измерительное оборудова-

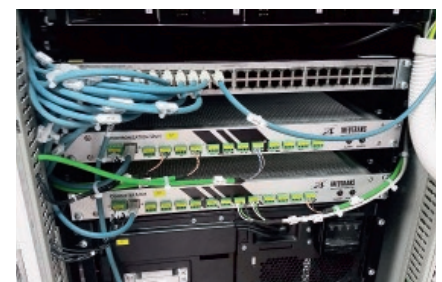


Рис. 3. Стойка с аппаратурой системы ATM в салоне вагона электропоезда FINK

ние размещено под кузовом вагона (рис. 2), а в салоне установлена стойка с вычислителями и системой хранения и обмена данными (рис. 3).

В процессе разработки аппаратура измерительной системы была адаптирована для работы в специфических условиях горной железной дороги с большим количеством кривых малого радиуса, уклонами до 120%, участками с зубчатой передачей, резким перепадом высот и сложными погодными условиями. Для этого в составе ATM были установлены оптические датчики с расширенным полем зрения, приняты специальные меры по предотвращению за-

потевания стекол защитных бленд. Также для выполнения требований нормативной документации были доработаны алгоритмы обработки и оценки измерений.

Специально для Zentralbahn в системе ATM реализована функция, позволяющая по мобильной сети с помощью web-интерфейса удаленно управлять работой системы. С октября 2018 г. началась постоянная эксплуатация пассажирского поезда с системой ATM.

Функции системы

Ядром системы ATM является измерительная платформа MIBIS, включающая инерциальную систему и набор высокоточных лазерных сканеров, а также сервисное оборудование, обеспечивающее работоспособность ATM в широком диапазоне погодных-климатических условий. Для привязки к координате пути используются данные одометра, автоматически определяемые стрелочные переводы и план пути. В реальном времени, непосредственно в процессе проезда, выполняются измерения и производятся вычисления всех необходимых параметров. Для хранения измерительных данных и параметров на поезде размещены серверы

данных с накопителями объемом 5 Тбайт.

В соответствии с действующими в Швейцарии нормативами для железных дорог метровой колеи (RTE 22540) производятся измерения и оценка следующих параметров: ширина колеи, уровень, перекос, горизонтальная и вертикальная стрелы изгиба, кривизна. Кроме того, система автоматически определяет тип уложенных рельсов (профиля 36 E3, или 46 E1, или 54 E2) и вычисляет различные параметры износа головок рельсов в соответствии с национальным швейцарским регламентом R I-22070. Все эти параметры необходимы для оценки состояния пути. Вычисление параметров осуществляется в реальном времени с шагом 25 см во всем диапазоне скоростей движения подвижного состава. Максимальная скорость движения на участках Zentralbahn составляет 100 км/ч (в будущем планируется ее увеличение до 120 км/ч), в России данная система эксплуатируется на скорости до 250 км/ч.

В рамках данного проекта железную дорогу Zentralbahn заинтересовало еще одно решение компании «НПЦ ИНФОТРАНС»: информационно-аналитическая система

диагностики и мониторинга инфраструктуры «ЭКСПЕРТ». Система построена на принципах обработки больших объемов данных по технологии Big Data. Она предназначена для сбора данных с автоматизированных средств диагностики, их накопления, синхронизации и обработки с целью дальнейшего технико-экономического анализа состояния инфраструктуры, планирования ремонтов и оценки их качества.

Главная особенность системы «ЭКСПЕРТ» — открытость, масштабируемость, ориентация на web-технологии, возможность доступа пользователя (при наличии соответствующих прав) через универсальный интерфейс к информации, хранящейся в системе, практически из любой точки земного шара. Каждый руководитель всегда имеет доступ к достоверной и объективной информации, где бы он ни находился.

Внимание железной дороги Zentralbahn привлек ряд разработанных «НПЦ ИНФОТРАНС» приложений, которые на основе данных системы «ЭКСПЕРТ» решают важные задачи мониторинга и прогнозирования изменения состояния путевой инфраструктуры с сопутствующим эффективным управлением ее содержанием:

- определение предотказного состояния инфраструктуры по состоянию геометрии рельсовой колеи и рельсовых скреплений;
- комплексный анализ предотказного состояния бесстыкового пути;
- определение нестабильных во времени участков земляного полотна.

Zentralbahn приняла решение провести опытную эксплуатацию системы «ЭКСПЕРТ» и ее приложений. Для этого была реализована уникальная кооперация: данные, получаемые системой ATM, передаются с FTP-сервера в офисе Zentralbahn в расположенный в Самаре центр обработки данных «НПЦ ИНФОТРАНС», где накаплива-

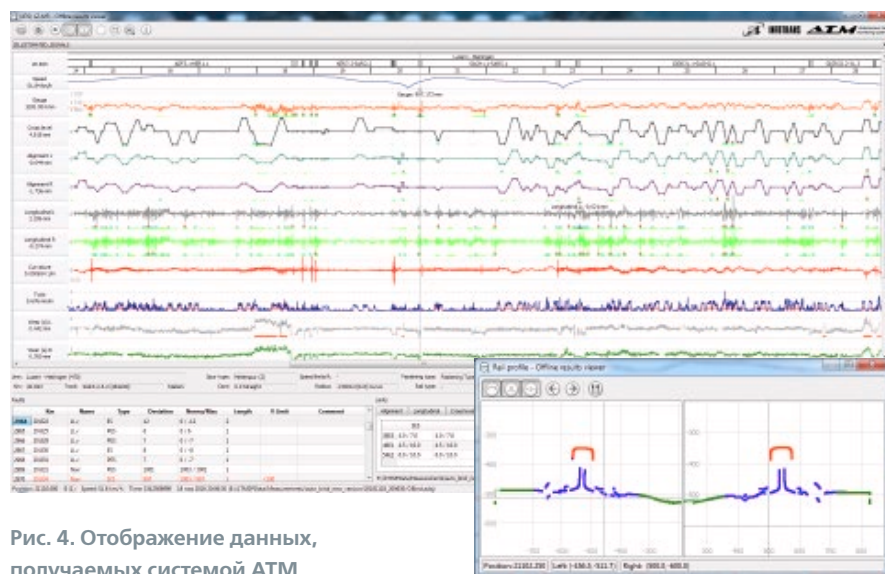


Рис. 4. Отображение данных, получаемых системой ATM

ются и обрабатываются системой «ЭКСПЕРТ». Специалисты Zentralbahn с помощью web-интерфейса имеют полный доступ к результатам мониторинга, анализа и прогнозирования развития состояния инфраструктуры, которые уже сейчас используют для планирования ремонтных работ. Весь этот интересный проект ориентирован на повышение надежности и безопасности пассажирских перевозок.

Опыт эксплуатации

Уже первые результаты, полученные системой ATM, подтвердили правильность принятого решения: система позволяет проводить диагностику в рамках регулярной эксплуатации и с высокой точностью. В сети Zentralbahn были определены участки, где имеются отклонения от нормативного состояния верхнего строения пути. За счет того что теперь диагностика ведется под реальной поездной нагрузкой, были обнаружены проблемные места, до этого неизвестные. Накопленный опыт эксплуатации показал, что для эффективного прогнозирования развития состояния пути необходим сбор информации как минимум за один год. Специалисты российской компании проявляют гибкость и оперативность, удовлетворяя потребности Zentralbahn, возникающие в процессе освоения новых технологий.

К преимуществам нового подхода к диагностике можно отнести возможность работы с данными с любого рабочего места и даже со смартфона. Комфортные пользовательские инструменты обеспечивают наглядную визуализацию и облегчают интерпретацию диагностических данных (рис. 4). Появилась возможность перейти от периодического обслуживания путевой инфраструктуры к обслуживанию, ориентированному на фактическое состояние. Мониторинг состояния пути позволяет своевременно пла-

Рис. 5. Диагностическая система ATM в работе



нировать необходимые ремонтные работы, не дожидаясь перехода пути в опасное состояние. Как результат, Zentralbahn ожидает улучшения состояния верхнего строения пути в среднесрочной перспективе и сокращения расходов на его содержание. Для клиентов Zentralbahn, в свою очередь, это означает повышение уровня безопасности и комфортности поездок.

Сейчас Zentralbahn является единственной железной дорогой в Западной Европе, которая может проводить полную диагностику нагруженного пути в рамках стандартного графика движения пассажирских поездов. В конце февраля 2019 г. руководством службы инфраструктуры железной дороги Zentralbahn в г. Штансштатт неподалеку от Люцерна для западноевропейских СМИ была проведена презентация этого инновационного проекта. Представители различных СМИ смогли воочию убедиться в его уникальности: им была предоставлена возможность проехать на пассажирском поезде и в режиме реального времени увидеть работу измерительной системы (рис. 5).

В начале июня Zentralbahn и «НПЦ ИНФОТРАНС» представили проект в г. Арау (Швейцария) на очередной встрече ассоциации RAILplus, в которую входят 18 железных дорог Швейцарии метровой колеи общей протяженностью око-

ло 1300 км. Всего в Швейцарии около 50 горных железных дорог. Эти железные дороги, как правило, имеют ширину колеи от 800 до 1000 мм, они поднимаются на высоту почти 3500 м (JungfrauBahn, которая является самой высокогорной в Европе), уклоны на них достигают 480‰ (железная дорога на гору Пилатус). Несмотря на свою небольшую протяженность, эти железные дороги отличаются сложным устройством, имеют кривые радиусом до 60 м, многие дополнительно оснащены зубчатой передачей для преодоления крутых подъемов. Вопросы безопасности для таких железных дорог стоят особенно остро. Железные дороги малой протяженности имеют специальный подвижной состав и не могут позволить себе приобретать диагностические поезда или выделить под диагностику хотя бы один вагон. В результате контроль состояния путевой инфраструктуры на них осуществляется визуально или с помощью ручных средств измерения.

Компания «НПЦ ИНФОТРАНС» представила участникам встречи свою новую разработку – систему ATM mobile, которая является развитием системы ATM и отличается малыми габаритами, небольшой массой и может быть легко установлена практически на любую подвижную единицу, в том числе и с низким уровнем пола.