Смена показаний говорит о том, что при воздействии непрерывного магнитного поля происходит неверная расшифровка кодовых импульсов АЛСН вследствие изменения конфигурации электромагнитного поля под катушками при подаче помехи.

Таким образом, проведенные исследовательские испытания показали необходимость внесения в технические условия на систему КЛУБ-У требований испытаний на электромагнитную совместимость к непрерывному магнитному полю промышленной частоты.

УДК 621.396:621.82

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ СТ. ИПУТЬ

*К. А. БОЧКОВ, А. Н. КОВРИГА, С. Н. ХАРЛАП, Н. В. РЯЗАНЦЕВА,
Ю. Ф. БЕРЕЗНЯЦКИЙ, А. В. ЛОГВИНЕНКО, С. М. ЗОБОВ,
А. В. ЕРМОЛЕНКО, Б. В. СИВКО, О. В. САВКО, М. С. КУЗЬМИЧ
Белорусский государственный университет транспорта*

Нынешнее состояние устройств автоматики и телемеханики и, в частности, систем ЭЦ на Белорусской железной дороге характеризуется значительным их старением. На сегодняшний день по хозяйству сигнализации и связи с превышением нормативного срока эксплуатируется около 3,5 тыс. стрелок ЭЦ, большая часть из которых расположена на станциях с количеством стрелок до 40.

Учеными и специалистами БелГУТа, КТЦ, службы Ш и Брестского электротехнического завода в период с 2004 по 2007 гг. разработана система микропроцессорной централизации стрелок и сигналов, изготовлены два опытных образца, которые прошли полный цикл приемочных испытаний. Это, несомненно, является значительным вкладом в развитие отечественной школы разработки современных систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Основные работы по обоснованию структуры, концепции безопасности, разработке программно-обеспечения, комплексированию и наладке, разработке методик и проведению полного цикла приемочных испытаний выполнили ученые и специалисты БелГУТа. В докладе рассматривается вклад каждой организации в разработку системы.

При разработке системы использовались методы CALS-технологий, представляющие собой современную организацию процессов разработки, производства, эксплуатации изделий путем информационной поддержки процессов на протяжении их жизненного цикла на основе стандартизации методов представления данных на каждой его стадии и безбумажного электронного обмена данными.

Насколько важно использование CALS-технологий, свидетельствуют показатели эффективности их внедрения в промышленности США. С помощью новых технологий были сокращены:

- затраты на проектирование – на 10–30 %;
- время вывода новых изделий на рынок – на 25–75 %;
- доля брака и объема конструктивных изменений – на 23–73 %;
- затраты на подготовку технической документации – до 40 %;
- средства на разработку эксплуатационной документации – до 30 %;
- период разработки изделий – на 40–60 %.

Именно с применением элементов CALS-технологий на первом этапе учеными и специалистами БелГУТа и КТЦ Бел. ж. д. разрабатывались устройства согласования с объектами (УСО), блоки ТУ, ТС. Электронный обмен документами между КТЦ и НИЛ БелГУТа позволил оперативно производить корректировку схемных решений по результатам имитационных испытаний на цифровой модели без необходимости изготовления каждый раз натуральных образцов. Это в конечном итоге позволило доработать первоначальные варианты УСО до такой стадии, что первая же натурная реализация отвечала всем требованиям по надежности и безопасности функционирования, что было подтверждено комплексом приемочных испытаний. Применение элементов CALS-технологий на этом этапе позволило как минимум в два раза сократить затраты и сроки разработки устройств УСО.

Проведенный анализ разработок ведущих западных фирм и накопленный опыт испытаний микроэлектронных систем позволил принять для реализации наиболее прогрессивную из известных

структур микропроцессорных централизаций дублированную систему 2x2 с горячим резервированием. Такой принцип используется, например, в одной из самых современных западных систем ALISTER.

Обеспечение заданного уровня безопасности основывается на следующих принципах: дублированные части являются независимыми; все релевантные данные по безопасности регулярно сравниваются; предполагаемые неисправности определяются в течение короткого промежутка времени, позволяющего переключиться на резерв, не нарушая безопасности; определен регламент восстановления системы после перехода на резерв или при запуске остановленной части оборудования системы; определены меры для обнаружения недетектированных (не проявляющихся) неисправностей; в каждом цикле программное обеспечение проводит тестирование аппаратных средств (таких, как регистры общего назначения и память); хранение программных данных реализовано таким образом, что искажение любого бита или байта при адресации не приводит к наложению одних данных на другие.

Неодновременное проявление отказа позволяет обнаружить одиночный отказ до появления второго. Это достигается за счёт диверсификации ПО ядер двух параллельных каналов. Программы ядра первого и второго каналов скомпилированы разными компиляторами. Внутренние циклы выполнения всех алгоритмов различны, что создаёт диверситет при выполнении одинаковых по внешним проявлениям алгоритмов СЦБ.

Для ускорения цикла испытаний и ввода в опытную эксплуатацию разработанной системы микропроцессорной централизации стрелок и сигналов были заказаны два ее комплекта, один из которых монтировался на станции Ипуть, тогда как на втором комплекте проводился полный цикл приемочных испытаний. На этом этапе также использовались методы CALS-технологий. Стоимость аппаратных средств современных микропроцессорных систем составляет примерно 10–15 % от стоимости разработки, поэтому выигрыш от ускорения их разработки и ввода в эксплуатацию существенно превысит эти затраты.

Проведение полного цикла приемочных испытаний в НИЛ «Безопасность и ЭМС технических средств» БелГУТа осуществлялось на макетном образце, полностью идентичном натурному, за исключением напольного оборудования, которое заменялось разработанным в БелГУТе имитатором технологических ситуаций.

Использование CALS-технологий позволило существенно сократить сроки при разработке, испытаниях и подготовке к вводу в опытную эксплуатацию отечественной микропроцессорной централизации стрелок и сигналов на станции Ипуть.

Предварительные расчеты показывают, что стоимость оборудования станции Ипуть отечественной микропроцессорной централизацией по приведенному показателю на одну стрелку в два раза ниже зарубежных аналогов.

В настоящее время с использованием CALS-технологий в БелГУТе ведутся работы по наращиванию мощности ядра системы и интеграции алгоритмов автоблокировки АБТЦ-2000 в ядро системы, что позволит создать перспективный комплекс систем автоматики и телемеханики для автоматизации работы участков железных дорог.

Таким образом, создание отечественной микропроцессорной системы централизации стрелок и сигналов позволит сэкономить значительные валютные средства за счет импортозамещения, что прямо отвечает требованиям п. 1.4 Директивы № 3 Президента Республики Беларусь.

УДК 621.396:621.82

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОНТРОЛЯ И НОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭМС

К. А. БОЧКОВ, Н. В. РЯЗАНЦЕВА

Белорусский государственный университет транспорта

Широкое внедрение микроэлектронной техники повысило значение обеспечения условий безопасности функционирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), которые могут нарушаться в результате воздействия помех. В связи с этим возросла актуальность ре-