

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 ПРЦ «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.