

Номиналы элементов эквивалента рельсовой линии были рассчитаны исходя из следующих исходных данных: средняя длина ТРЦ – 500 м; длина рельсового звена – 25 м; стыковой соединитель – штепсельный; расстояние между точками закрепления стыкового соединителя – 0,5 м; тип рельса – Р65; сопротивление изоляции балласта – 1 Ом/км.

Проверка наличия и регистрация уровней гармоник и интергармоник напряжения питания переменного тока 50 Гц на выходной шине резервированного питания ИБП осуществлялась в полосе частот от 400 до 800 Гц при частотном разносе соседних спектральных составляющих 5 Гц. Измерения проводились для двух фаз выходной шины резервированного питания ИБП, от которых осуществляется электропитание тональных рельсовых цепей и их схем кодирования.

Согласно разработанной в научно-исследовательской лаборатории «Безопасность и ЭМС технических средств» методике измерение напряжения гармоник и интергармоник проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 30804.4.7 «Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств» на основных интервалах времени 10 периодов (200 мс) без промежутков между интервалами. В качестве результатов измерений на основных интервалах времени использованы среднеквадратические значения гармонических и интергармонических составляющих напряжения каждого порядка в пределах исследуемой полосы частот. Результаты измерений на основных интервалах времени (10 периодов) затем объединялись для получения значений гармонических и интергармонических составляющих напряжения для увеличенного интервала времени 1 мин. За значение величины гармонической или интергармонической составляющей напряжения на объединенном интервале времени 1 мин принималось значение, равное корню квадратному из среднеарифметического значения квадратов входных величин (которые получены на основных интервалах времени). За результаты измерений принимались значения гармонических и интергармонических составляющих напряжения на увеличенном интервале времени 1 мин. Для большей достоверности результатов испытаний через некоторый промежуток времени производились повторные измерения.

В городе Тула (РФ) сотрудниками научно-исследовательской лаборатории «Безопасность и ЭМС технических средств» БелГУТа были проведены испытания опытного образца ИБП серии SM производства российской компании ООО «Штиль Энерго». По результатам испытаний было установлено, что гармонические и интергармонические составляющие в диапазоне от 400 до 800 Гц не превышают значения 0,31 В (максимальное значение). Исходя из этого было сделано заключение, что ИБП Штиль серии SM не будет оказывать влияния на работу путевых приемников тональных рельсовых цепей, работающих в диапазоне частот от 400 до 800 Гц, и может применяться для их электропитания.

Таким образом, с помощью разработанной в научно-исследовательской лаборатории «Безопасность и ЭМС технических средств» методики проведения испытаний и средств измерений, соответствующих ГОСТ 30804.4.7, решается задача по проверке выполнения требований функциональной безопасности к ИБП в части появления и превышения нормированного уровня гармоник и интергармоник в диапазоне частот работы тональных рельсовых цепей от 400 до 800 Гц.

УДК 004.052.2

РАЗРАБОТКА ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ДИВЕРСИТЕТНЫХ АКСИОМАТИЧЕСКИХ БАЗИСОВ

К. А. БОЧКОВ, С. Н. ХАРЛАП, Б. В. СИВКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время одной из актуальных проблем безопасных и отказоустойчивых систем является влияние отказов по общей причине (CCF, *common cause failure*), из-за которых происходит большое количество аварий и катастроф. Её решение требуется для разработки и верификации систем, которые относятся к критически важным объектам информатизации. Это множество устройств, активно эксплуатирующихся на железнодорожном и морском транспорте, в гражданской авиации, телекоммуникациях, медицине, космосе, опасном химическом производстве и др.

Учет фактора CCF настоятельно рекомендуется стандартом IEC 61508, и в настоящее время основным способом защиты от CCF является аппаратный и программный диверситет. Для оценки диверситета могут быть использованы ВЕТА-метод и модель ВЕТАPLUS, рекомендованные стандартом IEC 61508. Однако имеющиеся решения проблемы CCF являются экспертными, что ограничивает их эффективность и глубину решения.

Метод на основе диверситетных аксиоматических базисов основан на аксиоматико-базисном подходе и позволяет сравнивать системы относительно их диверситета и тем самым предоставляет инструмент по целенаправленному усилению диверситета. Как результат, это дает возможность выполнять диверсификацию и её доказательство целенаправленно и формализованно.

Рассматриваемый метод позволяет выделить общий базис, нарушение утверждений которого приводит к CCF. Как следствие, можно определить факторы, ведущие к CCF, и обратить на них особое внимание. Вместе с тем, метод позволяет формализованно развести факторы, ведущие к CCF, на разные базисы, и тем самым решать проблему CCF.

В настоящее время эффективность метода подтверждена посредством имитационного моделирования с помощью КИИБ (комплекс имитационных испытаний на безопасность), который предназначен для проведения имитационных испытаний на функциональную безопасность в соответствии с IEC 61508, EN 50126, ОСТ 32.146 микропроцессорных систем управления ответственными технологическими процессами. Метод применялся при анализе типовой микропроцессорной железнодорожной системы счета осей подвижного состава. В дальнейшем разработанная система подвергалась испытаниям, во время которых вносились все возможные отказы, которые могли повлиять на её функционирование. В последующем свойства отказоустойчивости и безопасности определялись исходя из анализа результатов моделирования, которые подтвердили положения метода.

Практика разработки и имитационного моделирования показала, что отказы в независимых базисах не коррелированы, и на основании этого возможно улучшение показателей безопасности и отказоустойчивости. Также было экспериментально подтверждено, что диверситет, достигнутый с помощью метода на основе диверситетных аксиоматических базисов, позволяет обнаружить все одиночные отказы независимых базисов. Вместе с тем показано, что метод предоставляет формализованное описание для периодической проверки базисов, которая может быть выполнена средствами самотестирования.

Таким образом, в настоящее время эффективность метода на основе диверситетных аксиоматических базисов подтверждена экспериментально и отработана практика его применения. В докладе рассматриваются как основные положения метода, так и его особенности использования при разработке и верификации безопасных и отказоустойчивых систем.

УДК 621.38

КРИТЕРИИ ОТНЕСЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ К КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫМ ОБЪЕКТАМ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

П. М. БУЙ, О. А. ЧЕКАНОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Понятие критически важного объекта информатизации (КВОИ) введено Указом Президента Республики Беларусь № 486 «О некоторых мерах по обеспечению безопасности критически важных объектов информатизации» от 25 октября 2011 г. В соответствии с ним КВОИ – это объект информатизации, который:

1) обеспечивает функционирование экологически опасных и (или) социально значимых производств и (или) технологических процессов, нарушение штатного режима которых может привести к чрезвычайной ситуации техногенного характера;

2) осуществляет функции информационной системы, нарушение (прекращение) функционирования которой может привести к значительным негативным последствиям для национальной безопасности в политической, экономической, социальной, информационной, экологической, иных сферах;