

Интеграция систем непрерывного мониторинга и управления движением на железнодорожном транспорте



Д. В. Ефанов,
к.т.н., доцент кафедры
«Автоматика и
телемеханика на железных
дорогах» Петербургского
университета путей
сообщения Императора
Александра I

В стремительно развивающейся транспортной отрасли все большее значение приобретают средства, позволяющие оперативно определять техническое состояние объектов инфраструктуры и подвижных единиц. Обеспечить надежность и безопасность перевозочного процесса, повысить его качество можно только при своевременной фиксации отклонений рабочих параметров технических объектов от допустимых норм. Эту задачу в настоящее время решают средствами периодического и непрерывного мониторинга.

Периодический мониторинг основан на регламентировании сроков работ по обслуживанию и связан с высокой степенью участия человека в этом процессе. При непрерывном мониторинге техническое состояние объектов определяется в автоматическом режиме с анализом данных и выдачей предупредительных сообщений. Постепенно в области транспорта, в частности железнодорожного, осуществляется переход от периодического мониторинга к непрерывному, что способствует повышению качества технологического процесса и обеспечению его отказоустойчивости и бесперебойности [1]. Основным препятствием для широкого распространения средств и систем непрерывного мониторинга в сети железных дорог РФ выступает значительная стоимость разработки указанных систем, их внедрения и эксплуатации. Кроме того, используемые архитектуры систем мониторинга зачастую оказываются избыточными и мало надежными.

Развитие технологий мониторинга в начале XXI в. привело к тому, что средства непрерывного мониторинга объектов инфраструктуры были выделены в класс устройств, обеспечивающих задачу автоматического определения технического состояния объектов диагностирования. В системах непрерывного мониторинга измерительные контроллеры подключаются к объектам диагностирования, образуя подсистему сбора данных, по трактам передачи дан-

ных информация передается на линейные посты, где обрабатывается и выдается конечному пользователю. Из-за множества объектов диагностирования и их географической распределенности диагностические данные централизуются в специальных ситуационных центрах мониторинга железных дорог (аналог Data Centre), где непрерывно анализируются технологами [1].

Большой объем диагностической информации, создание специальных систем мониторинга и целых структурных подразделений, вовлеченных в обработку данных, привели к тому, что сегодня требуется серьезное совершенствование технологий мониторинга в части взаимодействия средств мониторинга различных объектов инфраструктуры и подвижного состава.

Современное состояние средств мониторинга на железнодорожном транспорте

В контуре управления движением поездов выделяются не только средства регулирования движения в виде обслуживания станционной, перегонной и бортовой автоматики, но и искусственные сооружения пути, мостовых переходов, путепроводов и тоннелей, переездов и устройств энергоснабжения. С течением времени под воздействием предотказных состояний и отказов снижается надежность всех взаимосвязанных объектов железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава [2]. Используя результаты периодического

и непрерывного мониторинга, обслуживающий персонал получает возможность продлить срок безотказной эксплуатации устройств, обеспечивающих движение поездов.

Многие географически распределенные объекты железнодорожной инфраструктуры обслуживаются вручную силами технического персонала. Получаемый в ходе обслуживания результат не всегда объективно свидетельствует о техническом состоянии объекта диагностирования. В процессе обслуживания может произойти критическое ухудшение параметров объекта или обслуживание может быть некачественным. В связи с этим активно развиваются средства непрерывного мониторинга каждой составляющей железнодорожного комплекса (рис. 1). Это развитие, несомненно, оказывает положительное влияние на перевозочный процесс, позволяя повысить его отказоустойчивость, но, тем не менее, несет и некоторое негативное воздействие.

В контуре управления движением поездов важна каждая составляющая. Следует помнить, что железнодорожный комплекс един. Его задача – эффективная реализация технологических алгоритмов по обеспечению надежного и безопасного перевозочного процесса в заданных временных рамках. Другими словами, центральные объекты на железнодорожном транспорте – подвижные единицы, а все остальные объекты предназначены для их безопасного перемещения между пунктами отправления и назначения. Безопасность движения обеспечивается надежностью и безопасностью каждой составляющей.

Современные средства непрерывного мониторинга не предусматривают комплексного мониторинга всех объектов железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава, а также использования получаемой информации в «цепи обратной связи» с системой управления движением поездов [3, 4]. Сегодня средства непрерывного мониторинга направлены на автоматизацию операций по техническому обслуживанию объектов диагностирования [5]. Только в некоторых частных случаях можно прогнозировать изменение технических состояний. Данное утверждение отражает ситуацию на железных дорогах не только в России, но и в мире [6].

Сегодня на железных дорогах РФ наиболее развитыми средствами не-

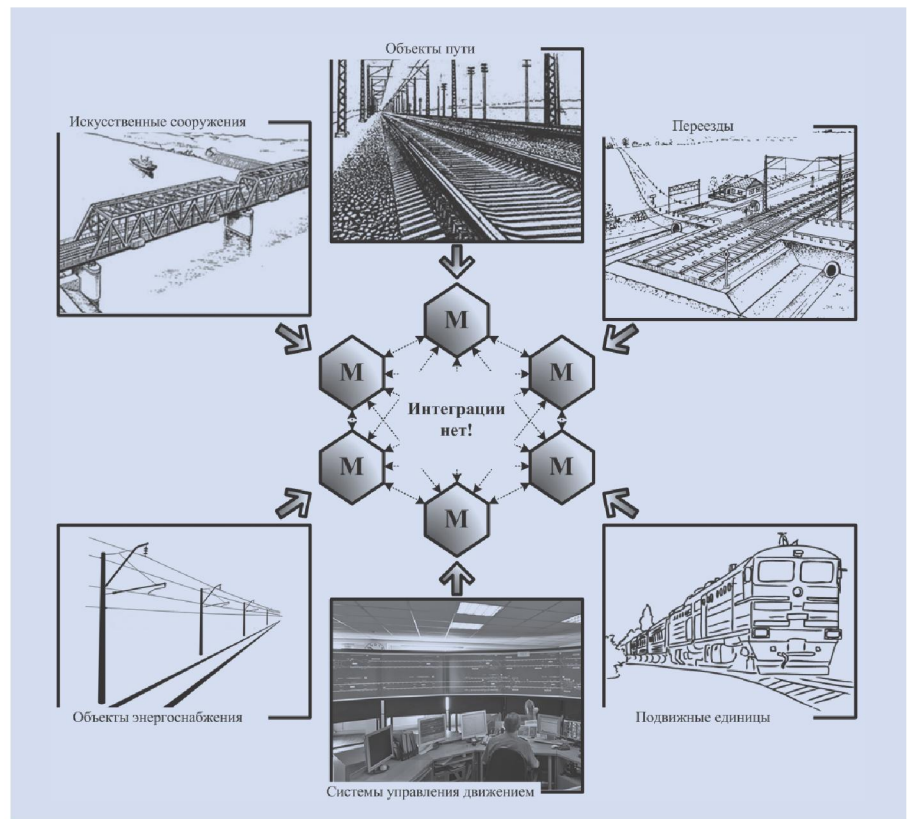


Рис. 1. Принцип децентрализованных систем мониторинга: М – мониторинг состояния

прерывного мониторинга оборудуются объекты железнодорожной автоматики и телемеханики [1]. Разработчики систем мониторинга научились получать разнообразную диагностическую информацию (зачастую это огромный набор данных, даже с избытком). Программные средства систем мониторинга обрабатывают данные и выводят информационные сообщения техническому персоналу дистанций сигнализации, централизации и блокировки. Однако надежность средств мониторинга оставляет желать лучшего: многие технологические ситуации выявляются ложно, увеличивается время обработки данных, для этого требуются большие трудозатраты, как и для обслуживания устройств мониторинга. Кроме того, практика свидетельствует, что нельзя ограничиваться средствами мониторинга устройств автоматики: их отказы составляют малую долю отказов объектов железнодорожной инфраструктуры [7]. Более того, отказы устройств, обслуживаемых персоналом одного из хозяйств (автоматики и телемеханики, энергоснабжения, пути, вагонного или тяги), могут стать следствиями отказов устройств, обслуживаемых сотрудниками других хозяйств. Например, асимметрия обратного тягового тока, часто провоцируемая маг-

нитной пучностью в локализованных зонах напряженно-деформированного состояния рельса, приводит к сбоям сигналов автоматической локомотивной сигнализации, а обрывы струн контактной подвески и снижение натяжения контактного провода – к повреждениям токоприемников электроподвижного состава в тяговом хозяйстве.

Сегодня на железнодорожном транспорте превалирует децентрализованный подход к организации систем непрерывного мониторинга. Они внедряются автономно в каждом хозяйстве для отдельных устройств в виде внешних средств автоматического диагностирования, не взаимодействуют между собой и, тем более, с системой управления движением. Возникает необходимость создания ситуационных центров мониторинга, сотрудники которых непрерывно анализируют бы потоки диагностической информации [8]. Только в хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» пришлось ввести специализированные бригады обслуживания средств мониторинга, а работа по эксплуатации средств автоматики усложнилась вследствие необходимости анализировать диагностические данные, полученные с помощью средств мониторинга. Более того, как отмечают пользователи и специалисты, качество рабо-

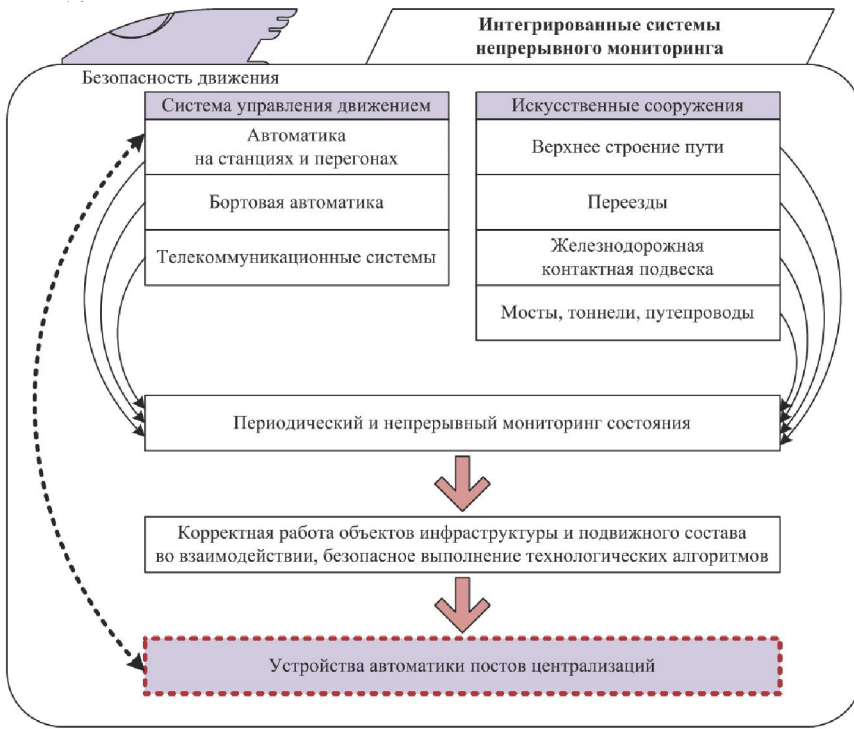


Рис. 2. Структурная схема сбора данных о техническом состоянии объектов железнодорожной инфраструктуры



Рис. 3. Возможности адаптивного управления на железных дорогах

ты систем мониторинга крайне низкое. Например, в области железнодорожной автоматики доля полезной информации от систем мониторинга не превышает 5 %, т. е. работа по эксплуатации систем управления движением поездов только усложняется. Таким образом, при заранее неверном концептуальном подходе неизбежно увеличивается объ-

ем разрозненной диагностической информации.

Естественно возникают задачи перенаправления потоков диагностической информации и ее более точной трактовки и использования. Система взаимодействия объектов инфраструктуры и подвижного состава должна рассматриваться как единое целое, а

диагностическая информация о каждой структурной единице в этом сложном «организме» должна быть направлена на координирование движения в соответствии с принципами обеспечения надежного и безопасного перевозочного процесса.

Структурная схема централизации обработки диагностических данных и адаптивное управление движением

Конечная цель внедрения и эксплуатации систем непрерывного мониторинга – повышение уровня надежности и безопасности движения поездов за счет перехода на более высокий уровень отказоустойчивости при фиксации критических изменений состояний объектов инфраструктуры и подвижного состава на стадии их зарождения.

Получая диагностическую информацию о критическом отклонении рабочих параметров объектов от норм, система мониторинга должна передать ее системе управления движением поездов, установленной на станции, и бортовым устройствам автоматики (рис. 2). Взаимодействуя с подсистемой мониторинга объектов инфраструктуры и подвижного состава, система управления движением должна принимать решение о «поведении» подвижной единицы (рис. 3): парировании дефекта, ухода на защитный уровень (вплоть до полной остановки движения) и других [9].

Зная технические особенности взаимодействия объектов инфраструктуры между собой и подвижным составом, можно реализовывать задачи оптимального управления по разным критериям (например, по затратам). Некоторые примеры, показывающие перспективы такой интеграции, приведены далее.

Интеграция систем мониторинга и обеспечения движения поездов

В работе [10] раскрываются перспективы создания единого комплекса цифровой железной дороги, ориентированного на оптимизацию затрат при комплексном учете потоков информации от различных объектов инфраструктуры и подвижного состава. Однако не до конца раскрыты особенности использования диагностической информации от объектов железнодорожной инфраструктуры. Рассмотрим пути развития технологии мониторинга при интегра-

ции технических средств диагностирования в управляющие комплексы железнодорожной автоматики.

Осуществляя комплексный мониторинг технического состояния контактной подвески, железнодорожного пути и устройств пропуска обратного тягового тока, можно с высокой точностью выявлять зоны энергопотерь (не только на подвижной единице, как это реализовано сейчас, а непосредственно в хозяйстве энергоснабжения).

Другой пример перспективной интеграции систем мониторинга и управления движением – возможность парирования ситуации выезда электрифицированного подвижного состава на неэлектрифицированный путь. Такая ситуация влечет за собой поломку пантографа подвижной единицы, а также парализует движение поездов. Однако ее можно избежать.

На современном этапе развития проходной светофор систем интервального регулирования движения поездов передает машинисту информацию о том, свободны ли для движения блок-участки в попутном направлении, а также о допустимой скорости проследования светофора, но никак не учитывает возможные дефекты на участке пути, связанные, например, с разворотом и попаданием в негабарит опоры контактной подвески вследствие коррозии или опасного повреждения пути [11]. Дефекты объектов железнодорожной инфраструктуры, обслуживаемых специалистами различных хозяйств, которые нарушают условия безопасности движения поездов, нередки. Зачастую средства регулирования движения поездов не способны зафиксировать такие дефекты, а значит, не способны создать условия для предотвращения аварии или катастрофы.

Невозможна и другая диагностическая ситуация. В процессе движения поезда датчик зафиксировал обрыв струны на одном из анкерных участков контактной подвески и передал данные о координате расположения дефектного объекта в систему управления движением поездов, на борт локомотива и техническому персоналу. Вблизи опасного участка в зоне дефекта система управления опускает пантограф, а затем поднимает его. Тем самым исключается возможность повреждения токоприемника локомотива без заметного влияния на перевозочный процесс. Следует отметить, что автоматическое опускание токоприемника

при проходе определенной координаты реализовано при движении электропоезда «Ласточка» в направлении Санкт-Петербург – Петрозаводск.

Исторически эксплуатационные службы инфраструктуры разделены. В каждой из них используются свои методы эксплуатации и обслуживания, свои каналы передачи данных, свои способы периодического и непрерывного мониторинга. В каждом хозяйстве (пути, энергоснабжения и автоматики и телемеханики), по сути, используется своя «система координат» (например, контактная подвеска анкеруется, а отсчет ординат в автоматике осуществляется от оси пассажирского здания). Однако, как следует из приведенных примеров, необходимость интеграции назрела. И научно-технический прогресс в области технологий строительства, автоматики и связи позволяет говорить о возможности осуществления интеграции.

Реализация представленной концепции интегрированных в систему управления движением поездов средств непрерывного мониторинга невозможна без пересмотра принципов получения диагностической информации. Получаемая информация должна быть достоверной — это обязательное условие для принятия решения об управлении теми или иными элементами, обеспечивающими движение поездов.

Особую актуальность рассматриваемая концепция взаимодействия систем мониторинга и систем управления движения поездов приобретает с развитием железнодорожного сообщения. В наши дни, когда превалирует тенденция повышения скорости перемещения грузов и пассажиров, когда строятся новые скоростные и высокоскоростные магистрали с планируемой скоростью движения до 400 км/ч, проблеме безопасности необходимо уделять особое внимание [12].

В заключение нужно отметить следующее. Средствами непрерывного мониторинга сегодня оборудуется все больше технических объектов и сооружений. На железнодорожном транспорте развитие технологии мониторинга должно идти по пути интеграции с системами обеспечения движения поездов, прежде всего с автоматикой постов централизаций и бортовыми устройствами автоматики. Диагностическая информация о состоянии объектов железнодорожной инфраструк-

туры должна использоваться не только для автоматизации их обслуживания, но и для совершенствования системы управления с парированием отказов и реализацией рациональных режимов управления движением поездов. ■

Литература

1. Ефанов Д. В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. 171 с.
2. Шаманов В. И. Математические модели надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики // Автомат. икаа транспорте. 2017. Т. 3. № 1. С. 7–19.
3. Ададунов С. Е., Розенберг Е. Н., Розенберг И. Н. Оптимизация управления инфраструктурой и безопасностью движения // Железнодорожный транспорт. 2009. № 9. С. 25–30.
4. Розенберг И. Н., Замышляев А. М., Прошин Г. Б. Совершенствование системы управления содержанием эксплуатационной инфраструктуры с применением современных информационных технологий // Надежность. 2009. № 4. С. 14–22.
5. Вотолевский А. Л. Особенности проектирования технологии обслуживания // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 1. С. 43–46.
6. Лыков А. А., Ефанов Д. В., Власенко С. В. Техническое диагностирование и мониторинг состояния устройств ЖАТ // Транспорт РФ. 2012. № 5. С. 67–72.
7. Анализ эксплуатационной деятельности хозяйства автоматики и телемеханики по итогам 2016 года. Управление автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры. М.: ОАО «РЖД», 2017. 85 с.
8. Москвина Е. А. Опыт организации ЦУСИ // Автоматика, связь, информатика. 2013. № 9. С. 22–25.
9. Лисенков В. М. Статистическая теория безопасности движения поездов. М.: ВНИТИ РАН, 1999. 332 с.
10. Розенберг Е. Н. Цифровая железная дорога – ближайшее будущее // Автоматика, связь, информатика. 2016. № 10. С. 4–7.
11. За сходы вагонов в Приамурье и Забайкалье ответят десять сотрудников ЗабЖД. URL: <http://www.newsru.com/russia/14mar2016/proc10.html> (дата обращения 02.06.2017 г.).
12. Никитин А. Б. Управление движением поездов на высокоскоростных магистралях: общесистемные требования // Транспорт РФ. 2017. № 1. С. 12–17.