

Нижний уровень включает в себя блоки телеуправления ТУ8Б и телесигнализации ТС16Б, предназначенные для безопасного включения и контроля состояния исполнительных реле, средства организации передачи информации между элементами нижнего и среднего уровней ПРЦ посредством локальной сети RS-485 (локальная сеть нижнего уровня), релейные схемы увязки с использованием реле I класса надежности.

В настоящее время на станции Ипать, оборудованной системой МПЦ «Ипать», выполняются работы по демонтажу резервной релейной системы ЭЦ. Выполнен перенос оставшейся информации с табло ЭЦ в АРМ ДСП. К АРМ ШН подключена система СППР. Разработаны и согласованы с заказчиком инструкции по действиям оперативного персонала в штатных и нештатных ситуациях. Инструкции заведены в систему СППР.

Эксплуатация системы СППР позволит сократить количество ошибочных действий персонала в штатных и нештатных ситуациях, сократить время реакции персонала, осуществлять сбор статистики по отказам и сбоям в работе системы и действиям персонала.

На лабораторном макете выполнена интеграция функций автоблокировки перегона Ипать–Сож в ядро системы МПЦ. При внедрении системы МПЦ на станции Сож функции автоблокировки (АБ) перегона Ипать – Сож будут разделены и интегрированы в ядра систем МПЦ станций Ипать и Сож.

Создание таких интегрированных систем и постановка их к серийному производству позволит поднять на новый уровень системы железнодорожной автоматики, повысить безопасность движения поездов и получить значительный экономический эффект при широком их использовании на Белорусской ж. д. за счет импортозамещения.

УДК 612.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ МПЦ «ИПАТЬ» И ЕЕ АНАЛОГОВ

К. А. БОЧКОВ, С. Н. ХАРЛАП, Д. Н. ШЕВЧЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта

Значительная часть эксплуатирующихся в настоящее время на Белорусской железной дороге релейных систем электрической централизации стрелок и сигналов выработали свой ресурс, и становится актуальной замена морально и физически устаревших систем на микропроцессорные системы централизации (МПЦ). Основным назначением МПЦ (наряду с автоматизацией управления движением поездов) является обеспечение безопасности процесса перевозок. Поэтому при внедрении МПЦ основным этапом технико-экономического обоснования используемой системы является сравнительный анализ показателей надежности и безопасности функционирования.

В 2003–2007 гг. НИЛ «Безопасность и электромагнитная совместимость технических средств (БЭМС ТС)» БелГУта совместно с КТЦ Белорусской ж. д. была разработана МПЦ «Ипать». Цель данной работы – определение и сравнительный анализ показателей безотказности и безопасности функционирования МПЦ «Ипать» и ее зарубежных аналогов: МПЦ «ESA-11» (производства Чешской республики) и «Alister» (Швеция), которые реализуют схожие функции, обладают близкими технико-экономическими параметрами и принципами построения:

– имеют многоуровневую структуру, реализованы на микроэлектронной и микропроцессорной элементной базе;

- на уровне согласования с объектами управления используют релейные схемы;
- восстанавливаемые системы, функционирующие в периоде нормальной эксплуатации;
- используют диверситетное программное обеспечение (ПО);
- имеют развитые средства самодиагностики.

Исходные данные о интенсивностях отказов электронной элементной базы МПЦ были получены из автоматизированного справочника 22ЦНИИ МО РФ и методики МП-НДВК-217Ф.2. Значения этих данных приводились к условиям эксплуатации МПЦ. Информация о показателях безотказности промышленных компьютеров получена из технических условий.

Предполагая, что показатели надежности элементной базы рассматриваемых МПЦ практически не различаются, основное внимание было уделено изучению влияния структуры систем на их надежность и безопасность функционирования. Так, МПЦ «Ипать» имеет трехуровневую структуру и включает в себя резервированное (ненагруженный режим) автоматизированное рабочее место дежурного по станции (АРМ1 и АРМ2) и резервированные (нагруженный режим) двухканальные подсистемы управляющего и исполнительного уровней (комплекты 1 и 2). Оригинальные схемные решения МПЦ «Ипать», в том числе исполнительного уровня, позволили организовать резервирование и контроль исправности практически всех цепей системы.

Построение задающего и управляющего уровней рассматриваемых зарубежных МПЦ аналогично структуре МПЦ «Ипать», однако подсистемы исполнительного уровня этих систем являются нерезервированными, и отказ любого их элемента переводит систему в защитное состояние.

Предполагая, что отказ любого из элементов приводит к отказу соответствующей подсистемы, методом анализа простейших потоков были определены интенсивности отказов основных подсистем МПЦ «Ипать» и

ее зарубежных аналогов. Для резервированных подсистем и МПЦ в целом показатели безотказности определялись марковским методом (для среднего времени восстановления, равного 3 часам).

Расчетное значение средней наработки на отказ МПЦ «Путь» составило $1,34 \cdot 10^6$ часов, а для зарубежных МПЦ – 257,4 часа. Полученное значение не может свидетельствовать о действительно низкой безотказности зарубежных МПЦ, поскольку оно существенно отличается от оценки, полученной на основе статистики об отказах системы в процессе эксплуатации, и вызвано использованием в расчетах завышенных значений интенсивности отказов используемой элементной базы. Вместе с тем, очевидно, что нерезервированные подсистемы исполнительного уровня зарубежных МПЦ (устройства связи с объектами), насчитывающие, как правило, порядка 40 тысяч электронных элементов, отказ одного из которых приводит к отказу всей системы, являются «узким местом» в надежности всей системы. Даже снизив в 10 раз интенсивность отказов элементной базы зарубежных аналогов МПЦ «Путь», расчетное значение средней наработки на отказ составило 2586,9 часов (3,6 месяца), что адекватно оценкам, полученным на основе статистики об отказах системы в процессе эксплуатации).

Экспертиза схемных решений и анализ видов и последствий неисправностей ответственных подсистем зарубежных МПЦ (с вероятностями которых стоит считаться) показала отсутствие необнаруживаемых одиночных отказов, переводящих систему в опасное состояние. Выполнение аналогичных процедур для МПЦ «Путь» позволило определить комбинации неисправностей ответственных подсистем (с вероятностями которых стоит считаться) кратности не выше трех, переводящих систему в опасное состояние. Для определения средней наработки системы на опасный отказ использовался марковский метод, учитывающий интенсивность обнаружения и восстановления неисправностей, который показал, что средняя наработка на опасный отказ МПЦ «Путь» составляет не менее $9,325 \cdot 10^{13}$ часов, что соответствует интенсивности опасных отказов 10^{-13} 1/ч.

Таким образом, можно констатировать, что показатели безопасности функционирования МПЦ «Путь» и «ESA-11» имеют аналогичные значения и соответствуют нормам 10^{-11} 1/ч, принятым для существующих СЖАТ. Вместе с тем, по показателю наработки на отказ и, следовательно, эксплуатационной готовности отечественная МПЦ «Путь» превосходит зарубежные аналоги.

Полученные значения показателей надежности МПЦ «Путь» и «ESA-11» нельзя рассматривать как абсолютно точные в силу, например, неопределенности исходных данных о надежности элементной базы и допущений используемых математических методов. Несмотря это, можно констатировать, что за счет более отказоустойчивой структуры МПЦ «Путь» обладает более высокой надежностью, что при равенстве значений показателей безопасности функционирования систем может оказаться решающим фактором (наряду с экономическим и зависимостью от зарубежных поставщиков) в выборе и внедрении на железной дороге отечественной системы МПЦ.

УДК 681.5:656.2:006

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

В. М. БУТЕНКО

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

На законодательном уровне стимулируется размещение заказов поставки железнодорожной автоматики (ЖА) на неспециализированных предприятиях. Ситуация усугубляется систематическим выводом обеспечивающих предприятий из структуры отрасли, что, с одной стороны, приводит к уменьшению прямых эксплуатационных затрат, а с другой – выпуску продукции у альтернативных производителей по неполнокомплектной технической документации. Для формирования тендерных требований иногда недостаточно задокументированных методик экспресс-оценки качества поставляемых элементов железнодорожной автоматики (ЭЖА). Как следствие, исторически сложилась практика использования классических ЭЖА. Особенности эксплуатации и модернизации устройств железнодорожной автоматики в Украине устойчиво показывают преобладание в модернизации элементов, не обеспечивающих безопасность движения.

В докладе делается прогноз на развитие тенденции усугубления сложившейся ситуации. Динамика рыночной адаптации показывает недостаточность простых критериев прогнозирования качества ЭЖА. Полученные результаты исследований показывают необходимость:

- построения концепции оценки качества функционирования ЭЖА;
 - создания прогностических моделей оценки качества функционирования ЭЖА;
 - разработки методик выявления более качественной продукции по данным, собранным как при аттестации производства, так при отборе образцов продукции для разрушающего исследования.
- Перспективой дальнейших исследований автор определяет детализацию модулей концепции оценки качества функционирования ЭЖА и создание списка приоритетных ЭЖА для прогностической оценки их качества.