

А.Б. Никитин – доктор технических наук (ЦКЖТ)

С.В. Бушуев – кандидат технических наук (НИЛ КСА)

ОБОБЩЕНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ И ОПЫТА ТИРАЖИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА СТАНЦИЯХ

Аннотация

Непрерывно растущие требования к системам управления движением поездов определяют общую тенденцию перехода на микропроцессорную технику и бесконтактное управление. Однако, темпы внедрения тех или иных решений должны определяться степенью готовности к их массовому производству и эксплуатации, а также экономическими соображениями настоящего периода.

1. Общие тенденции развития систем электрической централизации

Электрическая централизация стрелок и сигналов (ЭЦ) – основная система оперативного управления движением поездов на станциях. В настоящее время на железных дорогах мира преобладают релейные системы ЭЦ, где в качестве элементной базы используются специализированные реле. В России в течение последних 60 лет развитие систем происходило по следующим направлениям:

- повышение пропускной способности горловин станций за счет посекционного размыкания маршрутов;
- типизация схем ЭЦ с целью упрощения проектирования, строительства и обслуживания системы (ЭЦ блочного типа и с индустриальной системой монтажа);
- повышение безопасности движения поездов (повышение надежности алгоритма размыкания маршрутов, исключение перевода стрелок при кратковременной потере шунта);
- расширение функциональных возможностей (кодирование станционных путей, установка маршрутов по ложно занятым секциям, ограждение путей при осмотре составов, оповещение монтеров пути и др.);
- увязка с системами верхнего уровня и диагностическими системами.

Реализация этих мероприятий сопровождалась увеличением числа реле [3], приходившихся на одну централизованную стрелку (рис. 1).

В первых системах ЭЦ, которые были с центральными зависимостями и местным питанием, выполнялось маршрутное размыкание стрелок и требовалось всего 24 реле на одну централизованную стрелку. В унифицированной системе ЭЦ (с центральными зависимостями и центральным питанием), реализующей посекционное размыкание, это число увеличилось до 36.

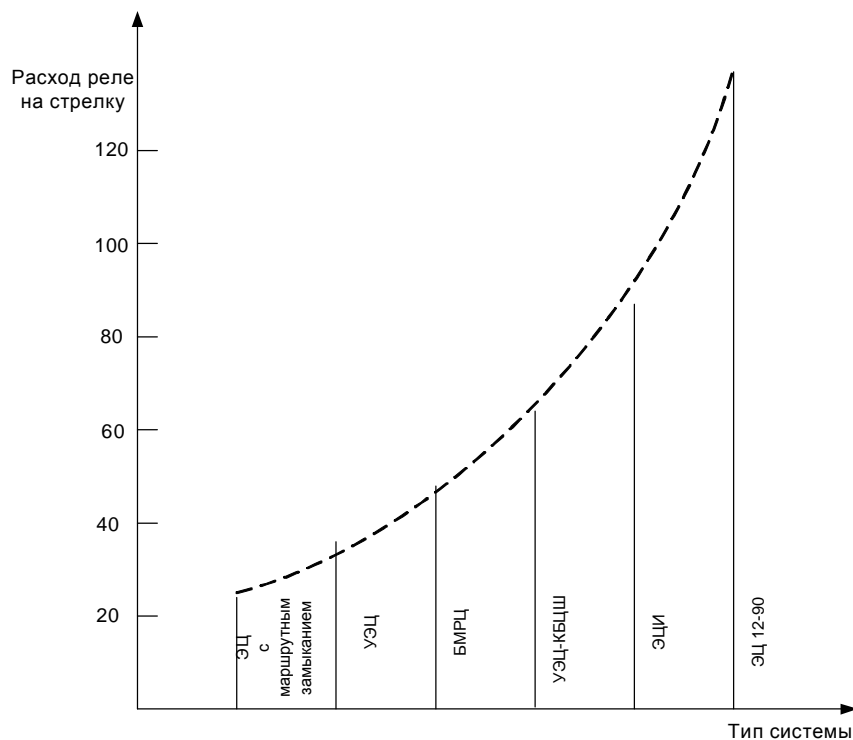


Рисунок 1

В 1947-48 гг. была разработана маршрутно-релейная централизация, автоматизирующая установку маршрутов при нажатии кнопок начала и конца маршрута. При этом в системе требовалось 46 реле на одну централизованную стрелку. В 50-е годы была создана маршрутно-релейная централизация блочного типа (БМРЦ), в которой были типизированы элементы схем в виде функциональных релейных блоков (стрелки, светофора, пути и др.), что предопределило увеличение расхода реле на одну централизованную стрелку до 48. Преобладающее число стрелок сети оборудованы системой БМРЦ.

При разработке в 80-е годы унифицированной системы на реле нового поколения типа РЭЛ решались задачи исключения в схемах ненадежных электролитических конденсаторов, усиления замыкания стрелок, что сопровождалось увеличением числа реле до 64 на стрелку.

Стандартизация блоков с использованием шлангового монтажа была в основе разработки системы ЭЦИ (ЭЦ с индустриальной системой монтажа), где на одну стрелку приходилось 88 реле. Система ЭЦИ рекомендована для применения на крупных станциях. Ее функциональным аналогом по основным схемным решениям является система ЭЦ-12, рекомендованная МПС для применения на станциях с числом стрелок до 20. На таких станциях число реле на стрелку достигает показателя 128.

Столь стремительное увеличение числа реле на стрелку влечет удорожание системы и при сохранении существующего темпа строительства ЭЦ требует ввода в действие дополнительных мощностей для их производства. Кроме того, высокие показатели материалоемкости новых релейных систем не позволяют выполнить модернизацию устройств на существующих площадях и требуют строительства новых зданий постов централизации.

Тренд роста показателя числа реле на стрелку (рис.1) отражает ситуацию, когда релейные системы практически исчерпали себя для расширения функциональ-

ных возможностей. За последние 60 лет информационное обеспечение дежурного по станции и степень автоматизации функций управления не изменились. Очевидно, что попытка дальнейшего совершенствования релейных систем ЭЦ привела бы к еще более существенному увеличению количества реле. Выход из создавшегося положения лежит в переходе на новую элементную базу, которая откроет новые возможности развития информационного обеспечения и логики работы системы.

Вместе с тем, благодаря большому опыту производства и эксплуатации релейных систем нельзя не отметить целый ряд их положительных свойств:

- высокая устойчивость к электромагнитным помехам (особенно возникающим при грозовых явлениях) и к климатическим факторам (особенно к повышенной температуре);
- подтвержденные эксплуатацией высокие показатели безопасности железнодорожных реле;
- наглядность схем обеспечивающих безопасность, что позволяет широкому кругу специалистов вносить изменения, и контролировать условия обеспечения безопасности движения по станции;
- применение малогабаритных реле новых типов РЭЛ и 1Н с большим ресурсом, а также новых блоков на их основе (возрастает гарантия завода-изготовителя);
- исключение ненадежных элементов (электролитических конденсаторов), что обеспечивает большой срок эксплуатации ЭЦ (20-25 лет) без существенных затрат на обслуживание в КИПе.

Все это является серьезным аргументом, несмотря на общую тенденцию к сокращению числа реле в РПЦ и МПЦ, в настоящее время полностью не отказываться от реле (рис.2)

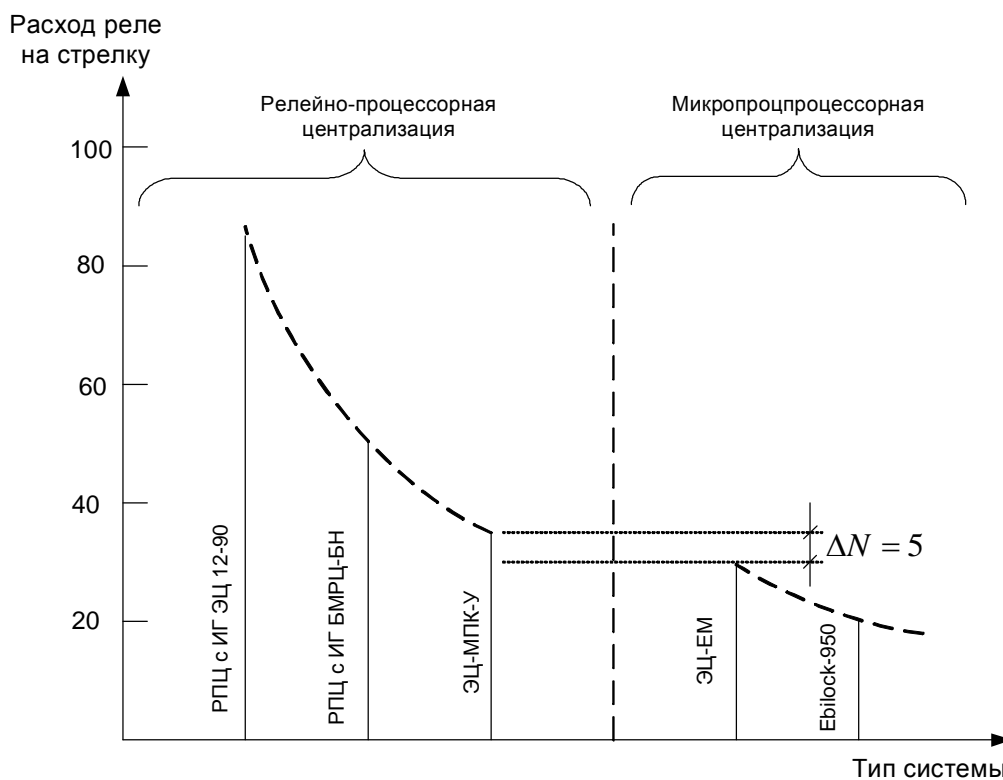


Рисунок 2

В случае, когда в РПЦ без изменений сохраняется исполнительная группа [1], сокращение числа реле на одну стрелку достигает 30-40%.

При унификации исполнительной группы РПЦ снижение релейных приборов достигается:

- реализацией функций, не связанных с обеспечением безопасности средствами вычислительной техники;
- сокращением числа повторителей за счет сокращения электрических цепей;
- гармонизацией увязки за счет усложнения алгоритмов взаимодействия компьютерной и релейной частей РПЦ.

Последнее обеспечивается как традиционным подходом – использованием общих шин питания на систему с разделением функций индивидуальными ключами (например, шин включения сигнального реле и перекрытие светофора путем переключения на отсутствующий полюс питания), так и функциональным подходом к назначению приборов (например, использование одного реле размыкания и для отмены, и для искусственного размыкания, поскольку в обоих случаях результатом является разделка замкнутой секции). Здесь не столько схемным путем, сколько усложнением алгоритма работы РПЦ достигается взаимоисключение обоих режимов.

Именно благодаря использованию всех методов сокращения релейных приборов обобщенный показатель реле на стрелку в системе релейно-процессорной централизации ЭЦ-МПК-У снижен до 36 с обеспечением полной функциональности современных релейных аналогов (посекционного размыкания и пр.). Используемый у проектировщиков норматив «количество стативов на стрелку» равен 0,6 (по сравнению 1,5 в релейной системе ЭЦ 12-00).

Дальнейшее снижение числа реле достигается в МПЦ. В системе ЭЦ-ЕМ по данным реализованных проектов (станции Н.Петергоф, Жихарево, Назия Октябрьской ж.д.) при сохранении релейного интерфейса увязки с объектами управления число реле на стрелку равно 30. При бесконтактных устройствах сопряжения с объектами в системе Ebilock-950, это число равно 19.

Современная тенденция интеграции в ЭЦ функций станционных и перегонных систем, а также в перспективе станционных подсистем (переездных устройств, компьютерных систем для районов местного управления) создает предпосылки для полного исключения реле в схемотехнике систем железнодорожной автоматики. Схемные решения этого подхода апробированы в реальных условиях на Октябрьской железной дороге в составе МПЦ-МПК, а опытные образцы используются в качестве лабораторных установок в пяти университетах путей сообщения России.

Таким образом, на нынешнем этапе при выборе системы ЭЦ не следует применять морально устаревшие релейные системы. Эти обстоятельства определили в мировой практике **стратегическое направление совершенствования ЭЦ на основе использования вычислительной техники и внедрение только релейно-процессорных (РПЦ) и микропроцессорных (МПЦ) систем ЭЦ.**

2. Анализ основных экономических показателей РПЦ и МПЦ

По данным института Гипротрансигнальсвязь, а также по мнению зарубежных специалистов и российских ученых, имеющие место на практике большие капитальные вложения в МПЦ экономически оправданны и окупаются только на больших станциях (от 40 стрелок и более), расположенных на участках с большими размерами движения.

Особенность МПЦ состоит в том, что на вычислительные средства в таких системах возлагаются функции безопасности, что предопределяет:

1. применение аппаратной избыточности безопасного управляющего вычислительного комплекса;
2. специализированных электронных компонентов для увязки с оборудованием СЦБ;
3. специализированных программных средств, работающих в масштабе реального времени с жестким контролем регламента выполнения задач.

Именно это обстоятельство, а также «не прозрачность» реализации алгоритма работы системы по сравнению с традиционными релейными схемами приводит к значительным дополнительным затратам при разработке и доказательстве безопасности МПЦ [2]. Поэтому реконфигурация путевого развития горловин (это особенно важно для промышленных и портовых станций) при МПЦ в значительной степени более сложная и соответственно более дорогая, чем для релейных или релейно-процессорных систем.

Таким образом, по сравнению с РПЦ, **реализация в МПЦ функций безопасности средствами вычислительной техники определяет увеличение капитальных вложений при строительстве** как в оборудование, так и в работы по монтажу и пусконаладке (в среднем в 10-15 раз для реализованных проектов на Российских ж.д.), в то время как РПЦ требует увеличения инвестиций на 10-20% по сравнению с релейными системами.

Рассмотрим источники экономической эффективности при внедрении электрической централизации на основе использования вычислительной техники. Оказывается, что основные статьи экономической эффективности для РПЦ и МПЦ совпадают, в частности это:

1. сокращение площадей служебно-технических помещений поста ЭЦ;
2. сокращение потерь в перевозочном процессе;
3. расширение функциональных возможностей систем, таких как:
 - выполнение функций контролируемых пунктов ДЦ;
 - телеизмерение, диагностика;
 - протоколирование и архивация (функции «черного ящика»);
 - объединение зон управления нескольких ДСП (мини- ДЦ) и сокращение персонала дежурных;
 - автоматизация управления заданием маршрутов – авторежимы;
 - интеграция функций других систем (оповещение монтеров пути, очистка стрелок);
 - обеспечение ДСП нормативно-справочными данными;
 - ведение электронных журналов, переход на безбумажную технологию документооборота.

Релейно-процессорная централизация позволяет высвободить до 30% площади релейного помещения, в то время как микропроцессорная централизация до 50%. В некоторых случаях эти площади могут быть использованы под другие нужды. Однако **экономия при строительстве за счет сокращения служебно-технических помещений несущественна**, поскольку площадь релейного помещения по отношению к общей площади здания составляет не более 7%, а основные затраты по-прежнему определяются устройством водоснабжения, канализации, электроснабжения поста от независимых фидеров и другие не связанные с типом ЭЦ.

С точки зрения строительства большой эффект дает применение новых типов питающих установок на основе необслуживаемых аккумуляторов, что позволяет исключить специализированные аккумуляторные помещения и удешевить систему приточно-вытяжной вентиляции. Такие питающие устройства применяются и в микропроцессорных, и в релейно-процессорных централизациях, являясь их общим преимуществом перед релейными системами, как с точки зрения экономии затрат при строительстве зда-

ний, так и с точки зрения сокращения потерь в перевозочном процессе, за счет полноценного функционирования станции даже при аварийном отключении всех источников питания.

Также к сокращению потерь в перевозочном процессе при РПЦ и МПЦ ведут следующие факторы:

- интеллектуальный интерфейс системы, снижающий вероятность неправильных или несвоевременных действий дежурного по станции (речевые подсказки и логический контроль над действиями человека);
- расширенный объем предоставляемой информации (по перегонам, переездам и др. объектам контроля)
- более высокие показатели надежности за счет резервирования микропроцессорной части системы (объективно даже по сравнению с релейными системами эта составляющая будет незначительна, поскольку большую часть дают отказы не постового, а напольного оборудования и по этой причине сокращения эксплуатационного обслуживающего персонала не происходит).

Таким образом, **основной эффект по сравнению с релейными системами определяется расширением и появлением новых функциональных возможностей систем ЭЦ, набор которых для РПЦ и МПЦ на практике одинаковый и является сервисным, а при наличии вычислительной техники может эквивалентно дополняться для обеих систем.**

Дополнительно следует отметить, что называют еще ряд факторов экономии эксплуатационных расходов при внедрении электрической централизации на основе использования вычислительной техники, однако существенными их признать нельзя. Так на практике при внедрении РПЦ и МПЦ **не отмечается сокращения электроэнергии**, поскольку более высокое, но кратковременное ее потребление (включение реле, горение лампочек на табло только на момент установки и использования маршрута) в релейных системах оказывается соизмеримым с более низким, но зато непрерывным потреблением электроэнергии вычислительными средствами в РПЦ и МПЦ.

Также **не следует планировать сокращения эксплуатационных расходов на материалы и ЗИП**, поскольку, прежде всего для МПЦ, оборудование вычислительной техники и специализированных модулей будет более дорогим по сравнению с реле. А низкий ресурс отдельных компонентов (монитор, мышь, клавиатура, вентиляторы системных блоков и процессоров) потребуют дополнительных расходов для обеспечения периодической замены.

Через 5-10 лет эксплуатации могут возникнуть трудности при замене отказавшей аппаратуры МПЦ на новую, из-за необходимости доказательства безопасности и совместимости эксплуатируемой программы с изменившейся из-за бурного развития вычислительной техники аппаратной платформой.

Как уже ранее отмечалось, **не следует ожидать сокращения обслуживающего персонала** по причине сохранения традиционного напольного оборудования, которое и определяет основные регламентные работы и служит причиной основной части отказов (более 70%).

Заключение

Очевидно, что при выборе системы ЭЦ на нынешнем этапе не следует применять морально устаревшие релейные системы.

При практически равных функциональных возможностях РПЦ и МПЦ в настоящее время более экономически оправданным является применение именно релейно-процессорных систем.

Однако в перспективе с накоплением мирового опыта тиражирования безопасных систем, дальнейшим совершенствованием элементной базы и появлением конкуренции на рынке разработчиков микропроцессорных систем электрической централизации, возможно, произойдет снижение стоимости МПЦ, что позволит экономически оправдано применять их для любого полигона, в том числе для малых станций, сложных увязок в узлах, для групп станций в портах и на крупных промышленных предприятиях.

Литература

1. Гавзов Д.В., Никитин А.Б. Релейно-процессорная централизация ЭЦ-МПК // Автоматика, связь, информатика. 2002. №4. С. 12 – 15.
2. Гавзов Д.В., Никитин А.Б. Микропроцессорные централизации стрелок и сигналов // Ж.-д транспорт. Сер. "Электрофикация. Автоматика и связь. АСУ". ЭИ/ЦНИИТЭИ МПС. 1999, Вып.2. 40с.
3. Nikitin A.B., Nassedkin O.A., Komin N.D. Tendenzen der Stellwerksentwicklung in Russland.// Signal+Draht, november 2003. N11. P. 20 – 24.

Статья опубликована

А.Б. Никитин, С.В. Бушуев. Обобщение тенденций развития устройств электрической централизации и опыта тиражирования компьютерных систем оперативного управления движением поездов на станциях // Транспорт Урала. - Екатеринбург, 2006. №2. С. 2 – 8.