

УДК 658.3:656.2

В. В. БУРЧЕНКОВ, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, И. В. АСАДЧИЙ, Белорусская железная дорога, г. Минск

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ПРОЦЕССЕ ДВИЖЕНИЯ

Рассмотрены методы контроля технического состояния подвижного состава при его движении. Показано, что применение системы управления Cisco Prime с использованием инвентарных номеров вагонов позволит обеспечить надежный контроль исправности деталей и узлов подвижного состава.

Для решения задач по обеспечению безопасности движения поездов с одновременным сокращением эксплуатационных затрат на многих железных дорогах мира применяются различные автоматизированные системы бесконтактного контроля (АСК) технического состояния подвижного состава в процессе его движения, такие как КТСМ-01Д и КТСМ-02, автоматические системы коммерческого осмотра поездов и вагонов (АСКО ПВ «электронные варота»), автоматизированные системы номерного учета, контроля дислокации, анализа работы и регулирования вагонным парком (ДИСПАРК) и т. п. [1].

Технические характеристики вышеперечисленных систем приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики систем бесконтактного контроля подвижного состава

Система	Измеряемые параметры	Погрешность измерения	Скорость подвижного состава, км/ч
КТСМ-02 (Россия)	Температура буксовых узлов	$\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$	250
КТСМ-03 (Россия)			300
НОА-400 (ФРГ)	Температура буксовых узлов и тормозных дисков	$\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	350
WIS (США)	Профиль и диаметр колеса	$\pm 0,4 \text{ мм}$	80
	Высота и толщина гребня и обода	$\pm 0,2 \text{ мм}$	
WHEEL SCAN (США)	Высота и толщина гребня, толщина обода	$\pm 0,05 \text{ мм}$	30
	Прокат на поверхности катания, ползуны		
ATLAS (Австрия)	Развеска вагонов по тележкам, осям, сторонам поезда	$\pm 50 \text{ кг}$	60

Анализ таблицы 1 показал, что системы контроля как стран СНГ, так и дальнего зарубежья являются узкофункциональными и не интегрированы со смежными устройствами, относящимися к другим службам. Следует отметить, что в современных системах диагностики также используется сложившаяся технология поездной работы и не расширен существующий перечень контролируемых деталей и узлов вагонов и локомотивов,

ограничиваясь совершенствованием технических средств. При этом ни одна из указанных систем не формирует адекватную цифровую модель состояния вагона в реальном масштабе времени из-за отсутствия комплексного подхода к оценке подвижного состава по его состоянию [2]. Очевидно, что эффективная реализация концепции взаимоувязки систем в единую компьютерную сеть отслеживания каждой подвижной единицы зависит от возможности использования идентификаторов вагонов, в качестве которых возможно применение инвентарных номеров подвижного состава. На это указывает опыт эксплуатации систем автоматизированного управления движением поездов в XXI веке как в Западной Европе, так и в США, использующих инвентарные номера вагонов для точного определения местонахождения каждого вагона [3].

В США введена в эксплуатацию система автоматической радиочастотной идентификации вагонов Amtech стандарта ISO 10374 (компания Amtech Systems Division корпорации Intermecc Technologies). В настоящее время кодовыми бортовыми датчиками Amtech оборудовано более 1,5 млн вагонов и 1100 локомотивов, а на сети железных дорог США и Канады установлено свыше 3000 считывателей. Система позволяет автоматически отслеживать прибытие вагонов на станции назначения или разгрузки, а также на подъездные пути предприятий и сортировочных станциях. С ее помощью осуществляется контроль локомотивов [3].

В Европе для идентификации транспортных средств используется система Dupicom – совместная разработка фирм Amtech и Alcatel. Она отличается от американской системы рабочими характеристиками, местами расположения считывателя и датчика, а также используемыми радиочастотами в диапазоне 2400–2500 МГц. Максимальная скорость движения состава мимо пункта считывания достигает 400 км/ч. На железнодорожном транспорте система Dupicom используется во Франции, Швейцарии, Польше, Испании [4].

В странах СНГ внедряется система автоматической идентификации подвижного состава (САИПС-Т) для локомотивов и САИПС-В – для вагонов. Использование системы САИПС-В ограничено, так как только 15 % от общего числа вагонов (1,2 млн), обращающихся на железных дорогах СНГ, оборудовано кодовыми бортовыми датчиками.

Таким образом, учет инвентарного номера вагона позволяет операторам при отклонении какого-либо параметра от нормы идентифицировать неисправный объект, а также проверить информацию и принять эф-

эффективные меры в соответствии со сложившейся ситуацией. Кроме этого, такой подход позволяет сформировать базу данных технического состояния вагона, что обеспечивает эффективную информационную поддержку планирования технического обслуживания и ремонта, поскольку становится возможным прогнозировать сроки проведения профилактических мероприятий подвижного состава в течение длительного периода эксплуатации [5].

Существенным этапом совершенствования технологии контроля и диагностики подвижного состава является применение интернет-технологий, таких как Internet of Things IoT и больших данных (BIG DATA), которые обеспечивают централизованный производственный процесс управления и контроля, а также полную его автоматизацию с выдачей требуемой информации о показателях качества процесса [6, 7]. Для универсализации операций по обработке измерительной информации может быть использовано объединение программного обеспечения АСК ПС с компьютерными программами системы управления Cisco Prime [8]. При этом платформа Cisco Prime обеспечит возможность сбора, хранения, анализа и доставки информации на рабочие места дежурных по станции, оперативных работников отделений дороги и управления дороги. Она интегрирует в единый информационно-измерительный комплекс системы контроля нагретых букс и колес, а также устройства контроля ударных нагрузок, передаваемых от колеса на рельсы, системы обмера колес, устройства акустического контроля роликовых буксовых подшипников и контроля нагрева рельсов, устройства взвешивания вагонов в движении, контрольно-габаритные устройства [7]. В совокупности реализуется централизация процессов сбора, передачи и обработки показаний аппаратуры бесконтактного контроля ходовой части вагонов при движении поезда. Интеграция входящих в Cisco Prime подсистем возможна при использовании специальных шаблонов и централизованного применения этих подсистем.

В общий технологический стек архитектуры Cisco Prime входят технические компоненты с открытым исходным кодом (open-sours), а также распространенные технологии Cisco. Все отделенческие серверы АСК ПС имеют базу данных Vitruve для хранения информации о автоматизированных рабочих местах линейных АРМ ЛПК и центральных пунктов контроля АРМ ЦПК, адресах и параметрах доступа, что позволяет исключить дублирование данных при эксплуатации программных продуктов Cisco Prime. Для работы с базой данных используются подпрограммы, предназначенные для автоматизации процедур, обращение к которым производится через интерфейс Cisco Prime. В качестве вычислительной платформы поддерживается как Cisco Unified Computing System (UCS), так и перспективная серверная платформа TWIMP. Для интеграции с эксплуатируемой системой АСК ПС применяется интерфейс NBI (North Bound Interface), использующий технологию Web Services, который обеспечивает получение информации из системы (инвентарные данные о номерах вагонов и локомотивов, данные по конфигурации и местоположению периферийных комплексов).

В иерархической структуре АСК ПС (периферийные устройства контроля на перегоне, станции, отделении

дороги и системы распределения информации управления дороги) система Cisco Prime выполняет такие функции, как управление элементами и сетью, сквозная настройка услуг на сети и устройствах отделений дороги, диагностика оборудования и услуг, мониторинг состояния системы, а также периферийных устройств (таблица 2).

Таблица 2 – Краткая характеристика функций подсистем Cisco Prime

Подсистема Cisco Prime	Функция
Central	Формирование централизованной инвентарной базы данных для отделений дороги с обеспечением доступа и его управлением через единый портал
	Обеспечение непосредственного взаимодействия с системой АСК ПС
Provisioning	Администрирование сети
	Проверка исправности периферийных устройств и работоспособности сети передачи данных линейных пунктов контроля
Optical	Формирование инвентарных данных по дополнению системы АСК ПС фотоэлектронными устройствами контроля габарита и коммерческой исправности поездов и вагонов
	Формирование банка данных об инвентарных номерах вагонов на основе топологии и конфигурации сетевых устройств
Network	Анализ технических данных о составе оборудования и конфигурации
	Формирование информационных сообщений
	Обеспечение периодической автодиагностики периферийных устройств контроля с использованием виртуальной модели сети АСК ПС

Действие системы Cisco Prime базируется на гибкой интеграции набора компонент (Cisco Prime Central, Cisco Prime Network, Cisco Prime Provisioning, Cisco Prime Optical и Cisco Prime Performance Manager и др.) на основе общей платформы (рисунок 1).

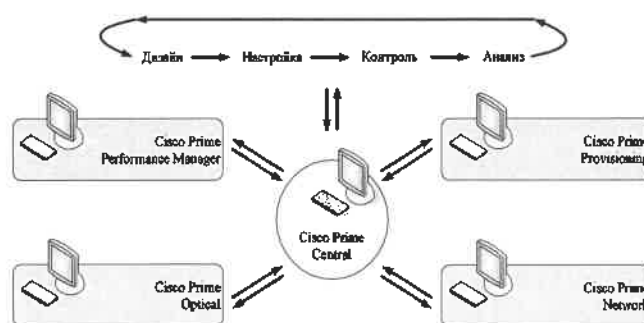


Рисунок 1 – Общая платформа действия системы Cisco Prime

CiscoPrime предоставляет опции по развертыванию системы в распределенной архитектуре и использованию отказоустойчивых конфигураций. Ее компоненты могут быть установлены на серверах АСК ПС в отделениях дороги. Технические решения алгоритмов Cisco Prime основаны на устройствах высокоскоростной передачи данных.

Постоянно функционирующая модель сети поддерживается с помощью виртуальных сетевых элементов VNE (Virtual Network Element). При этом каждый VNE отображает одно сетевое устройство в виде локальной компьютерной сети ЛКС отделения дороги, получает от него данные и контролирует его технические характеристики. Все VNE независимы друг от друга и работают параллельно. В результате совместной деятельности они обеспечивают полную базу данных накопленной информации по каждому отделению дороги и его взаимосвязям.

Применение системы управления Cisco Prime на транспортной сетевой инфраструктуре Белорусской железной дороги способствует повышению надежности и ускорению реализации проектов цифровизации технического контроля и диагностики подвижного состава, а также снижению рисков и минимизации влияния человеческого фактора на безопасность перевозочного процесса. Для интеграции в единый информационный комплекс разнообразных напольных систем мониторинга подвижного состава предлагается использовать компьютерную платформу T&IMP (таблица 3).

Таблица 3 – Краткая характеристика функций платформы T&IMP

Платформа T&IMP	Функция
TCCS	Система контроля соответствия поездов требованиям безопасности перевозочного процесса на железной дороге
WIM	Выявление перегруженных вагонов в движении
WILD	Контроль ударных нагрузок, передаваемых от колеса на рельсы
HABD/HWD	Контроль нагретых букс и колес
WMS	Измерение геометрических параметров колес
ABD	Акустический контроль роликовых буксовых подшипников
RHT	Контроль воздействия вагонных колес на инфраструктуру

На основе этой информации и статистических данных можно прогнозировать отказы и оптимизировать планирование технического обслуживания и ремонта для сокращения затрат без ущерба для безопасности движения поездов. Важным этапом контроля является слежение за перемещением подвижного состава на пунктах технического обслуживания ПТО железнодорожных узлов и сортировочных станций. Здесь важную роль выполняет система автоматической идентификации под-

Получено 01.09.2020

V. V. Burchankov, I. V. Asadchiy. Analysis of technical condition control methods rolling staff during movement.

Methods for monitoring the technical condition of the rolling stock during its movement are considered. It is shown that the use of the Cisco Prime control system using the inventory numbers of cars will provide reliable control of the health of parts and units of the rolling stock.

вижного состава САИПС. Она обеспечивает присвоение вагонам инвентарных номеров, поступивших из системы АСКИН, дополнительное уточнение инвентарных номеров посредством системы АСКО ПВ, либо телевизионной системы считывания. Возможно присвоение условных номеров для вагонов, не оборудованных кодовыми бортовыми датчиками; определение вагонов с дефектами, показанными новыми комплексами технических средств КТСМ-03, либо системами обнаружения дефектов колес по поверхности катания LASCA, КТСМ-К и Комплекс-2 при движении по перегону [9].

Заключение. Внедрение цифровых технологий позволяет повысить безопасность перевозочного процесса за счет применения многофакторного сбора измерительной и диагностической информации.

Присвоение вагонам и локомотивам инвентарных номеров позволяет обеспечить непрерывный контроль местонахождения и технического состояния подвижных единиц в реальном масштабе времени.

Список литературы

- 1 Бурченко, В. В. Автоматизация контроля технического состояния подвижного состава : учеб.-метод. пособие / В. В. Бурченко. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 235 с.
- 2 Орлова, А. М. Концепция «умного» вагона / А. М. Орлова // Техника железных дорог. – 2018. – № 2 (42). – С. 4–5.
- 3 Гартнер, Е. Железные дороги США: особенности грузовых и пассажирских перевозок / Е. Гартнер // Железные дороги мира. – 2007. – № 4. – С. 9–32.
- 4 Бурченко, В. В. Техническая диагностика состояния подвижного состава и перспективы ее развития в Западной Европе и США / В. В. Бурченко, О. В. Холодильников // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2017. – № 1 (34). – С. 5–9.
- 5 Савицкий, А. Г. Инновационный подход к управлению движением на станциях / А. Г. Савицкий, А. В. Шурдак, И. В. Мирошкин // Автоматика, связь, информатика. – 2016. – № 3. – С. 24–27; № 4. – С. 36–38; № 5. – С. 25–28.
- 6 Тамаркин, В. М. Промышленный интернет вещей на железнодорожном транспорте / В. М. Тамаркин, Т. Э. Лобанова, М. В. Тамаркин // Автоматика, связь, информатика. – 2018. – № 8. – С. 10–13.
- 7 Дегнилов, К. В. Технологии bigdata в железнодорожном транспорте / К. В. Дегнилов, Н. И. Капустин // Железнодорожный транспорт. – 2018. – № 7. – С. 50–52.
- 8 Радионов, М. Ю. Система управления транспортной сетью Cisco Prime / М. Ю. Радионов // Автоматика, связь, информатика. – 2013. – № 12. – С. 10–13.
- 9 Негрей, В. Я. Перспективы использования цифровых технологий на сортировочных станциях / В. Я. Негрей, В. В. Бурченко // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2018) : тр. седьмой науч.-техн. конф. – М. : ОАО «НИИАС», 2018. – С. 153–154.