

та моральним старінням: 83% пристроїв експлуатуються за межами нормативних термінів. Відносно новими релейно-процесорними та мікропроцесорними системами ЕЦ обладнані 23 станції (менш ніж 1,9 % від кількості систем ЕЦ та 1,7% від кількості існуючих роздільних пунктів).

Для модернізації та нового будівництва систем ЕЦ департаментом ЦШ Укрзалізниці плануються найбільші кошти, наприклад на 2019 рік заплановано 36% від загальної планової суми по департаменту (більш ніж 1,0 млрд. грн.). Загальноприйнятним фактом є, як в Україні, так і за кордоном, признання у світі необхідність заміни релейних систем на безрелейні мікропроцесорні системи ЕЦ з мінімальним використанням кабельно-провідникової продукції.

Аналіз відкритої тендерної документації по впровадженню мікропроцесорних систем ЕЦ на магістральному транспорті України, Росії та інших країн показує, що у середньому ціна модернізації у розрахунку на 1 централізовану стрілку мікропроцесорних систем ЕЦ дорівнює 2 – 3 млн. грн. та у багатьох випадках є більшою, ніж у разі будівництва релейних систем ЕЦ. З іншого боку аналіз кошторисної документації та актів здавання-приймання робіт з реального будівництва мікропроцесорних систем ЕЦ, які виконало ТОВ «НВП САТЕП» на 12 станціях промислового транспорту України та магістрального залізничного транспорту Казахстану, показує на можливість суттєвого зниження ціни, навіть при невеликій кількості систем ЕЦ, що одночасно будуються. Це можливо, насамперед, у разі:

- розробки та можливості серійного виготовлення спеціалізованих об'єктних контролерів з відкритою документацією для доказу функційної безпечності;
- наявності повного комплексу конструкторської документації для можливості її швидкого коригування у разі припинення виробництва окремих мікроелектронних елементів;
- розробки базового незмінного ядра програмного забезпечення з можливістю його доробки для виконання додаткових функцій для конкретних залізничних станцій;
- наявності розробленої імітаційної моделі для перевірки працездатності, функційної та інформаційної безпечності систем ЕЦ.

У доповіді надається обґрунтування вибору типів систем ЕЦ та фактори, що впливають на створення економічних та безпечних сучасних систем керування стрілками та сигналами.

Список використаних джерел

1. Кустов В.Ф., Кощей Л.Д. Организация производства систем микропроцессорной централизации стрелок и сигналов МПЦ-С. Залізничний транспорт України. – 2013. – №5,6. – С.27-37.

2. Кустов В.Ф. Опыт разработки и эксплуатации микропроцессорных систем электрической централизации стрелок и сигналов. Українські залізниці. – 2014. – №2. С. 48-53.

3. ООО «НПП САТЕП». Наши проекты, системы и устройства. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http:// www.satep.com.ua/](http://www.satep.com.ua/) - 27.09.2018 г.- Загл. с экрана.

*Кустов В. Ф., к.т.н., доцент
(УкрГУЖТ, ООО «НПП САТЕП»)*

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Одной из наиболее важных задач, которые необходимо решать при введении в эксплуатацию технических средств железнодорожной автоматики (ТС ЖА), является достоверность доказательства функциональной безопасности до их серийного использования.

Даже при разработке релейных систем железнодорожной автоматики (ТС ЖА) во многих случаях считается, что за счет реле 1 класса надежности решаются проблемы обеспечения функциональной безопасности и релейные системы обеспечивают их необходимый уровень. Необходимо отметить, что это заблуждение связано в теории безопасности, в первую очередь, с отсутствием условного разделения всех объектов на 2 основных типа с позиции возникновения опасных отказов. Поэтому предлагается разделить все ТС ЖА на 2 класса:

- 1-й класс - опасный отказ происходит в них при несанкционированном (ложном) появлении сигнала, который может привести, например, к включению двигателя стрелочного перевода, лампы зеленого огня на светофоре, путевого реле, появлению ложных импульсов от датчиков счета осей подвижного состава при его выходе с путевого участка и т.п.);

- 2-й класс - опасный отказ в них происходит при несанкционированном пропадании сигнала (погасании лампы красного огня на светофоре, не включение двигателя при необходимости закрытия переездной сигнализации, пропуска числа осей подвижного состава рельсовыми датчиками при его входе на путевой участок, отсутствия сигнала тревоги от датчиков пожарной и другой сигнализации, а также от датчиков контроля опасного отказа в каналах резервирования).

Для 1-го класса объектов функциональная безопасность решается в релейных системах за счет правильного включения обмоток и контактов реле в

ответственных схемах управления и контроля (чаще всего за счет использования фронтных контактов реле).

Для 2 –го класса объектов функциональная безопасность не решается в релейных системах за счет использования реле 1-го класса, а достигается за счет дополнительных требований к персоналу, средств и возможностей. Например, согласно требованиям ПТЭ, машинист перед светофором с погасшим или непонятным показанием обязан остановиться, но при этом не всегда учитывается вероятность его ошибки, которая является достаточно большой. Но заградительный светофор с не включенным запрещающим показанием машинист может проследовать без остановки с возможными опасными последствиями. Также безопасность движения поездов повышают за счет использования в качестве резерва автоматической локомотивной сигнализации, переноса лампы запрещающего огня на впереди стоящий светофор в системах автоматической блокировки, использования резервной нити светофорных ламп с необходимыми устройствами для обеспечения ее включения. При этом, чаще всего не выполняют необходимый расчет уровня ФБ, а принимают его за достаточный, что не всегда может соответствовать действительности, особенно для наиболее высоких уровней полноты безопасности 3, 4 уровней SIL согласно национального стандарта [1], а также европейских стандартов CENELEC. Очевидно, что для участков с высокими скоростями движения поездов прежний подход к обоснованию достаточности ФБ является неприемлемым и требует математического обоснования. Известно, например, что ненагруженный резерв для возможности технической реализации требует выполнения очень жестких условий, поэтому вероятность не переключения на резервную нить лампы красного огня может быть выше допустимых нормативных значений.

С учетом такого условного разделения необходимо правильно выбирать и тип решающих элементов для нагруженного резервирования («И», «ИЛИ», «п» из «т»). Так, для 1-го типа объектов необходимо выбирать решающий элемент «И» или мажоритарный элемент с максимальным числом «п» и «т», а для 2-го типа объектов требуется решающий элемент «ИЛИ» или мажоритарный элемент с минимальным числом «п» и максимальным числом «т». При этом необходимо учитывать, что с повышением функциональной безопасности объектов с нагруженным резервированием всегда ухудшается готовность ТСЖА и, соответственно пропускная способность поездов.

Использование для ТСЖА, особенно с длительным сроком эксплуатации, реальных способов резервирования чаще всего не решает вопросы достижения необходимой ФБ. Поэтому наиболее

важным фактором влияния на повышение ФБ является использование периодического контроля исправности и своевременного устранения опасных отказов каждого канала резервирования.

Основополагающим при таком расчете являются вид ответственных функций, объектов контроля или управления, которые также условно можно разделить на два типа: 1-й – с прогнозирующим фактором развития отказов (опасных отказов); 2-й – без прогнозирующего фактора развития отказов (опасных отказов). Для 1-го типа уменьшение времени периодического контроля всегда повышает как ФБ, так и другие показатели свойств надежности любых объектов ТСЖА. Для 2-го типа (наиболее массового в ТСЖА) уменьшение времени периодического контроля приводит к повышению ФБ только в том случае, если расчетно-логические схемы ФБ будут иметь вид параллельного соединения или графы ФБ объектов будут иметь больше 2-х вершин [2]. С учетом выше указанного разделения объектов ТСЖА на 2 класса для 2-го типа объектов при использовании общего и раздельного нагруженного резервирования будет повышаться только ФБ (при этом готовность не будет улучшаться, а даже будет ухудшаться) или только готовность (при этом ФБ наоборот будет снижаться). Одновременное повышение ФБ и готовности за счет уменьшения периода контроля будет только при использовании любого мажоритарного или ненагруженного резервирования.

В докладе рассматриваются и другие факторы, влияющие на достоверность доказательства и функциональной безопасности ТСЖА, особенно на базе микропроцессорных средств.

Список использованных источников

1. Кустов В.Ф. Особенности обеспечения функциональной безопасности микропроцессорных систем управления и контроля на железнодорожном транспорте. Журнал "Залізничний транспорт України". – 2015. – №1. – С. 22- 30.
2. Кустов В.Ф. Особенности оценки функциональной безопасности микропроцессорных систем железнодорожной автоматики на этапах разработки и эксплуатации. Проблемы безопасности на транспорте. Материалы VIII международной научно-практической конференции, посвященной году науки. Гомель, 2017. С. 193 -
3. Кустов В.Ф. "Основи теорії надійності та функційної безпечності систем залізничної автоматики". Навчальний посібник. Харків. УкрДАЗТ. 2008 р., 156с.
4. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробовування. Чинний від 01.07.2003.Київ. Держспоживстандарт України. 2003. –32с.