

Выражения коэффициентов $A_{\text{ко}}, B_{\text{ко}}, C_{\text{ко}}, D_{\text{ко}}$ для схем замещения, представленных на рисунке 3, будут иметь следующий вид:

– для бесстыковой рельсовой цепи с учетом смежных участков:

$$\begin{vmatrix} A_{\text{ко}} & B_{\text{ко}} \\ C_{\text{ко}} & D_{\text{ко}} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} ch(\gamma l_1) & Z_{\text{в}} sh(\gamma l_1) \\ sh(\gamma l_1) & ch(\gamma l_1) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & Z_{\text{эк}} \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} ch(\gamma l_2) & Z_{\text{в}} sh(\gamma l_2) \\ sh(\gamma l_2) & ch(\gamma l_2) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot \frac{1}{Z_{\text{вх.смп}}}; \quad (3)$$

– для рельсовой цепи ограниченной с питающего конца:

$$\begin{vmatrix} A_{\text{ко}} & B_{\text{ко}} \\ C_{\text{ко}} & D_{\text{ко}} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} ch(\gamma l_1) & Z_{\text{в}} sh(\gamma l_1) \\ sh(\gamma l_1) & ch(\gamma l_1) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & Z_{\text{эк}} \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} ch(\gamma l_2) & Z_{\text{в}} sh(\gamma l_2) \\ sh(\gamma l_2) & ch(\gamma l_2) \end{vmatrix}; \quad (4)$$

– для рельсовой цепи ограниченной с релейного конца:

$$\begin{vmatrix} A_{\text{ко}} & B_{\text{ко}} \\ C_{\text{ко}} & D_{\text{ко}} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} ch(\gamma l_1) & Z_{\text{в}} sh(\gamma l_1) \\ sh(\gamma l_1) & ch(\gamma l_1) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & Z_{\text{эк}} \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} ch(\gamma l_2) & Z_{\text{в}} sh(\gamma l_2) \\ sh(\gamma l_2) & ch(\gamma l_2) \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot \frac{1}{Z_{\text{вх.смп}}}. \quad (5)$$

Выражения (3)–(5) являются более универсальными по сравнению с выражениями, представленными в [2], и позволяют учитывать влияние смежных рельсовых цепей, расположенных у любого из концов ТРЦ. Метод эквивалентного сопротивления для анализа контрольного режима может использоваться при разработке специализированного ПО для анализа и расчета ТРЦ, а также для решения задач, связанных с классификацией состояния рельсовых линий.

Список литературы

- 1 Котляренко, Н. Ф. Электрические рельсовые цепи / Н. Ф. Котляренко. – М. : Трансжелдориздат, 1961. – 327 с.
- 2 Брылеев, А. М. Теория, устройство и работа рельсовых цепей / А. М. Брылеев, Ю. А. Кравцов, А. В. Шишляков. – М. : Транспорт, 1978, – 344 с.

УДК 656.259

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭЦ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ И УДАЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

А. Б. НИКИТИН, Н. С. ГОЛОЧАЛОВ, Д. В. КОПЫТОВ

*Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург,
Российская Федерация*

В настоящее время в компании ОАО «РЖД» рассматривается и частично внедряется принципиально новая модель управления перевозочным процессом. Ведется целенаправленная работа по переходу от региональных принципов управления перевозочным процессом к организации и планированию движения поездов на полигонах сети. Развитие и совершенствование полигонных технологий в существующей логистической структуре железнодорожного транспорта на сегодняшний день является одним из перспективных и продуктивных направлений, способных обеспечить рост качественных показателей эксплуатационной работы, пассажирооборота и грузооборота. Данная работа невозможна без развития и применения современных решений в области управления движением поездов, а именно в технической ее части, которая касается систем автоматики, телемеханики и связи. Задача этих систем – быть максимально надежными, живучими и идентичными с точки зрения эксплуатации, информативными, способными передавать необходимую информацию о поездной обстановке, отказах, условиях работы оперативному персоналу по средствам различных каналов связи в режиме реального времени. На сегодняшний день развитие этих систем достигло до-

статочного серьезного уровня, что позволяет применять различные варианты управления инфраструктурой ж.-д. автоматики и телемеханики в зависимости от конкретных эксплуатационных условий на участке.

Одним из наиболее перспективных направлений развития в области управления инфраструктурой ж.-д. автоматики и телемеханики является внедрение решений по удаленному управлению с интеграцией различных систем, обеспечивающих эффективное и безопасное управление движением поездов. Это может быть как управление станцией в целом, так управление отдельными распределенными по участку системами или объектами. Безусловно, все преимущества внедрения современных технических решений вытекают из применения в этих решениях современной микропроцессорной техники. Это стало скачком в развитии систем ж.-д. автоматики и телемеханики в целом, предоставляя огромные возможности, начиная от интеграции объектов в единую структуру управления участком, включая реализацию решений по интервальному регулированию движения поездов на основе плавающих блок-участков. Появляются возможности применять современные решения не только на самостоятельных, отдельных станциях или перегонах с необходимым уровнем интеграции с существующими системами, а также для объединения между собой нескольких станций и участков, проводить техническое перевооружение и модернизацию морально и физически устаревшего оборудования на станциях и самое главное – комбинирование между собой перечисленных возможностей в зависимости от поставленной задачи. Все эти решения, в свою очередь, позволяют сформировать единый подход к управлению движением поездов на участке или полигоне.

Единое управление потоками поездов на полигоне позволит ускорить пассажирское сообщение, выстроить оптимальную логистическую технологию управления погрузкой и продвижением грузопотоков к крупным выгрузочным регионам – морским портам и межгосударственным стыковым пунктам.

Очевидно, что для выполнения задач по эффективному управлению движением и повышению пропускной способности участка или полигона сети дорог, необходима соответствующая модернизация инфраструктуры хозяйства автоматики и телемеханики. Здесь рассматривается два подхода – это новое строительство одноплатформенных систем ЭЦ и АБ или частичная реконструкция существующих релейных систем, в результате которой существенно повышаются их функциональные возможности.

Новое строительство инфраструктуры позволяет еще на этапе проектирования заложить принципы управления движением по участку и внедрять на нем одноплатформенные или близкие по своему построению системы управления. Помимо различных возможностей по конфигурации управления движением, это позволяет одинаково эффективно работать одному и тому же эксплуатационному персоналу на той или иной станции участка, а ремонтной дистанции – иметь ограниченный перечень запасных частей и материалов. В качестве уже реализованных примеров такого подхода к модернизации инфраструктуры можно привести участок Тобольск – Сургут – Коротчаево Свердловской железной дороги, где более 20 станций подряд оборудованы одноплатформенными микропроцессорными и релейно-процессорными системами с соответствующими интеллектуальными функциями. Такой подход сделал возможным уже сейчас повысить эффективность управления движением на этом участке и готовым быть частью большого полигона управления при дальнейшем развитии соответствующей инфраструктуры.

Стоит отметить, что новое строительство инфраструктуры ж.-д. автоматики и телемеханики всегда связано с значительными капитальными вложениями. Это не всегда приемлемо и оправдано в краткосрочной перспективе, но необходимо для развития и совершенствования инфраструктуры в целом для повышения эффективности управления движением. На этом фоне в последнее время получают все большее распространение технические решения, позволяющие проводить модернизацию существующих устаревших релейных систем управления. Этот метод предусматривает или полную замену наборной группы существующих систем ЭЦ на резервируемые программно-аппаратные средства, или «наложение» программно-аппаратных средств управления на наборную группу существующей системы ЭЦ. В любом из этих вариантов исключаются из работы традиционные пульт-табло дежурного по станции и заменяются на автоматизированные, взаимно резервируемые рабочие места АРМ ДСП. Эти технические решения существенно расширяют возможности по управлению движением, позволяют увязывать систему ЭЦ с другими информационными и диагностическими системами автоматики и телемеханики. Также появляются возможности создания необходимой конфигурации управления движением по станциям и участкам с необходимыми требованиями (организация миниДЦ, неограниченное количество рабочих мест и т. д.).

С развитием безопасных интерфейсов сопряжения с объектами, повышением надежности программно-аппаратных комплексов, самым современным решением, позволяющим кратно повысить функциональные способности систем управления движением поездов на участке полигона, рассматривается управление распределенной инфраструктурой ж.-д. автоматики и телемеханики с применением решений для микропроцессорных систем ЭЦ. Такой подход позволяет не оборудовать каждый объект (станцию или перегон) полноценной системой МПЦ, а обойтись лишь соответствующими объектными контроллерами, объединяя которые в единую высокоскоростную сеть передачи данных, совместно с единым безопасным управляющим вычислительным комплексом, получить возможность управления целым участком с опорной станции или диспетчерского центра, имеющего наибольшее количество объектов управления и контроля и соответствующий компетентный обслуживающий персонал. Станции, отдельные пункты, находящиеся на управлении с опорной станции, оборудованы устройствами сопряжения с объектами, информационный обмен с которыми осуществляется через волоконно-оптическую линию связи с соответствующей канало-образующей аппаратурой и аппаратурой преобразования протоколов передачи данных. Отсутствие эксплуатационного персонала на удаленно управляемых станциях и отдельных пунктах позволяет отказаться от полноценных автоматизированных рабочих мест, предусмотрев лишь возможность подключения универсального переносного АРМа в случае возникновения необходимости реализации станционного (резервного) управления. Таким образом, по сравнению с классическими системами интегрированная распределенная архитектура позволяет одним УВК решать не только задачи станционных систем, но и существенно расширяет его функциональные возможности. Такой подход и решения позволяют интегрировать в систему управления как станционные объекты, переезды, так и различные системы автоблокировки.

Все вышеупомянутые решения позволяют повысить функционал систем управления ж.-д. автоматики и телемеханики. Применение подобных решений необходимо для внедрения так называемых «сквозных» или, по-другому говоря, «полигонных» принципов управления движением, которые сегодня уже находят свое применение на некоторых участках железных дорог. При значительной длине участка поездного диспетчера степень автоматизации управления должна быть достаточно высокой, обеспечивающей требуемый уровень размеров движения и, что особенно важно, безопасность движения поездов. Внедрение таких решений позволяет пересматривать диспетчерские участки и на более эффективном уровне строить работу региональных и «полигонных» центров управления движением. Однако стоит отметить, что сегодня уровень оснащения подобными системами на сети железных дорог составляет лишь порядка 13 % от общего количества станций, оснащенных системами ЭЦ.

В заключение стоит отметить, что на сегодняшний день, в целом, идет модернизация хозяйства автоматики и телемеханики, внедряются технологии, позволяющие в будущем решать логистические и эксплуатационные задачи разной сложности. Хотя темпы этой модернизации только набирают обороты, но уже сейчас, основываясь на своем практическом опыте, можно выделить ряд участков, где описанные решения применены и реально работают, принося ощутимый эксплуатационный эффект.

Список литературы

- 1 Шаров В. А. Тенденции развития системы управления железнодорожными перевозками с учетом полигонных технологий / В. А. Шаров, Н. Е. Вавилов // ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)».
- 2 Интеллектуальные функции управления в микропроцессорных системах централизации / А. Б. Никитин [и др.] // Автоматика на транспорте. – 2023. – № 1. – С. 63–71.
- 3 Построение распределенных микропроцессорных систем управления движением поездов / А. Б. Никитин [и др.] // Автоматика на транспорте. – 2023. – № 2. – С. 153–161.
- 4 Системы микропроцессорной централизации. Международный обзор // Железные дороги мира. – 1997. – № 8. – С. 8–17.
- 5 Сапожников, Вл. В. Анализ компьютерных систем оперативного управления устройствами ЭЦ / Вл. В. Сапожников, А. Б. Никитин // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – № 6. – С. 6–8.
- 6 Гавзов, Д. В. Релейно-процессорная централизация ЭЦ-МПК / Д. В. Гавзов, А. Б. Никитин // Автоматика, связь, информатика. – 2002. – № 4. – С. 12–15.
- 7 Долгий, И. Д. Возможности релейных и процессорных систем управления станцией / И. Д. Долгий // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 5. – С. 25–27.
- 8 Полигонные технологии – новый уровень управления // Гудок. – 2017. – № 49.