

Система передачи данных мобильного диагностического комплекса железнодорожной инфраструктуры: опыт эксплуатации, проблемы и решения

О. Г. Евдокимова

*Петербургский государственный университет
путей сообщения Александра I*

evdokimovaog_kf@mail.ru

Д. Р. Митронин

*Петербургский государственный университет
путей сообщения Александра I*

mitronin.dmitriy.94@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена система передачи данных диагностического подвижного состава, а также требования, обусловленные общими тенденциями к скоростной комплексной диагностике железнодорожной инфраструктуры (для повышения безопасности движения поездов за счет своевременного выявления, предупреждения о возникновении необратимых отказов и устранение неисправностей, которые могут привести к авариям и крушениям), возможностью передачи результатов диагностики в единую корпоративную автоматизированную систему инфраструктуры в режимах онлайн и постобработки. На основе опыта эксплуатации выполнен анализ факторов, влияющих на стабильность работы системы передачи данных, и сформулированы требования, которые следует учитывать при разработке решений по модернизации.

Ключевые слова: система передачи данных, связь, подвижной диагностический комплекс

I. ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожная инфраструктура является ключевым элементом транспортной системы, обеспечивающим безопасное и эффективное движение поездов. Для поддержания ее в исправном состоянии необходимо своевременно отслеживать появление дефектов и отклонений в состоянии железнодорожного пути и объектов инфраструктуры, таких как: мосты, тоннели и платформы. Традиционные методы требуют значительных временных и трудовых затрат, что обуславливает внедрение современных технологий контроля.

Одними из наиболее эффективных решений в данной области являются мобильные диагностические комплексы (МДК), которые обеспечивают оперативный мониторинг состояния пути, контактной сети, сигнализации и других элементов без необходимости нарушения графиков движения поездов.

МДК представляет собой передвижные лаборатории, оснащенные различными измерительными устройствами, такими как:

- Лазерные и оптические сканеры – для анализа геометрических параметров пути, определения износа рельсов и отклонений в их расположении.

- Контактный путеизмеритель – для контроля параметров ширины рельсовой колеи положения рельсов по высоте друг против друга.
- Ультразвуковые дефектоскопы – для обнаружения скрытых повреждений на рельсах.
- Системы видеоконтроля – для контроля состояния объектов верхнего строения пути и инфраструктуры, включая мосты, тоннели и платформы.
- GPS и инерциальные измерительные системы – для точного определения координат дефектов.

Использование мобильных диагностических комплексов [1] позволяет значительно повысить безопасность движения, снизить затраты на ремонтные работы и минимизировать влияние человеческого фактора.

С развитием диагностики состояния устройств и объектов железнодорожной инфраструктуры и появлением более совершенных средств контроля. Возрастают и объемы данных, получаемых с систем измерения и контроля параметров состояния железнодорожной инфраструктуры. Это требует применения более инновационного подхода к устройствам передачи данных, имеющихся на диагностическом комплексе инфраструктуры. Также следует учитывать необходимость оперативной передачи информации в случаях аварийных ситуаций, когда требуется срочно передать необходимую информацию в центр диагностики. Это могут быть как и выгрузки из отчетных форм по итогам работы отдельных систем, так и отдельные файлы участков проездов для дополнительной или более детальной проверки контролируемых участков. В итоге может потребоваться применение комплекса мер по модернизации текущей системы обмена данными мобильного диагностического комплекса инфраструктуры для создания стабильного и бесперебойного доступа к сети интернет

II. СБОР, ОБРАБОТКА ДАННЫХ С ОБОРУДОВАНИЯ И ПЕРЕДАЧА В ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ

Мобильные диагностические комплексы могут выполняться на базе пассажирских вагонов и самоходных автомотрис. Они предназначены для комплексной проверки и оценки состояния технических объектов железнодорожной инфраструктуры, связанных

с обеспечением безопасности движения поездов в диапазоне скоростей от 0 до 160 км/ч. Уникальность этих комплексов в том, что в рамках одного диагностического поезда или самоходной подвижной единицы, он объединяет множество различных подсистем контроля, позволяющих измерять и обрабатывать более ста пятидесяти параметров оценки состояния различных объектов.

Одно из основных назначений автоматрис проекта «СЕВЕР» – платформа для размещения диагностических систем различного назначения. На подвижную единицу могут быть установлены системы измерения геометрических параметров пути, ультразвуковой и магнитной дефектоскопии, лазерного трехмерного сканирования. Базовая комплектация автоматрис включает в себя такие разработанные специалистами компании диагностические системы, как:

- комплекс измерения параметров пути «СОКОЛ»;
- комплекс визуального обнаружения дефектов «СВОД»;
- система высокоскоростной дефектоскопии рельсов и автоматизированной расшифровки.

Помимо этих систем, автоматрисы «СЕВЕР», в зависимости от требований заказчика, можно дополнительно оснастить одним или несколькими системами и устройствами, такими как:

- системой бесконтактного контроля геометрических параметров рельсов;
- комплексом георадиолокационного контроля земляного полотна «ОКО»;
- системой контроля габаритов приближения строений;
- системой позиционирования на базе GPS (ГЛОНАСС).

Сбор данных со всех задействованных в проведении контроля систем происходит во время записи проезда-контроля. Данные регистрируются на подчиненных серверах хранения данных, для каждой диагностической системы используется отдельный сервер с соответствующим названием. Для линейного видео-сервер LV, для ультразвукового дефектоскопа – сервер USM, для Путьизмерителя системы СОКОЛ – сервер Track, для системы пространственного сканирования (габаритомер) – сервер GBRT. Все сервера управляются с главного сервера управления MAIN с него же осуществляется запуск всех подчиненных серверов, а также управление системы синхронизации, которая приводит работу всех имеющихся систем к единой координате. Структурная схема сбора информации с систем контроля железнодорожного пути на МДК представлена на рис.1

После получения данных с оборудования систем диагностического комплекса производится первичная **обработка** с использованием программного обеспечения «Интеграл», предназначено для измерения параметров и диагностики дефектов различных элементов путевого хозяйства, для мониторинга и оценки состояния технических объектов железнодорожной инфраструктуры, связанных с движения поездов. Программное обеспечение системы имеет два режима

работы: режим онлайн (реального времени) и режим офлайн (постобработки).

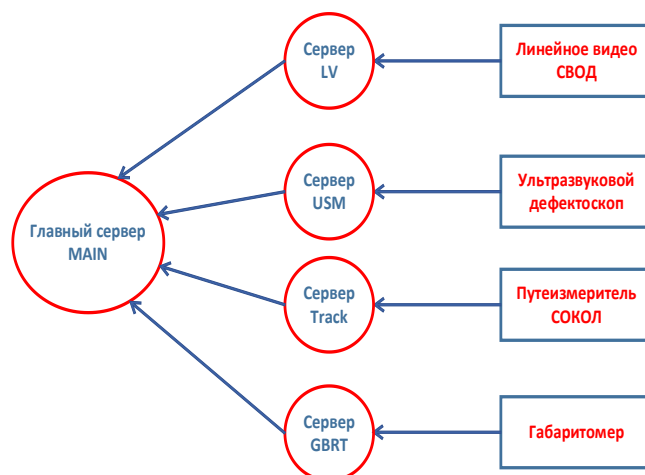


Рис. 1. Структурная схема сбора информации с систем контроля железнодорожного пути

Передача данных в единый центр диагностики и мониторинга (РЦДМ ЕЦР) осуществляется системой обмена данными МДК, которая представляет собой совокупность технических средств, используемых для передачи и получения данных результатов контроля по итогам работы мобильного диагностического комплекса инфраструктуры получаемого с установленного оборудования диагностирования, такого как ультразвуковой дефектоскоп, путьизмерительного оборудования, систем видеоконтроля и пространственного сканирования для последующей передачи данных в ЕЦР при РЦДМ. Структурная схема передачи информации в центр диагностики и мониторинга инфраструктуры представлена на рис. 2.

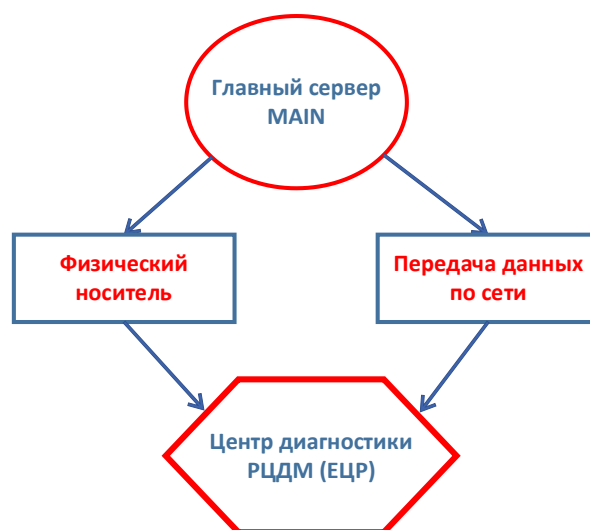


Рис. 2. Структурная схема передачи информации в центр диагностики и мониторинга инфраструктуры

Передача данных с использованием физического носителя. Одним из способов передачи данных контроля, состояния железнодорожного пути и объектов инфраструктуры, полученной по результатам проездов с диагностических комплексов в центр диагностики, для детальной обработки данных контроля, является передача данных на физический съемный носитель (рис. 2). В качестве физического носителя используется

жесткий диск объемом 2–4 терабайта. Физический носитель доставляется на место дислокации диагностического комплекса в независимости от удаленности комплекса от центра диагностики. Отметим, что транспортировка съемного носителя работником центра диагностики от мобильного комплекса и обратно единый центр расшифровки (ЕЦР) в отдельных случаях занимает несколько дней. Жесткий диск подключается через USB-порт к любому рабочему компьютеру, имеющему доступ к серверам, хранящим данные проездов, далее в программном обеспечении «Интеграл» выбираются нужные проезды и осуществляется экспорт всех показаний бортовых систем МДК на съемный носитель. Следует отметить, что время переноса данных сильно зависит от их объема и может варьироваться от 15 минут до 3 часов. После передачи данных работник центра отключает съемный жесткий диск от компьютера и доставляет его в центр диагностики, где происходит детальная обработка данных контроля специалистами.

К преимуществам данного способа передачи информации можно отнести: отсутствие необходимости расходования интернет-трафика. Однако данный способ обладает рядом недостатков таких как: необходимость привлечения работников центра диагностики с отрывом от рабочего места; возможное нарушение нормативных сроков передачи данных в центр диагностики из-за территориальной удаленности МДК от центра диагностики; низкая скорость передачи больших объемов данных; возможные сбои соединения при передаче данных на съемный физический носитель; возможные повреждения физического носителя при его транспортировке и как следствие потеря данных.

Передача данных с использованием сетевых ресурсов. Еще одним из способов передачи данных контроля состояния железнодорожного пути и объектов инфраструктуры полученной по результатам проездов с диагностических комплексов в центр диагностики, для детальной обработки, является метод передачи по сети. В данном методе передача производится с локального сервера, на котором хранятся данные контроля на удаленный, с которого работники центра диагностики самостоятельно выгружают данные для дальнейшей их обработки в отделах расшифровки данных. Следует отметить, что время переноса данных в этом случае зависит от объема передаваемых данных и скорости мобильного интернета.

К преимуществам данного способа передачи информации можно отнести: отсутствие необходимости привлечения работников центра диагностики; возможность своевременно (в нормативные сроки) передать данные контроля проездов; возможность оперативно передать данные при возникновении аварийных ситуаций. Однако данный способ обладает рядом недостатков, выявленных в процессе эксплуатации: недостаточный объем выделенного трафика в имеющихся сетевых модулях (модем) связи для передачи объема данных с бортовых систем; низкая скорость передачи данных сети; отсутствует возможность передачи данных в местах с низким или нулевым уровнем сигнала мобильной сети.

Очевидно, что передачу данных о рабочих проездах мобильного диагностического комплекса предпочтительнее осуществлять по средствам сети передачи данных. Поскольку он является менее

трудозатратным и более быстрым, обеспечивающим большую оперативность передачи данных. Однако передача данных посредством сети не всегда доступна из-за лимитированного трафика и не стабильности мобильной сети. В пределах октябрьской железной дороги есть множество станций, на которых отсутствует стабильная мобильная связь, что делает невозможным передачу данных по сети.

Опыт эксплуатации МДК и установленных систем обмена данными позволяет выделить имеющуюся эксплуатационную специфику передачи данных с систем комплекса. Рассмотрим на примере, в ходе выполнения графика проверки состояния устройств и объектов железнодорожной инфраструктуры всеми имеющимися системами контроля в декабре 2024 года на участке Бологое Московское – Дно была проведена оценка уровня сигнала мобильной сети, необходимого для оперативной передачи данных о возможных критических состояниях. В соответствии с распоряжением 558р от 21.06.2023 г. «О совершенствовании порядка контроля и оценки технического состояния элементов верхнего строения пути, путевых устройств железнодорожной автоматики и телемеханики» [2], согласно пунктов 5.3 и 4.8 «Положения о хранении и передачи файлов видеоконтроля» необходимо передать файл видеоконтроля объемом 32 гигабайта в суточный срок для проведения сплошной расшифровки данных. Передача файла осуществлялась по сети на удаленный сервер. Источником интернета на мобильном комплексе инфраструктуры «СЕВЕР-Интеграл» является 4G модем (рис. 3) оператора Мегафон со стандартной сим-картой и общим объемом лимитированного трафика 30 гигабайт, следует отметить, что после его истечения мобильного интернета значительно падает, препятствуя передаче данных.



Рис. 3. Подключение 4G модема мобильного оператора связи для обеспечения интернетом МДК на всем пути следования

С целью определения возможного места организации передачи данных в ЕЦР в пути следования проводилось наблюдение за скоростью передачи данных и уровнем сигнала мобильной сети: связь отсутствовала на всех межстанционных перегонах, а также на большей части станций, находящихся на пути следования. Однако на карте зоны покрытия мобильной сети «Мегафон» [3] можно увидеть, что практически все железнодорожные станции по ходу проведения контроля находятся в зоне покрытия сигнала от 3G до 4G, что предполагает наличие стабильной связи с доступом в интернет.

По прибытию на станцию Дно удалось осуществить передачу данных по стабильному интернет соединению с удовлетворительной скоростью передачи данных. Однако в полном объеме передаваемых данных превысил лимитированный и скорость интернета упала до 100 Кбит/с.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что проведенный анализ системы обмена данными с учетом условий эксплуатации показал, что используемые методы – передача через физические носители и сетевое соединение – имеют ряд ограничений. Применение жестких дисков требует значительных временных затрат и человеческих ресурсов, а передача по сети ограничена зоной покрытия мобильной сети связи, низкой скоростью передачи и лимитированным трафиком. Эти факторы приводят к задержкам в обработке данных, что может негативно сказаться на своевременном принятии решений по ремонту и обслуживанию железнодорожной инфраструктуры.

Предполагаем, что внедрение передовых технологических решений, например:

- использование многоканальных систем связи с автоматическим переключением между мобильными операторами и резервированием через спутниковые каналы;

- повышение скорости передачи данных не менее 30 Мбит/с для оперативной обработки информации;
- использование безлимитных тарифов на мобильный интернет для исключения ограничений по трафику;
- возможность использования спутниковой связи как резервного источника,

будет способствовать бесперебойной передаче необходимого объема данных, что необходимо для эффективного контроля и обеспечения безопасности железнодорожной инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Распоряжение ОАО РЖД от 27.04.2016 N 777р Об утверждении Концепции развития систем диагностики и мониторинга объектов путевого хозяйства на период до 2025 года [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420365526> (Дата обращения 10.02.2025г.)
- [2] Распоряжение центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» от 21.06.2023 N 558р О совершенствовании порядка контроля и оценки технического состояния элементов верхнего строения пути, путевых устройств железнодорожной автоматики и телемеханики [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297432/ (Дата обращения 02.02.2022г.)
- [3] Карта зоны покрытия Мегафон [Электронный ресурс] URL: <https://gigasims.ru/coverage/megafon> (Дата обращения 10.02.2025г.).