

УДК 624.21.002.56

## Реализация системы непрерывной диагностики и мониторинга состояния путепроводов на участке высокоскоростного движения поездов

**Кирилл Юрьевич ДОЛИНСКИЙ**

ООО «Мостовое бюро», 197198 Санкт-Петербург, ул. Яблочкова, 7, лит. Л, комн. 607, e-mail: bridges-bureau@gpsm.ru

**Андрей Александрович ЛЫКОВ**, кандидат технических наук, доцент

Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС), 190031 Санкт-Петербург, Московский просп., 9, e-mail: bridges-bureau@gpsm.ru

**Вадим Борисович СОКОЛОВ**, кандидат технических наук, доцент

ПГУПС, e-mail: bridges-bureau@gpsm.ru

**Валерий Александрович СОКОЛОВ, Герман Владимирович ОСАДЧИЙ**, ПГУПС, e-mail: bridges-bureau@gpsm.ru

*Контроль состояния путепроводов на участках высокоскоростного движения поездов в местах пересечения железнодорожных магистралей и автомобильных дорог — актуальная задача. Существующие системы контроля не позволяют получать информацию в режиме реального времени о состоянии путепровода и заблаговременно выявлять его предотказные состояния. Представлена структура системы непрерывной диагностики и мониторинга состояния путепроводов и рассмотрены уровни функционирования системы.*

**Ключевые слова:** высокоскоростное движение, безопасность, предотказное состояние, диагностика, мониторинг, путепровод, видеонаблюдение, датчики, концентратор.

### REALIZATION OF THE SYSTEM OF CONTINUOUS DIAGNOSTIC AND MONITORING OF OVERBRIDGES AT A SECTION OF HIGH-SPEED TRAIN OPERATION

**Kiril Yu. DOLINSKY, Andrey A. LYKOV, Vadim B. SOKOLOV, Valery A. SOKOLOV, Herman V. OSADCHY**

*At sites of high-speed train traffic, control of overpasses at the intersections of railroads and highways is a challenge. Existing monitoring systems do not provide information in real time on the state of the overpass, and proactively identify its state of failure. The article presents a framework for Systems of continuous diagnosis and monitoring of the overpasses designed by «Mostovoye buro». Produced by the description of levels of the system.*

**Key words:** high speed traffic, safety, state of failure, diagnosis, monitoring, cross-over, video surveillance, sensors, hub.

При организации высокоскоростного движения поездов предъявляются повышенные требования к объектам и устройствам инфраструктуры железнодорожного транспорта [1]. С ростом скорости даже незначительное ухудшение одного из параметров объектов может быть опасным и привести к тяжким последствиям, поэтому предотвращение неисправностей и заблаговременное выявление предотказных состояний объектов инфраструктуры имеют большое значение. Такую возможность могут предоставить только системы непрерывного мониторинга.

Один из объектов инфраструктуры, к которому резко ужесточаются требования при высокоскоростном движении, — искусственные сооружения, в частности путепроводы. На участках, где организовано высокоскоростное движение поездов, контроль за состоянием путепроводов в

местах пересечения на различных уровнях железнодорожных магистралей и автомобильных дорог — весьма важный вопрос.

События, представляющие серьезную опасность для движения поездов, различаются в зависимости от взаиморасположения автомобильной и железной дорог. Если автомобильная дорога расположена под железнодорожным путепроводом, то в случаях, когда габарит автотранспортного средства превышает размер подпролетного пространства или дорожно-транспортного происшествия, может произойти удар частей автомобиля о конструкции искусственного сооружения.

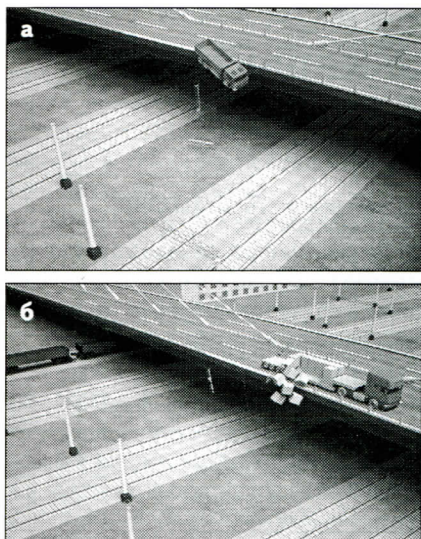
При этом возможно следующее:

- перемещение балки жесткости (пролетного строения) с устоев без повреждений железнодорожного пути;
- частичное или полное разрушение, деформация балки жесткости

(пролетного строения) или устоев искусственного сооружения.

Если автомобильный путепровод расположен над железнодорожными путями, то возможно нарушение периметра путепровода автотранспортным средством. В этом случае может произойти падение на пути сторонних предметов (в том числе транспортных средств) с разрушением барьерного ограждения (рис. 1а) или (например грузов) без нарушения целостности барьерного ограждения (рис. 1б).

На зарубежных железных дорогах [2] используют различные физические устройства, которые предотвращают или снижают отрицательные последствия перечисленных событий, но отсутствуют системы мониторинга за состоянием путепроводов. В случае наступления событий, влияющих на безопасность движения поездов, эти системы обеспечивают их фиксацию и передачу информации



**Рис. 1.** Нарушение периметра путепровода автотранспортным средством (а) или перевозимым грузом (б)

на центральный пост для принятия соответствующих ответственных решений оперативным персоналом, поэтому их создание весьма актуально.

В последнее время для обеспечения безопасности движения поездов на Октябрьской железной дороге на скоростной линии Санкт-Петербург – Москва внедряется система непрерывного видеонаблюдения [3]. Однако видеонаблюдение не может стать альтернативой системам мониторинга. Во-первых, возникает проблема постоянной передачи по каналу связи большого объема информации; во-вторых, видеокамера с недостаточной степенью надежности воспринимает полученную информацию (загрязнение объектива существенно снижает достоверность и увеличивает вероятность ложных срабатываний); в-третьих, необхо-

дим большой штат сотрудников, осуществляющих слежение и обслуживание данной системы. Видеонаблюдение целесообразно применять только как дополнение к техническим средствам мониторинга.

Коллектив ООО «Мостовое бюро» совместно со специалистами Петербургского государственного университета путей сообщения разработал систему непрерывной диагностики и мониторинга путепроводов на железной дороге [4], которая имеет трехуровневую структуру.

*Нижний уровень* системы образуют датчики фиксации состояния путепровода (рис. 2). На пролетное строение и опорные части путепровода устанавливаются беспроводные датчики ускорения (акселерометры). В случае удара автотранспортного средства о конструкции путепровода датчик фиксирует этот факт. Кроме того, на пролетном строении размещают однопозиционные микроволновые извещатели. При попадании предметов в зону охвата извещателей и нахождении этих предметов в данной зоне длительное время датчик вырабатывает сигнал тревоги. Система может быть дополнена вибрационными датчиками для фиксации нарушения барьерного ограждения и видеокамерами для видеофиксации событий в зоне контроля.

Сигналы от датчиков обрабатывает аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Полученные значения передаются по каналу связи в концентратор. Канал связи между датчиками и концентратором линейного поста организован по стандарту IEEE 802.15.4 (ZigBee), применение которого позволяет увеличить время автономной работы до одного года.

Концентраторы располагаются на железнодорожных станциях, где есть возможность разместить аппаратуру и источники электропитания. Они служат для сбора информации от датчиков, краткосрочного хранения данных и обмена с верхним уровнем системы.

*Средний уровень* системы (центральный пост) содержит серверы системы мониторинга и обеспечивает сбор, длительное хранение и централизованную обработку поступающей информации, а также автоматический мониторинг и диагностику путепроводов в режиме реального времени.

На *Верхнем уровне* системы оборудованы автоматизированные рабочие места (АРМ) диспетчеров, предназначенные для отображения получаемой информации, выявления предельных и аварийных состояний конструкций путепроводов путем автоматического анализа данных измерений (включая анализ видеофиксации) и сопоставления их с нормативными значениями.

Оборудование путепроводов системой непрерывной диагностики и мониторинга позволит получать информацию в режиме реального времени, необходимую оперативному персоналу железной дороги для принятия решений в аварийных ситуациях в целях обеспечения безопасности движения поездов и сокращения экономических потерь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта»: утвержден постановлением правительства РФ от 15 июля 2010 г. № 533. 101 с.
2. Меры для защиты железнодорожных мостов от воздействия автомобильного транспорта и железнодорожного движения от возможных помех, создаваемых автомобилями: буклет № 777-1 / Междунар. союз железных дорог (UIC). 2-е изд. Париж, 2002. 20 с.
3. Алексеева М. Все под контролем // Петербург. дневник. 2010. № 7 (271). С. 7.
4. Соколов В. Б., Долинский К. Ю. Контроль состояния путепровода в местах пересечения железнодорожной и автомобильной магистралей // Мир дорог. 2010. № 49. С. 41–42.

**Рис. 2.** Схема расстановки датчиков на путепроводе

