

Таким образом, концепция «система управления как сервис» – это шаг к реализации прогрессивной технологии, когда ты покупаешь услугу, а не громоздкую систему, требующую больших расходов на капиталовложения в строительство и текущие расходы на эксплуатацию.

Список литературы

- 1 **Theeg, G.** Railway Signalling & Interlocking / G. Theeg, S. Vlasenko. – 1st ed. – DW Media Group GmbH Hamburg : Eurailpress. – 2009. – 448 p.
- 2 **Dobias, R.** FPGA Based Design of the Railway's Interlocking Equipments / R. Dobias, H. Kubatova // Euromicro Symposium on Digital System Design, 2004 (DSD'2004), 31 August – 3 September 2004, Rennes, France. – P. 467–473.
- 3 **Efanov, D.** Testing of Relay-Contact Circuits of Railway Signalling and Interlocking / D. Efanov, A. Lykov, G. Osadchy // Proceedings of 15th IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2017), Novi Sad, Serbia, September 29 – October 2, 2017. – P. 242–248.
- 4 **Ефанов, Д. В.** Концепция современных систем управления на основе информационных технологий / Д. В. Ефанов, Г. В. Осадчий // Автоматика, связь, информатика. – 2018. – № 5. – С. 20–23.
- 5 **Потехин, А. И.** Логические модели объектов железнодорожной станции // Проблемы управления. – 2016. – № 5. – С. 71–79.
- 6 Принципы построения средств проектирования железнодорожной автоматики и телемеханики / Д. В. Седых [и др.] // Автоматизация в промышленности. – 2017. – № 2. – С. 36–40.

УДК 625.25+681.518.5

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МОНИТОРИНГА УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ С СОЗДАНИЕМ ЦИФРОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Д. В. ЕФАНОВ, В. В. ХОРОШЕВ

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

С каждым годом технологический потенциал железнодорожного транспорта растет, улучшается и сама организация перевозок. Этому способствует стремление руководства железных дорог к внедрению цифровых технологий и современных систем управления, имеющих расширенный функционал по сравнению с морально устаревшими релейными системами и снабженных развитыми функциями самодиагностирования [1, 2]. Тем не менее коренное перевооружение железных дорог и переоснащение их новыми системами управления невозможно и нецелесообразно по ряду причин, в том числе, и по тому, что нововведения оказываются максимально эффективными в крупных экономических регионах с высокой загруженностью линий. Немаловажным является и то, что скорость научно-технического прогресса в области автоматизации процессов и производств на транспорте значительно превышает скорость инженерной мысли: технические решения быстро устаревают и появляются более совершенные. В этой связи «погоня» за наилучшими техническими решениями несколько теряет смысл.

Важнейшую роль в задаче повышения эффективности и безопасности движения поездов играют средства технического диагностирования и непрерывного мониторинга [3]. Данные средства могут быть мобильными либо же стационарными. Мобильные средства размещаются на подвижном составе и осуществляют процедуру диагностирования периодически с проходом специализированного состава по участкам железных дорог и непрерывно самих бортовых систем. К мобильным средствам диагностирования следует относить и устройства технического персонала, но они, естественно, имеют крайне низкую степень автоматизации процесса измерений диагностических параметров технических объектов. Стационарные средства технического диагностирования и мониторинга устанавливаются в специализированные контрольные точки объектов диагностирования (верхнего строения пути, железнодорожной контактной сети, объектов сигнализации, централизации и блокировки, искусственных сооружений и т. д.) [4]. Диагностические данные от объектов диагностирования передаются посредством сетей передачи данных (проводных и беспроводных) в концентраторы информации и в ситуационные центры мониторинга. Развитие технологий мониторинга в конце второго десятилетия XXI века ведет к тому, что для целых участков железных дорог возможно построение систем мониторинга в виде цифровых аналогов.

Реализация цифровых аналогов объектов диагностирования возможна при решении вопроса взаимной интеграции средств мониторинга объектов разных хозяйств в некоторых географических пределах (например, цифровая модель инфраструктуры на линии, на станции или на перегоне), легко стыкуемых

и масштабируемых. Для получения цифровых аналогов любых участков железных дорог требуется «оживление» диагностических датчиков в сами объекты инфраструктуры и создание сетей обработки и трансляции диагностических данных в пункты обработки и визуализации. Каждая составляющая процесса разработки системы мониторинга имеет свои особенности и не является тривиальной.

Выбор точек установки диагностических приборов определяется с учетом требований полноты и глубины технического диагностирования, а также классов эквивалентных неисправностей. Осуществить обоснованный выбор точек подключения измерительных приборов можно за счет выбора множества диагностических параметров, а также составления диагностических моделей отдельных частей устройств. В качестве диагностических параметров с учетом современных технологий в области измерительной техники могут выступать разнообразные физические величины (электрические, механические, оптические и т. д.). Ясно, что при разработке системы мониторинга необходимо достичь компромисса между числом датчиков измерения параметров и числом необходимых величин для создания цифровой картины устройства и осуществления процедур диагностирования и прогнозирования состояния. Например, для диагностирования мостового сооружения можно разместить тысячи датчиков по периметру его конструкции, а можно ограничиться одним датчиком, фиксирующим прогиб конструкции в центральной точке. Разумное техническое решение может быть достигнуто за счет учета особенностей самих измерительных датчиков, их параметров, точности, чувствительности и т. д.

Создание диагностической модели – это первый шаг к решению задачи синтеза цифровой модели объекта диагностирования. Следует учитывать и возможности в создании цифрового пространства обработки диагностической информации и передачи ее в пункты централизации и визуализации. Современные технологии позволяют объединять датчики в сеть путем использования как проводных, так и беспроводных каналов. На искусственных сооружениях проводные соединения возможны, тогда как на элементах контактной подвески – весьма затруднительны. Тем не менее проблемой это не является – известны, например, датчики на поверхностных акустических волнах (ПАВ-датчики), которые можно использовать для создания «умной» инфраструктуры. Кроме того, современные достижения в области создания цифровых беспроводных трактов позволяют широко применять такие технологии, как IoT, EпOcean, Fog Computing и другие, позволяющие перейти от концепции цифровизации железных дорог к реально действующим системам мониторинга, включающим в себя цифровые аналоги объектов диагностирования [5–7].

Немаловажным фактором является создание энергоэффективных технических решений в области технического диагностирования и мониторинга. В этой связи приоритет имеют пассивные датчики. Но полной картины, к сожалению, они дать не могут. Развитие технологий в области энергообеспечения дает возможность применения альтернативных (возобновляемых) источников энергоснабжения совместно с аккумуляторными устройствами. Уже сегодня известны технические решения в области мониторинга устройств железнодорожной инфраструктуры, где энергоснабжение реализовано по «зеленым технологиям» [8].

Развиваясь согласно тренду цифровизации и интеллектуализации железных дорог, системы непрерывного мониторинга должны стать частью ответственных цепей управления движением поездов. Диагностические данные не должны оставаться только на уровне визуализации и предоставления их техническому персоналу предприятий, реализующих процедуры обслуживания и ремонтов. Это ложная цель систем мониторинга. Сами технические средства мониторинга должны иметь возможность моделирования поездной обстановки, технического диагностирования и прогнозирования состояния, а также быть ответственными цепями систем автоматического управления. Сами данные должны передаваться участникам движения, системам управления движения как стационарным, так и бортовым.

На текущем этапе развития технические средства диагностирования и мониторинга могут быть использованы для получения информации о техническом состоянии объектов железнодорожной инфраструктуры, но не давать инструмент, в полной мере используемый в задачах регулирования движения поездов. Тем не менее развитие технологий мониторинга идет в правильную сторону – на пути к цифровизации железнодорожного транспорта и наземных транспортных систем.

Список литературы

- 1 **Розенберг, Е. Н.** Цифровая экономика и цифровая железная дорога / Е. Н. Розенберг, В. И. Уманский, Ю. В. Дзюба // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 5. – С. 45–49.
- 2 **Ефанов, Д. В.** Эволюция систем управления на железнодорожном транспорте / Д. В. Ефанов, Г. В. Осадчий // Транспорт Российской Федерации. – 2018. – № 3. – С. 43–47.

- 3 **Ефанов, Д. В.** Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики : [монография] / Д. В. Ефанов. – СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. – 171 с.
- 4 **Ефанов, Д. В.** Интеграция систем непрерывного мониторинга и управления движением на железнодорожном транспорте / Д. В. Ефанов // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 4. – С. 62–65.
- 5 **Brogi, A.** QoS-Aware Deployment of IoT Applications Through the Fog / A. Brogi, S. Forti // IEEE Internet of Things Journal. – 2017. – Vol. 4. – Is. 5. – P. 1185–1192.
- 6 **Darwish, T. S.** Fog Based Intelligent Transportation Big Data Analytics in the Internet of Vehicles Environment: Motivations, Architecture, Challenges and Critical Issues / T. S. Darwish, K. A. Bakar // IEEE Access. – 2018. – Is. 99.
- 7 **Hahanov, V.** Cyber Physical Computing for IoT-driven Services / V. Hahanov // New York, Springer International Publishing AG, 2018. – 279 p.
- 8 **Efanov, D.** New Technology in Sphere of Diagnostic Information Transfer within Monitoring System of Transportation and Industry / D. Efanov [et al.] // Proceedings of 15th IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS`2017), Novi Sad, Serbia, September 29 – October 2, 2017. – P. 231–236.

УДК 007.5.681.51

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ПО УДАЛЁННОМУ УПРАВЛЕНИЮ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПЕРЕЕЗДНОЙ СИГНАЛИЗАЦИЕЙ

О. Б. ИМАРОВА, Е. Ю. ЕВДОКИМОВА

Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Для обеспечения безопасности движения на железнодорожных переездах III и IV категории разработаны технические решения комплексной системы по удаленному управлению с поста ЭЦ автоматической переездной сигнализацией для переезда, расположенного в границах малодеятельной станции железнодорожной линии 2-й категории. Работа комплексной системы заключается в оценке обстановки на участке пересечения автомобильной и железной дороги с возможностью передачи информации о возникновении нештатных ситуаций на АРМ ДСП. В системе задействованы несколько видов датчиков совместно с системой видеонаблюдения и микроконтроллер – устройство, ответственное за принятие решений. За основу приняты Типовые проектные решения по оборудованию переезда автоматической переездной сигнализацией И-138-84 и И-234-95.

На сети железных дорог России сейчас эксплуатируется 10664 переездов, из которых только 2297 являются охраняемыми и обслуживаются дежурными работниками, ОАО «РЖД» отмечает рост количества ДТП и тяжести их последствий на железнодорожных переездах.

Причинами ДТП стали грубые нарушения водителями правил дорожного движения, в том числе выезд на переезды при запрещающем показании автоматической сигнализации, объезд шлагбаума, либо неисправность автотранспортных средств.

Для уменьшения количества ДТП на переездах применяются такие меры, как: мероприятия, направленные на обеспечение безопасности движения на железнодорожных переездах, в том числе и технические решения по удаленному управлению и контролю переездных устройств; работа по модернизации железнодорожных переездов и оборудованию их современными предупредительными и заградительными устройствами; замена переездов на путепроводы и тоннели [1].

При этом одной из основных целей компании ОАО «РЖД» является сокращение издержек на содержание малоинтенсивных железнодорожных линий и минимизация эксплуатационных расходов, в том числе и на содержание переездов. Одним из мероприятий является совмещение профессий дежурного по переезду (ДПП) и дежурного по станции (ДСП) на линиях 3–5-го классов для переездов, расположенных в границах станций.

Наиболее эффективным для этой цели является мероприятие по совмещению профессий ДПП и ДСП. При такой организации труда предусматривается удаленное управление (с поста ЭЦ) устройствами автоматической переездной сигнализации и контроль посредством видеонаблюдения за движением автотранспорта через железнодорожный переезд [2].

На основании вышеуказанных границ опасной зоны переезда можно предположить 4 возможных сценария нештатных ситуаций, а именно:

- а) автомобиль заехал за опускающийся заградительный брус шлагбаума и покинул переезд;
- б) автомобиль по техническим причинам остановился за заградительным брусом шлагбаума, не доезжая до опасной зоны;