

УДК 656.259.9

**С. В. Бушуев, канд. техн. наук,
К. В. Гундырев,
Б. В. Рожкин**

Кафедра «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»,
Уральский государственный университет путей сообщения

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА НА БАЗЕ МИКРОЭВМ И ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ СТД-МПК

Оптимизация накладных расходов в хозяйстве автоматики и телемеханики магистрального железнодорожного транспорта и в метрополитенах приводит к падению квалификации технического персонала. В таких условиях поддержание заданных параметров готовности устройств невозможно без использования автоматизированных средств контроля технологического оборудования и требует смены концепции текущего содержания на обслуживание по состоянию с контролем остаточного ресурса. При этом применяемые системы мониторинга должны гармонично вписываться в существующие на предприятии системы оперативного управления и иметь достойные экономические показатели.

В статье рассмотрена структура, возможности, особенности и технические средства разработанной НИЛ КСА УрГУПС совместно с Центром компьютерных железнодорожных технологий (ЦКЖТ) ПГУПС и применяемой на объектах ОАО «РЖД», промышленного транспорта, в метрополитенах системы технического диагностирования СТД-МПК. Это интегрированная подсистема управляющих комплексов электрической централизации – ЭЦ-МПК, МПЦ-МПК, устройств электропитания микропроцессорных комплексов УЭП-МПК (-ШПТ), КАС ДУ в метрополитенах. Отмечена актуальность внедрения системы технического диагностирования в условиях сокращения инвестиций и эксплуатационных расходов. Уделено внимание схемам подключения устройств системы к рельсовой цепи с наложением сигналов системы автоматического регулирования скорости, эксплуатируемой в хозяйстве автоматики и телемеханики метрополитенов; отмечены проблемы и особенности измерений разных спектров сигналов системы автоматического регулирования скорости.

система технического диагностирования и удаленного мониторинга; устройства сопряжения с объектами; самодиагностика системы; аналоговый коммутатор; измерительный модуль

Введение

Внедрение микропроцессорной техники в устройствах управления технологическими процессами как на магистральном железнодорожном транспорте, так и в метрополитенах влечет за собой неизбежное повышение требований к квалификации обслуживающего персонала, а это условие, в силу

ряда объективных причин, не всегда возможно выполнить. Решением данной проблемы стало дополнение микропроцессорных систем автоматики и телемеханики функциями самодиагностики и мониторинга технологического оборудования [1–4].

Рассмотрим особенности уровня самодиагностики в комплексной автоматизированной системе диспетчерского управления (КАС ДУ), разработанной центром компьютерных железнодорожных технологий (ЦКЖТ) Петербургского государственного университета путей сообщения [5–7]. В КАС ДУ на различных уровнях изначально заложена возможность мониторинга состояния аппаратной базы и программных процессов, происходящих в резервированной многоуровневой структуре. Базовая функция средств самодиагностики КАС ДУ обеспечивает активацию резерва при отказе основного узла и информирование оперативного персонала о факте переключения на резерв. Ряд дополнительных алгоритмов тестирования аппаратных и программных средств определяет место отказа и формирует запись о данном факте в электронный журнал.

К примеру, в системе электрической централизации стрелок и сигналов ЭЦ-МПК [8–11], входящей в комплекс КАС ДУ, определяется сбой в работе устройств ввода/вывода дискретных данных, потеря связи последних с контроллером комплекта и идентичность информации в комплектах резервированной системы. Самодиагностика системы ЭЦ-МПК позволяет определить место отказа в управляющем вычислительном комплексе ЭЦ-МПК (УВК ЭЦ-МПК), что значительно ускоряет поиск места неисправности и, следовательно, способствует быстрому восстановлению отказавшего полуконспекта. При этом полное резервирование системы дает возможность выполнять все заявленные функции системы управления с исправного комплекта.

Информирование персонала основывается на аудио- и визуальном представлении информации. Так, для привлечения внимания дежурного поста централизации (ДСЦП) используется звуковое оповещение с указанием сути произошедшего. Звуковое сообщение «Неисправность КТС УК» информирует о сбое в УВК ЭЦ-МПК, на автоматизированном рабочем месте электро-механика (АРМ ШН) будет указано место неисправности и сформирована запись в архиве мониторинга.

Контроль адекватности информации о ситуации на полигоне управления основывается на сравнении информации между комплектами УВК ЭЦ-МПК; если информация в дублированных каналах вычислительной системы неодинакова – значит, есть сбой в работе. Через секунду после наступления сбоя в устройствах ввода информации ДСЦП видит: во-первых, наличие частичного отказа в системе; во-вторых, объекты, состояние которых необходимо визуально проверить и сравнить с показаниями АРМ (рис. 1). Мигающий красный контур вокруг объекта контроля (стрелки или светофора) показывает, что в основном и резервном каналах системы информация не совпадает,

Отображение диагностической информации для ДСП

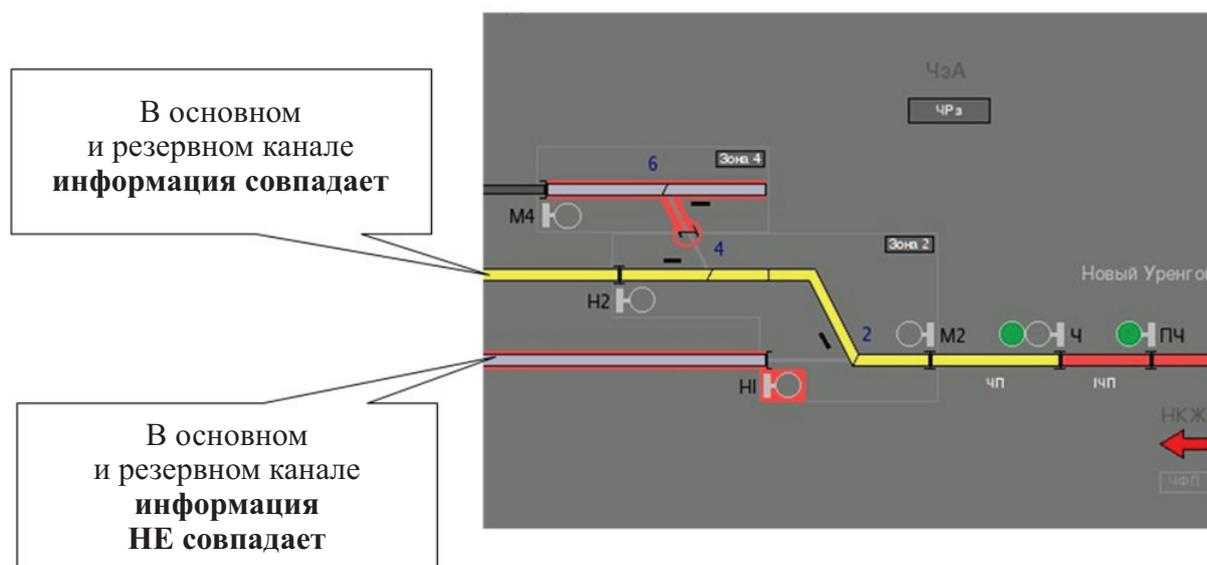


Рис. 1. Отображение диагностической информации для ДСП

но при этом отображается информация активного комплекта комплекса технических средств управления и контроля. ДСП и/или электромеханику достаточно любым доступным способом выяснить фактическое состояние объекта и, если оно не совпадает с отображаемым на АРМ, перейти на пользование резервным комплектом. Если отображаемая на АРМ информация совпадает с фактическим состоянием объекта, то отказ произошел в резервном комплекте аппаратуры, нужно поставить в известность электромеханика и продолжать управление на основе достоверной информации о состоянии объектов управления.

С учетом высокой надежности и «горячего резервирования» управляющей аппаратуры ЭЦ-МПК, у электромеханика есть запас времени, чтобы заменить отказавший модуль ввода данных. Для определения места отказа электромеханику достаточно посмотреть на мнемосхему, показывающую состояние подсистемы ввода информации: устройство сопряжения с объектами, на котором произошел сбой, будет окрашено красным цветом (рис. 2).

Таким образом, система самодиагностики ЭЦ-МПК позволяет контролировать исправность УВК, адекватность предоставляемой информации, определяет место неисправности и информирует обсуживающий и оперативный персонал.

1 Мониторинг состояния технологического оборудования

В иерархии системы управления технологическим процессом всегда присутствует оборудование, не имеющее средств самодиагностики. Так, для

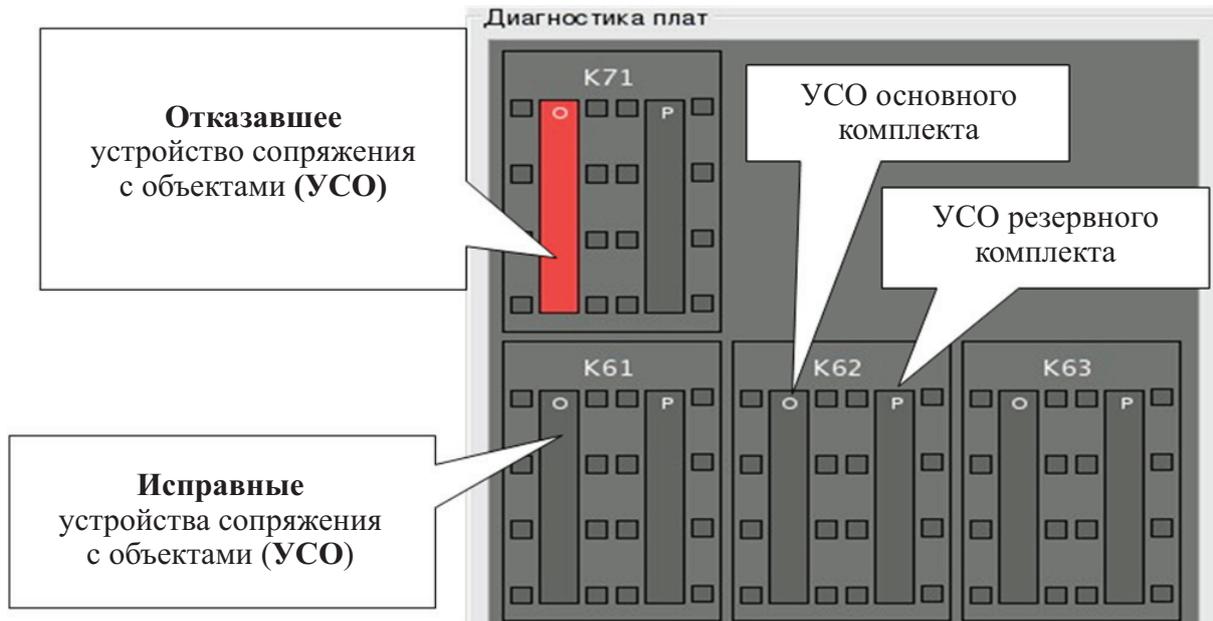


Рис. 2. Диагностическое окно АРМ ШН

оперативного управления поездной работой в метрополитене устанавливается оборудование железнодорожной автоматики: стрелочные электроприводы, рельсовые цепи, светофоры, аппаратура автоматического регулирования скорости (АРС) и другое, на них также должна распространяться концепция мониторинга, но уже с помощью специальных систем внешнего диагностирования, включенных в состав КАС ДУ. Одну из таких систем, получившую название «Система технической диагностики на базе микроЭВМ и программируемых контроллеров», сокращенно СТД-МПК, разработали в ЦКЖТ ПГУПС и НИЛ КСА УрГУПС [12, 13].

На рис. 3 мы видим место устройств диагностики СТД-МПК (точки подключения аналогового коммутатора АК), интегрированных в структуру КАС ДУ.

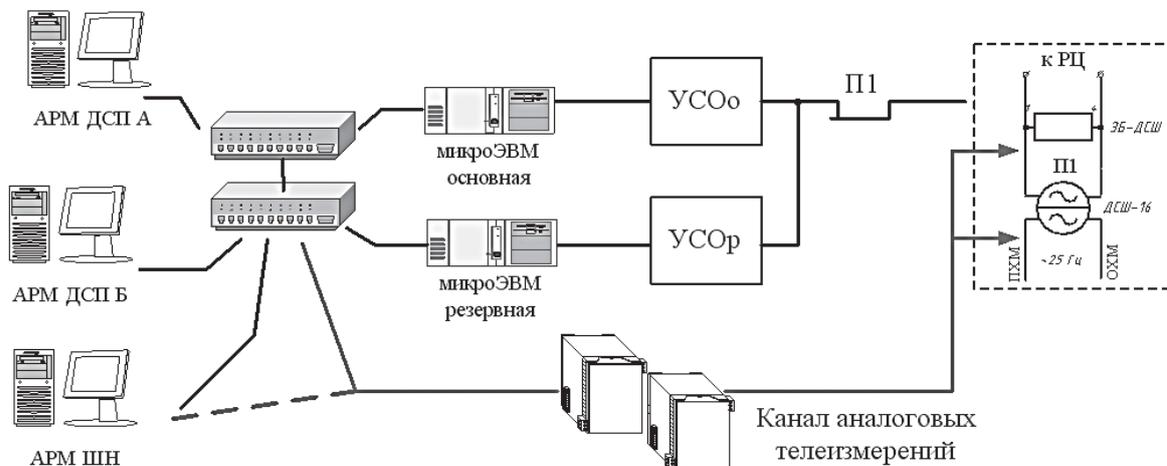


Рис. 3. Место СТД-МПК в комплексе ЭЦ-МПК КАС ДУ

Здесь речь идет уже о получении аналоговой информации от аппаратуры питающего и релейного концов рельсовой цепи, это параметры:

- сигнального напряжения, сопротивления изоляции питающего конца;
- сигналов системы АРС (напряжение на резонансном контуре, на выходе фильтра ФП-АЛС);
- сигнального напряжения на местных элементах путевых реле, сопротивления изоляции кабеля;
- напряжения и сопротивления изоляции лучевого питания (ПХЛ, ОХЛ).

Особенностью метрополитенов, в сравнении с магистральным железнодорожным транспортом, является наличие системы автоматического регулирования скорости (АЛС-АРС). При обслуживании АЛС-АРС требуется измерять сигналы на пяти частотах (75, 125, 175, 225, 275 Гц), несущих информацию о разрешенной скорости. Использование неселективных измерительных приборов не позволяет производить такие измерения [14]. Ситуация усложняется тем, что для подачи в рельсы определенной частоты в целях контрольных измерений необходима имитация поездной обстановки. Данное требование значительно повышает трудоемкость операции контрольных измерений, так как необходимо измерять все возможные частоты по каждой рельсовой цепи. Поэтому СТД-МПК автоматизирует процесс контрольных измерений, производя измерения при движении поездов в дневное время. Схема подключения СТД-МПК для измерения параметров АЛС-АРС приведена на рис. 4.

СТД-МПК упрощает процесс поиска неисправностей в системе ЭЦ, давая электромеханику объективную информацию по аналоговым параметрам напольного оборудования. Так, при обнаружении факта ложной занятости, если УВК ЭЦ-МПК исправен, необходимо обратиться к данным измерений, проведенных СТД-МПК. Если параметры сигнала на путевом реле в норме – неисправен монтаж между реле и устройствами сопряжения ЭЦ-МПК. Если нет, необходимо измерить сопротивление изоляции и напряжения питающего конца. Если все параметры в норме, то, вероятно, проблема в устройствах напольной автоматики и необходимо искать причину с использованием носимых приборов. Конечно, в ситуации обрыва соединителя диагностика не слишком эффективна. Основные преимущества системы диагностирования проявляются при сложных видах отказов, параметрических или перемежающихся.

СТД-МПК для съема первичной аналоговой информации использует ряд измерительных модулей (в нижеприведенной таблице представлены параметры, измеряемые данными модулями). Это постоянные и переменные напряжения частотой 25, 50 Гц, напряжения и несущие частоты тональных рельсовых цепей, АЛС-АРС, напряжения и разность фаз путевого и местного элемента фазочувствительных рельсовых цепей, сопротивление изоляции кабеля и монтажа относительно земли, напряжения фидеров питания, время и продолжительность выхода напряжения фидеров за пределы норм, ток

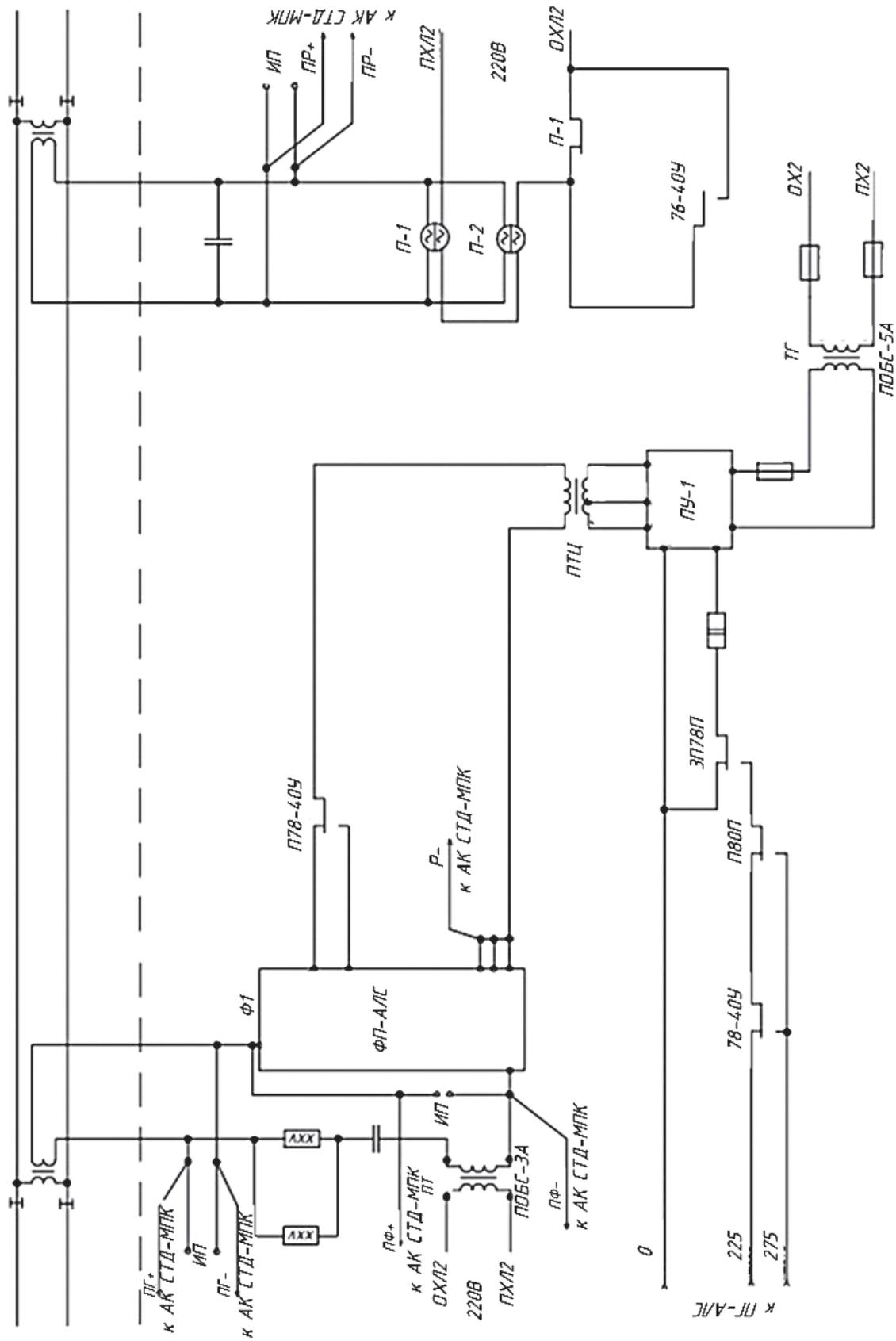


Рис. 4. Подключение STD-MPK к рельсовой цепи с наложением сигналов АЛIS-APC

Величины, измеряемые аппаратурой СТД-МПК,
и пределы относительной погрешности измерения

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допустимой относительной погрешности
<i>Модуль УНС-ПА</i>		
СКЗ напряжения переменного тока частотой 50 Гц	35–250 В	±1,5 %
	0,05–2 В	±1 %
Напряжение постоянного тока	10–30 В	±2 %
Сила постоянного тока (ППТ-35)	1–30 А	±2,5 %
СКЗ силы переменного тока (ППТ-35)	0,4–30 А	±1,5 %
СКЗ силы переменного тока (ППТ-110)	10–200 А	±1,5 %
<i>Модуль УНС-4 И</i>		
Напряжение постоянного тока	0,1–300 В	±1,5 %
СКЗ напряжения переменного тока	0,07–250 В	±2 %
СКЗ напряжения переменного тока частотой 25 Гц	0,07–250 В	±2 %
СКЗ напряжения переменного тока частотой 50 Гц	0,07–250 В	±2 %
СКЗ напряжения переменного тока частотой 75, 125, 175, 225, 275, 420, 480, 580, 720, 780 Гц	0,1–240 В	±2,5 %
Сопротивление изоляции	До 100 МОм	15 %
Фаза относительно опорного напряжения	от –180 до +180°	±3°
Частота несущей манипулированного сигнала	420–780 Гц	±2 Гц
Частота манипулирующего сигнала	8–12 Гц	±2 Гц
<i>Модуль УМВ-32</i>		
Временные характеристики кодов	0,01–2,00 с	±5 мс
Выдержка времени между двумя входами УМВ	0,01–300 с	±10 мс

Примечание. СКЗ – среднеквадратичное значение.

фидеров питания, заряда/разряда аккумуляторной батареи и ток перевода стрелок [15].

Особенностью технических решений СТД-МПК является:

– минимальное количество средств измерений (аналоговое мультиплексирование);

– максимальное использование аппаратно-программных средств КАС ДУ с единым АРМ ШН;

- измерение сопротивления изоляции в гальванически изолированной группе под напряжением $\pm 50/500$ В;
- измерение угла сдвига фаз между напряжениями элементов фазочувствительного путевого реле;
- одновременное измерение напряжений на всех частотах тональных рельсовых цепей, АРС;
- удаленный доступ к информации через стандартные средства отображения (web-browser).

Благодаря этим особенностям и перечню измеряемых величин становится возможной автоматизация целого ряда операций по техническому обслуживанию устройств автоматики, касающихся измерения напряжений и фаз на путевых реле, измерений изоляции кабельных линий и монтажа относительно земли, контроля короткого замыкания изолирующих стыков и др.

Структура СТД-МПК представлена на рис. 5.

Система позволяет централизовать результаты измерений и диагностирования со всего участка на сервере КАС ДУ и через стандартные сети передачи данных обеспечить доступ к этой информации руководящим и дежурным работникам, находящимся на удаленных рабочих местах. В то же время на каждой станции выделяются уровни АРМ ШН, контроллеров и устройств сопряжения с объектами. Такая структура снимает любые ограничения на конфигурацию объектов диагностирования и существенно снижает требования к каналам связи. Аналоговую и дискретную информацию получают с объектов диагностирования с помощью модулей комплекса технических средств распределенных измерений, контроля и управления (КТС УК). Именно характеристики этих модулей и определяют функциональность СТД-МПК.

Модуль УНС-ПА устанавливается в питающей установке и позволяет измерять напряжения и токи фидеров питания, фиксировать отклонения их от нормы, а также используется для измерения токов стрелок и других измерений, требующих непрерывного контроля диагностируемого объекта.

Модуль УНС-4 ИА позволяет селективно измерять напряжения фазочувствительных и тональных рельсовых цепей, сигналов АРС (частоты 75, 125, 175, 225, 275 Гц), разности фаз и параметры сигналов ТРЦ и ток утечки через изоляцию кабеля, который пересчитывается системой в сопротивление изоляции кабеля. Измерительное напряжение для создания тока утечки формируется модулем ИОН-50/500, который позволяет системе на программном уровне подключать и отключать источник с регулируемым напряжением ± 50 или ± 500 В к измеряемой цепи. Модули аналоговых коммутаторов АК обеспечивают подключение входов измерителей УНС к большому количеству объектов, благодаря чему существенно снижается стоимость системы диагностирования не только на этапе строительства, но и при ее эксплуатации.

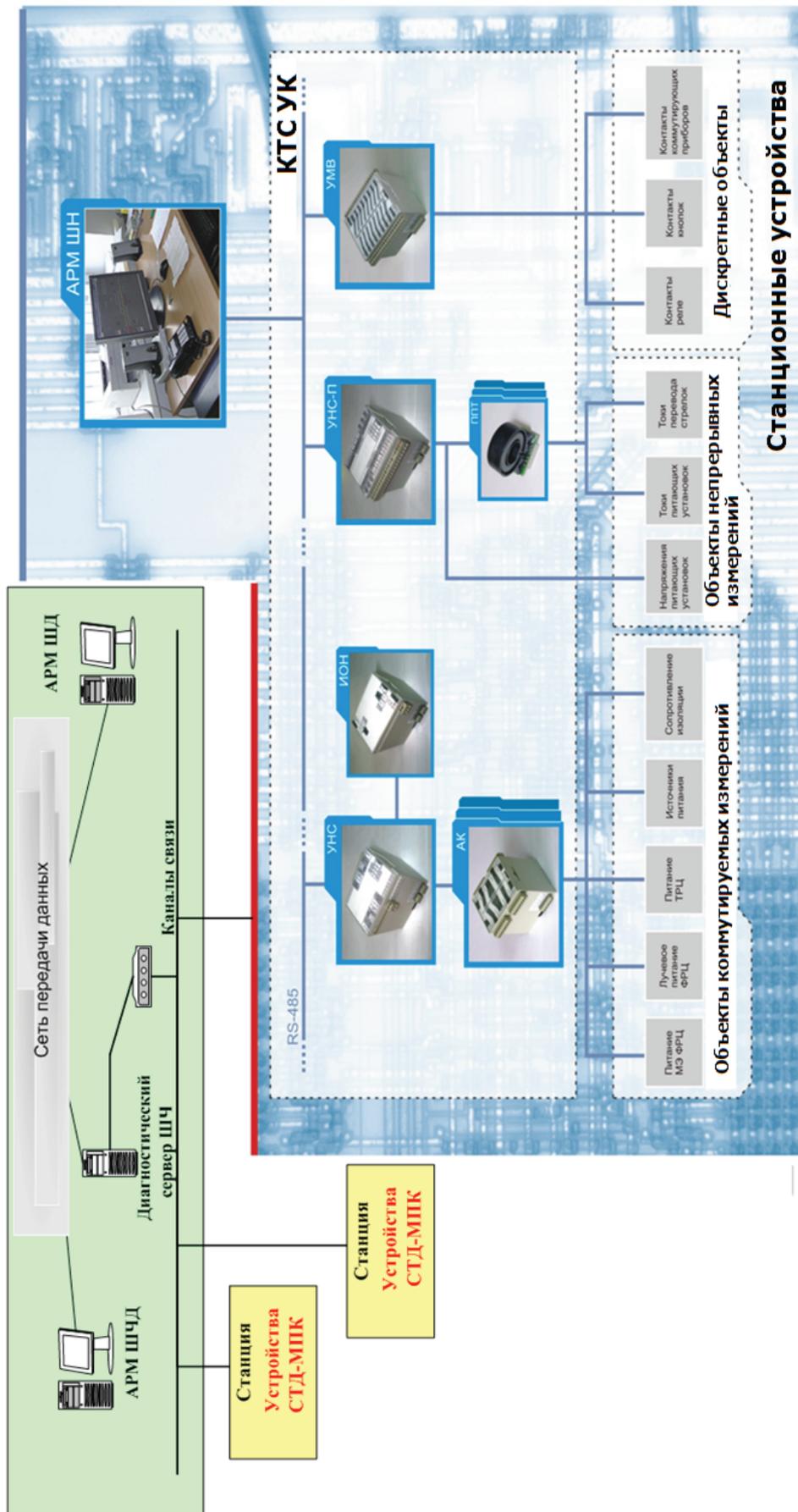


Рис. 5. Структура СТД-МПК

2 Оптимизация количества измерительных каналов в системе мониторинга

В системе диагностирования имеется ряд измерительных каналов, по которым передаются результаты выделенных и коммутируемых измерений. В выделенных измерениях действует правило: один объект измерения – один измеритель. В коммутируемых: один измеритель – много объектов измерений. Сам по себе измерительный модуль довольно сложный прибор, требующий проведения периодических мероприятий по калибровке.

Для минимизации стоимости системы выделенных измерений комплектуются измерителями с низкими функциональными возможностями и требуют серьезных затрат на периодическую калибровку измерительных каналов.

Системы, построенные по концепции коммутируемых измерений, содержат один высококачественный измеритель и аналоговый мультиплексор, последовательно подключающий объекты измерения к измерителю.

Для наглядной демонстрации проблемы резкого увеличения числа измерительных каналов в системах непосредственных измерений рассмотрим следующий пример. На рис. 6 приведены данные по общему количеству приборов, используемых на Свердловской железной дороге для измерения параметров рельсовых цепей, всего их 805.

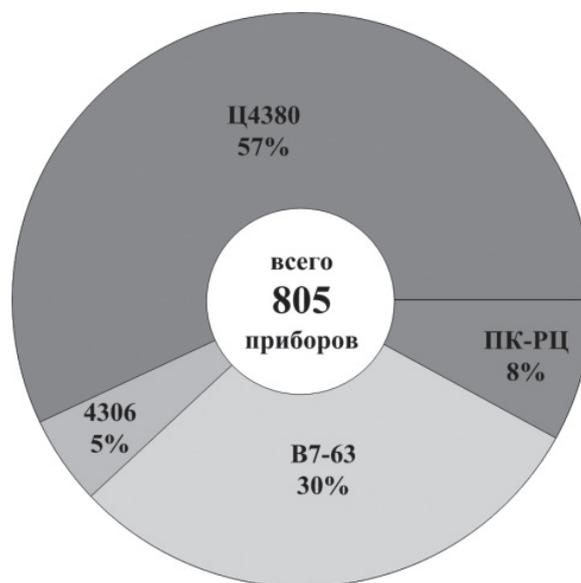


Рис. 6. Измерительные приборы для технического обслуживания рельсовых цепей Свердловской железной дороги

На промежуточной станции в широко эксплуатируемых системах технического диагностирования насчитываются десятки узкоспециализированных измерителей. Например, на станции Хрустальная Свердловской ж. д. при 18 стрелках в системе АДК-СЦБ используются 10 узкоспециализированных

модулей аналогового ввода с восьмью выделенными измерительными каналами, что практически равносильно применению на такой станции 80 измерительных приборов. Это говорит о том, что 10 станций, подобных рассмотренной, оборудованных системой АДК-СЦБ, будут содержать такое же количество измерительных каналов, требующих калибровки.

СТД-МПК, построенная на основе концепции коммутируемых измерений, имеет существенно более низкую стоимость жизненного цикла по сравнению с системами мониторинга, построенными на концепции выделенных измерений [4, 16–19]. Адаптивное управление аналоговым мультиплексором производит измерение параметров в нужные моменты времени.

Стоимость интегрированной в систему ЭЦ-МПК диагностики весьма скромна. Полный комплект оборудования для измерений параметров рельсовых цепей и кабельных линий добавляет от 20 до 30% стоимости основных средств ЭЦ-МПК, что практически незаметно на общем фоне строительства системы управления [20].

Совершенствование подсистемы диагностирования дает основу для автоматизации графика технического обслуживания (в части измерений), возможность зарегистрировать проявления и разобраться с причинами перемежающихся отказов, снижает роль «человеческого фактора» при поиске причины отказа и для исключения их дальнейшего появления. Наличие новых функций в современных управляющих системах, таких как самодиагностика, диагностика напольного оборудования и другие, представляет дополнительный интерес для обновления ЭЦ в метрополитене путем применения релейно-процессорной или микропроцессорной централизации [21, 22] в составе интеллектуального комплекса систем управления [23].

Заключение

Рассмотренная в данной статье система успешно применяется на железных дорогах и в метрополитенах России и стран ближнего зарубежья. СТД-МПК эксплуатируется на станциях ОАО «РЖД», ОАО «ЯЖДК», АО «Қазақстан Темір Жолы», а также в ЕМУП «Екатеринбургский метрополитен» на станции «Проспект Космонавтов», где, помимо типовых измерений в рельсовых цепях и кабельных линиях, контролируются электрические параметры устройств автоматического регулирования скорости.

Библиографический список

1. Сапожников Вал. В. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики / Вал. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников,

- Х. А. Христов, Д. В. Гавзов ; под ред. Вл. В. Сапожникова. – М. : Транспорт, 1995. – 272 с.
2. Сапожников Вл. В. Микропроцессорные системы централизации: учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / Вл. В. Сапожников, В. А. Кононов, С. А. Куренков, А. А. Лыков, О. А. Наседкин, А. Б. Никитин, А. А. Прокофьев, М. С. Трясов ; под ред. Вл. В. Сапожникова. – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 398 с.
 3. Сапожников Вал. В. Применение кодов с суммированием при синтезе систем железнодорожной автоматики и телемеханики на программируемых логических интегральных схемах / Вал. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, Д. В. Ефанов // Автоматика на транспорте. – 2015. – Т. 1. – № 1. – С. 84–107.
 4. Ефанов Д. В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики : монография / Д. В. Ефанов. – СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. – 171 с.
 5. Никитин А. Б. Реализация комплексной автоматизированной системы диспетчерского управления линией метрополитена / А. Б. Никитин, М. Ю. Королев // Транспорт Российской Федерации. Наука и транспорт. Метрополитены будущего. – 2010. – С. 39–41.
 6. Gawzow D. W. Ein automatisiertes komplexes Betriebsleitsystem für Untergrundbahnen / D. W. Gawzow, A. B. Nikitin, O. A. Nasedkin // Signal + Draht. – 2005. – № 3.
 7. Гавзов Д. В. Компьютерная система диспетчерской централизации для линий Петербургского метрополитена / Д. В. Гавзов, А. Б. Никитин, Ю. И. Ворончихин, Н. К. Михалев // Автоматика, телемеханика и связь. – 1997. – № 8. – С. 19–23.
 8. Никитин А. Б. Анализ компьютерных систем оперативного управления устройствами ЭЦ / А. Б. Никитин, Вал. В. Сапожников // Автоматика связь, информатика. – 2006. – № 6. – С. 6–8.
 9. Никитин А. Б. Проектирование пользовательского интерфейса для ЭЦ-МПК. Ч. 1 / А. Б. Никитин, С. В. Бушуев, Р. Ш. Валиев, С. Ю. Воронин, А. Ю. Идуков // Автоматика связь, информатика. – 2006. – № 8. – С. 6–10.
 10. Никитин А. Б. Проектирование пользовательского интерфейса для ЭЦ-МПК. Ч. 2 / А. Б. Никитин, С. В. Бушуев, Р. Ш. Валиев, С. Ю. Воронин, А. Ю. Идуков // Автоматика связь, информатика. – 2006. – № 10. – С. 10–11.
 11. Никитин А. Б. Комплекс технических средств управления и контроля / А. Б. Никитин, С. В. Ракчеев, М. В. Сидоров, М. Г. Максимов // Автоматика связь, информатика. – 2007. – № 2. – С. 7–12.
 12. Никитин А. Б. Научная школа кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I / А. Б. Никитин // Автоматика на транспорте. – 2015. – Т. 1. – № 4. – С. 433–451.
 13. Бушуев С. В. Особенности измерений сигналов тональных рельсовых цепей / С. В. Бушуев, А. Н. Попов, К. В. Гундырев // Вестник транспорта Поволжья. – 2014. – № 5. – С. 94–97.
 14. Пат. № 2384886 Российская Федерация. Способ и устройство удаленного мониторинга и технической диагностики железнодорожных устройств автоматики

- и телемеханики / С. В. Бушуев, К. В. Гундырев. 12.05.2008. – № 2008118803/11 ; заявл. 12.05.2008 ; опубл. 20.03.2010, Бюл. № 8.
15. Никитин А. Б. Средства технической диагностики и удаленного мониторинга STD-MPK / А. Б. Никитин, С. В. Бушуев, К. В. Гундырев, А. В. Алексеев, С. В. Гребель, А. Н. Попов // Автоматика, связь, информатика. – 2012. – № 10. – С. 6–8.
 16. Молодцов В. П. Системы диспетчерского контроля и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики : учеб. пособие / В. П. Молодцов, А. А. Иванов. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2010. – 140 с.
 17. Ефанов Д. В. Обеспечение безопасности движения за счет технического диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д. В. Ефанов, П. А. Плеханов // Транспорт Урала. – 2011. – № 3. – С. 44–48.
 18. Лыков А. А. Техническое диагностирование и мониторинг состояния устройств ЖАТ / А. А. Лыков, Д. В. Ефанов, С. В. Власенко // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – № 5. – С. 67–72.
 19. Ефанов Д. В. Мониторинг параметров рельсовых цепей тональной частоты / Д. В. Ефанов, Н. А. Богданов // Транспорт Урала. – 2013. – № 1. – С. 36–42.
 20. Никитин А. Б. Совершенствование диагностики систем ЖАТ / А. Б. Никитин // Автоматика связь, информатика. – 2015. – № 11. – С. 14–16.
 21. Гавзов Д. В. Принципы построения и функционирования системы ЭЦ-MPK / Д. В. Гавзов, А. Б. Никитин, С. В. Бушуев, К. В. Гундырев. – Екатеринбург : УрГУПС, 2002. – 68 с.
 22. Никитин А. Б. Основы систем микропроцессорной централизации / А. Б. Никитин, М. Г. Яшин, В. А. Грошев, В. А. Мойсеев. – СПб. : Военный институт железнодорожных войск и военных сообщений, 2015. – 79 с.
 23. Баранов Л. А. Интеллектуальная интегрированная автоматизированная система управления метрополитеном / Л. А. Баранов, А. Б. Никитин, В. Г. Сидоренко, П. Л. Киселев // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте ИСУЖТ-2012 : тр. Первой научно-тех. конф., 15–16 ноября, 2012. – М., 2012. – С. 242–247.

*Sergey V. Bushuev,
Konstantin V. Gundyrev,
Boris V. Rozhkin*

«Automation, remote control and communication
on railway transport» department,
Ural state transport university

Capabilities and application of technical diagnostics and remote monitoring system, based on microcomputer and programmable STD-MPK controllers

Optimization of overhead costs of the facility of automation and remote control of main railway transport and in subway, in particular, results in a drop in

the qualification of technical personnel. In such circumstances the maintenance of defined parameters of device readiness is impossible without using of automated tools for technological equipment control and requires a change of the concept of the current allowance for condition-based maintenance with monitoring of residual operation life. At the same time the monitoring system already in use should integrate harmoniously within the existing enterprise operational management system and should have decent economical parameters.

The article describes the structure, capabilities, features and technical means developed NIL KSA USTU in cooperation with the Computer railway technologies center (CRTC) PSTU and replicated at the facilities of JSC «RZhD», industrial vehicles and metro lines the technical diagnostics system STD-MPK. STD-MPK is an integrated subsystem for supervisory complex of electric interlocking – EC-MPK, MPC-MPK, devices of power supply for microprocessor devices UEP-MPK (-ShPT), and KAS DU in subway. The urgency of the implementation of STD under the conditions of a reduction of investments and operating costs are mentioned in the paper. The article also gives attention to the connection diagrams for STD-MPK devices to track circuit with overlapping of signals from the system of automatic speed control (ALS-ARS), used within the facilities of automation and remote control system of metros, as well as specifies the problems and peculiarities of measuring automatic speed control system signals of different spectrums.

technical diagnostics and remote monitoring system; object bridging device; system self-checking; analog switch; metering unit

References

1. Sapozhnikov Val. V., Sapozhnikov Vl. V., Khristov Kh. A., Gavzov D. V. (1995). Methods for bulding up reliable microelectronic systems of railway automation [Metody postroyeniya bezopasnykh mikroelektronnykh sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki], under the editorship of Vl. V. Sapozhnikov. Moscow, Transport, 272 p.
2. Sapozhnikov Vl. V., Kononov V. A., Kurenkov S. A., Lykov A. A., Nasedkin O. A., Nikitin A. B., Prokof'ev A. A., Tryasov M. S. (2008). Microprocessor-based systems of centralization: textbook for vocational training and colleges of railway transport [Mikroprotsessornyye sistemy tsentralizatsii: Uchebnik dlya tekhnikumov i kolledzhey zheleznodorozhnogo transporta], under the editorship of Vl. V. Sapozhnikov. Moscow, GOU «Training center for railway transport education» (GOU «Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte), 398 p.
3. Sapozhnikov Val. V., Sapozhnikov Vl. V., Efanov D. V. (2015). Application of sum codes for synthesis of railway automation and remote control systems using programmable logic integrated circuits [Primeneniye kodov s summirovaniyem pri sinteze sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki i telemekhaniki na programmiruyemykh logicheskikh integral'nykh skhemakh], Automation on Transport (Avtomatika na transporte), vol. 1, issue 1, pp. 84–107.

4. Efanov D. V. (2016). Concurrent error detection and monitoring of railway automation and remote control devices [Funktsional'nyy kontrol' i monitoring ustroystv zheleznodorozhnoy avtomatiki i telemekhaniki]: monograph. St. Petersburg, Peterburg state transport university (Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet putey soobshcheniya), 171 p.
5. Nikitin A. B., Korolev M. Yu. (2010). Implementation of complex automated dispatching control system for subway line [Realizatsiya kompleksnoy avtomatizirovannoy sistemy dispetcherskogo upravleniya liniyey metropolitena], Transport of the Russian Federation. Science and transport. Subway of the future (Transport Rossiyskoy Federatsii. Nauka i transport. Metropoliteny budushchego), pp. 39–41.
6. Gawzow D. W., Nikitin A. B., Nasedkin O. A. (2005). Ein automatisiertes komplexes Betriebsleitsystem für Untergrundbahnen, Signal + Draht, issue 3.
7. Gavzov D. V., Nikitin A. B., Voronchikhin Yu. I., Mikhalev N. K. (1997). Computer-based system of dispatching centralization for Petersburg subway lines [Komp'yuternaya sistema dispetcherskoy tsentralizatsii dlya liniy Peterburgskogo metropolitena], Automation, remote control and communication (Avtomatika, telemekhanika i svyaz'), issue 8, pp. 19–23.
8. Nikitin A. B., Sapozhnikov Val. V. (2006). Analysis of computer-based systems of operational control of electric centralization devices [Analiz komp'yuternykh sistem operativnogo upravleniya ustroystvami ETs], Automation, communication, information science (Avtomatika, svyaz', informatika), issue 6, pp. 6–8.
9. Nikitin A. B., Bushuev S. V., Valiev R. Sh., Voronin S. Yu., Idukov A. Yu. (2006). Design of user interface for ETs-MPK (part 1) [Proyektirovaniye pol'zovatel'skogo interfeysa dlya ETs-MPK (ch.1)], Automation, communication, information science (Avtomatika, svyaz', informatika), issue 8, pp. 6–10.
10. Nikitin A. B., Bushuev S. V., Valiev R. Sh., Voronin S. Yu., Idukov A. Yu. (2006). Design of user interface for ETs-MPK (part 2) [Proyektirovaniye pol'zovatel'skogo interfeysa dlya ETs-MPK (ch. 2)], Automation, communication, information science (Avtomatika, svyaz', informatika), issue 10, pp. 10–11.
11. Nikitin A. B., Rakcheev S. V., Sidorov M. V., Maksimov M. G. (2007). Complex of technical facilities for control and management [Kompleks tekhnicheskikh sredstv upravleniya i kontrolya], Automation, communication, information science (Avtomatika, svyaz', informatika), issue 2, pp. 7–12.
12. Nikitin A. B. (2015). Scholar school of Railway automation and remote control Department, Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university [Nauchnaya shkola kafedry «Avtomatika i telemekhanika na zheleznykh dorogakh» Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya Imperatora Aleksandra I], Automation on Transport (Avtomatika na transporte), vol. 1, issue 4, pp. 433–451.
13. Bushuev S. V., Popov A. N., Gundyrev K. V. (2014). Particularities of signal measuring of audio frequency track circuits [Osobennosti izmereniy signalov tonal'nykh rel'sovykh tsepey], Bulletin of Volga region transport (Vestnik transporta Povolzh'ya), issue 5, pp. 94–97.
14. Bushuev S. V., Gundyrev K. V. (2008). Method and structure for remote monitoring and technical diagnostics of railway automation and remote control devices [Sposob i

- ustroystvo udalennogo monitoringa i tekhnicheskoy diagnostiki zheleznodorozhnykh ustroystv avtomatiki i telemekhaniki]//Russian Federation Patent #2384886. 12.05.2008. Application: 2008118803/11, 12.05.2008. Published: 20.03.2010, Bul. N 8. Patent holder: Bushuev Sergey Valentinovich.
15. Nikitin A. B., Bushuev S. V., Gundyrev K. V., Alekseev A. V., Grebel' S. V., Popov A. N. (2012). Hardware for remote monitoring and technical diagnostics of STD-MPK [Sredstva tekhnicheskoy diagnostiki i udalennogo monitoringa STD-MPK], Automation, communication, information science (Avtomatika, svyaz', informatika), issue 10, pp. 6–8.
 16. Molodtsov V. P., Ivanov A. A. (2010). Dispatching control and railway automation and remote control monitoring systems [Sistemy dispetcherskogo kontrolya i monitoringa ustroystv zheleznodorozhnoy avtomatiki i telemekhaniki]: textbook. St. Petersburg, PSTU (PGUPS), 140 p.
 17. Efanov D. V., Plekhanov P. A. (2011). Transport safety precautions due to technical diagnostics and monitoring of railway automation and remote control devices [Obespecheniye bezopasnosti dvizheniya za schet tekhnicheskogo diagnostirovaniya i monitoringa ustroystv zheleznodorozhnoy avtomatiki i telemekhaniki], Ural Transport (Transport Urala), issue 3, pp. 44–48.
 18. Lykov A. A., Efanov D. V., Vlasenko S. V. (2012). Technical diagnosis and monitoring of RARC devices state [Tekhnicheskoye diagnostirovaniye i monitoring sostoyaniya ustroystv ZhAT], Transport of the Russian Federation (Transport Rossiyskoy Federatsii), issue 5, pp. 67–72.
 19. Efanov D. V., Bogdanov N. A. (2013). Monitoring of audio-frequency track circuits parameters [Monitoring parametrov rel'sovykh tsepey tonal'noy chastoty], Ural Transport (Transport Urala), issue 1, pp. 36–42.
 20. Nikitin A. B. (2015). Improving of RARC systems diagnostics [Sovershenstvovaniye diagnostiki sistem ZHAT], Automation, communication, information science (Avtomatika, svyaz', informatika), issue 11, pp. 14–16.
 21. Gavzov D. V., Nikitin A. B., Bushuev S. V., Gundyrev K. V. (2002). Principles for formation and operation of a ETs-MPK system [Printsipy postroyeniya i funktsionirovaniya sistemy ETs-MPK]. Ekaterinburg, USTU, 68 p.
 22. Nikitin A. B., Yashin M. G., Groshev V. A., Moiseev V. A. (2015). Fundamentals of microprocessor-based centralization systems [Osnovy sistem mikroprotsessornoy tsentralizatsii], St. Petersburg armed force institute (Railway troops and army transportations) (St. Peterburg, Voyennyy institut (Zheleznodorozhnykh voysk i v oyennykh soobshcheniy)), 79 p.
 23. Baranov L. A., Nikitin A. B., Sidorenko V. G., Kiselev P. L. (2012). Smart integrated computer-based system of subway management [Intellektual'naya integrirovannaya avtomatizirovannaya sistema upravleniya metropolitenom], Smart management systems for railway transport ISUZhT-2012 (Intellektual'nyye sistemy upravleniya na zheleznodorozhnom transporte ISUZHT-2012), Proceedings of the 1st scientific and technical conference, 15–16 Nov. 2012. Moscow, pp. 242–247.

*Статья представлена к публикации членом редколлегии А. Б. Никитиным
Поступила в редакцию 15.01.2016, принята к публикации 04.07.2016*

БУШУЕВ Сергей Валентинович – кандидат технических наук, проректор по научной работе и международным связям Уральского государственного университета путей сообщения.
e-mail: sbushuev2010@gmail.com

ГУНДЫРЕВ Константин Вячеславович – старший преподаватель кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Уральского государственного университета путей сообщения.
e-mail: kgundyrev@gmail.com

РОЖКИН Борис Викторович – старший преподаватель кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Уральского государственного университета путей сообщения.
e-mail: borisrozhkin@gmail.com

© Бушуев С. В., Гундырев К. В., Рожкин Б. В., 2016