

такой способ анализа, а также рутинный характер работы способствовали появлению ошибок анализа из-за человеческого фактора.

Для решения данной проблемы в лаборатории «БЭМС ТС» разработано программное обеспечение для автоматизированного анализа результатов моделирования электронных схем в пакете PSpice. В качестве объекта для анализа выбран CSD-файл, формируемый PSpice и имеющий текстовый формат.

Разработанное программное обеспечение позволяет сформулировать и сохранить в базе данных критерии опасного, защитного и необнаруживаемого (маскируемого) отказа. Для этого было необходимо выполнить анализ существующих критериев и свести их к некоторому конечному числу формальных условий. В качестве таких условий были выбраны: увеличение (уменьшение) значения амплитуды сигнала относительного предельного значения, возрастание (падение) амплитуды сигнала до определенного уровня за определенный промежуток времени, синфазность (парафазность) нескольких сигналов.

После задания критериев отказов указывается путь к каталогу с результатами моделирования, после чего выполняется автоматический анализ CSD-файлов на соответствие указанным критериям. Анализ выполняется следующим образом. Сначала осуществляется анализ соответствия критериям опасного отказа. Если хотя бы один критерий выполняется, то делается заключение об опасном отказе. Если опасных отказов не обнаружено, то выполняется анализ на соответствие критериям защитных, затем необнаруживаемых отказов и делаются соответствующие выводы. Если же результаты моделирования не соответствуют ни одному критерию, но отказ помечается как неклассифицируемый, то есть требующий ручного анализа. По окончании работы программное обеспечение формирует протокол установленного образца.

Программное обеспечение использовалось в лаборатории «БЭМС ТС» параллельно ручному анализу и показало высокую достоверность и эффективность.

УДК 656.25

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЖАТ В СВЕТЕ ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТА IRIS

И. В. ЧУВИЛИН

ЗАО «НПЦ «Промэлектроника», г. Екатеринбург, Российская Федерация

Внедрение производителями железнодорожной техники стандарта IRIS, в том числе в России, набирает силу, и это во многом определяет пути развития систем ж.-д. автоматики. Основные механизмы стандарта, приносящие выгоду потребителям, – оптимизация соотношения надежности, готовности, ремонтпригодности и безопасности поставляемой продукции и стоимости ее жизненного цикла (RAMS/LCC), а также качество и прозрачность всей цепочки поставок оборудования. Улучшение параметров RAMS/LCC будет достигаться за счет:

- интеграции телекоммуникационных и ИТ-систем, средств измерения, диагностики и удаленного мониторинга;
- создания самонастраивающихся и самообучающихся систем с функциями поддержки принятия решений;
- оптимизации решений для участков с различной интенсивностью движения при использовании как централизованной, так и распределенной архитектуры;
- перехода к обслуживанию технических средств ЖАТ по текущему состоянию;
- внедрения в процессы разработки, производства и проектирования апробированных в мире технологий улучшения показателей RAMS.

В ближайшем будущем произойдет полная аппаратная и программная интеграция систем ЖАТ, связи, технической диагностики и информационных технологий в единый комплекс, управляющий, как стационарными устройствами, так и движением подвижного состава по станции и прилегающим перегонам, решающий информационно-логистические задачи. Основу такого комплекса составляет станционная система централизации, реализующая, помимо традиционных, функции линейного пункта ДЦ, измерений, диагностики и мониторинга, управляющая соседними станциями и перего-

нами. На перегонах развитие получают системы интервального регулирования с подвижными блоками. Интеграция этих функций на программном уровне позволит сократить стоимость жизненного цикла продукции (ЖЦП) за счет исключения параллельного функционирования на станциях нескольких программно-аппаратных комплексов. Пример тому – МПЦ-И, в которой программная интеграция обеспечивается вычислительным комплексом, использующим клиент-серверную архитектуру. Для снижения трудоемкости и стоимости внедрения, уменьшения рисков безопасности автоматизировано проектирование МПЦ-И с помощью разработанной и применяемой нами САПР, генерирующей программные модули вычислительного комплекса МПЦ-И для конкретного объекта. Основные направления развития САПР – расширение номенклатуры библиотек для автоматического проектирования, например, перегонных устройств, систем управления движением поездов с использованием радиоканала.

Использование модульного принципа построения современных систем безопасности и открытой архитектуры требует унификации протоколов обмена информацией. Это позволит стыковать аппаратно-программные компоненты различных производителей без обязательной сегодня разработки технических решений по увязке, что также снизит стоимость ЖЦП.

До настоящего времени широкому внедрению систем контроля свободности участков пути методом счёта осей вместо рельсовых цепей препятствовало отсутствие средств кодирования и контроля целостности рельса. Развитие систем управления движением поездов с использованием радиоканала обеспечит кодирование по радиоканалу, что в сочетании с регламентированной работой средств дефектоскопии снимет существующие ограничения использования систем счёта осей. Тенденции развития собственно таких систем также связаны прежде всего с оптимизацией соотношения RAMS/LCC. Совершенствуется система счёта осей ЭССО, аппаратура нового поколения которой обладает повышенными параметрами надёжности и готовности, расширенной функциональностью. Широкое применение ЭССО в информационно-управляющих комплексах обеспечивается открытым протоколом обмена информацией MODBUS RTU. Благодаря этому, помимо традиционных задач контроля свободности/занятости участков пути, будет востребовано применение ЭССО на стыке с информационными технологиями. Уже сейчас разработаны технические решения для измерения скорости и ускорения подвижного состава и прочих задач. Создана система определения типов и контроля передвижения вагонов и локомотивов СОБА – эффективный механизм ведения вагонной модели, контроля приема-сдачи вагонов. Эта система, в свою очередь, будет служить нижним уровнем информационно-логистических систем. Особенно важно снижение стоимости обслуживания для систем СЦБ на малоделятельных участках, что должно обеспечить рентабельность их эксплуатации.

Ключевой момент для снижения стоимости жизненного цикла устройств СЦБ – переход к обслуживанию по текущему состоянию. И здесь будущее за удаленным мониторингом объектов по радиоканалу, например, посредством системы СУМО. Она передает информацию о работе устройств СЦБ по каналу GSM/GPRS на сотовый телефон электромеханика и АРМ ШЧД, а также архивирует ее встроенными средствами.

За рубежом в последние годы успешно внедряются системы управления движением поездов по радиоканалу, такие как ERTMS/ETCS уровней 1 и 2, исследуются системы уровня 3. В ЗАО «НПЦ «Промэлектроника» разработана система интервального регулирования движения поездов с использованием радиоканала СИНТЕРА. Она предназначена для организации движения на участках с любой интенсивностью и характером движения при скоростях до 400 км/ч.

Теперь – о нормативной базе. Идёт процесс конвергенции российских и зарубежных, прежде всего, европейских норм. Уже в ближайшем будущем разработка систем ЖАТ должна будет вестись в соответствии с нормами CENELEC. Мы уже ведем наши разработки в соответствии с требованиями как российских, так и европейских норм, и в 2012 году на выставке «ИнноТранс» получили первый в России сертификат CENELEC на соответствие системы счёта осей ЭССО уровню безопасности SIL4.

ЗАО «НПЦ «Промэлектроника» сотрудничает с компанией Alstom Transport, создав совместное предприятие для разработки, производства и внедрения систем СЦБ. Для информационной прозрачности на нашем предприятии внедрена интеллектуальная система поддержки жизненного цикла продукции, охватывающая разработку, проектирование, производство и эксплуатацию. Еще одна технология, которая будет необходима в ближайшем будущем – система интерактивного поиска и

устранения неисправностей. Благодаря ей электромеханик, зайдя на сайт нашего предприятия, в любое время суток получит помощь в решении проблем эксплуатации. Такой подход дополнительно улучшает параметры RAMS/LCC. План внедрения IRIS в НПЦ «Промэлектроника» находится в завершающей стадии и предусматривает сертификацию в январе 2014 г.

УДК 621.3.019.3

ВЕРОЯТНОСТЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО НАКОПЛЕНИЯ ОТКАЗОВ ПРИ РЕГУЛЯРНОМ ТЕСТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ

Д. Н. ШЕВЧЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Концепция безопасности современных систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) предусматривает то, что все одиночные отказы элементов не должны переводить систему в опасное состояние и должны обнаруживаться на рабочих или тестовых воздействиях не позднее, чем в системе возникнет следующий отказ.

Поскольку предотвратить появление кратных отказов в системах невозможно, их анализ (в том числе, с учетом периодического тестирования систем) посвящено множество публикаций последних лет. При этом считается, что любой кратный отказ – опасный. Подобное допущение существенно упрощает модель надежности, но значительно занижает значения показателей безопасности функционирования по сравнению с (неизвестными) истинными значениями. В особенности такое допущение неадекватно для систем, в которых наступление двух отказов, произошедших в одной последовательности, переводит систему в защитное состояние, а в иной последовательности – в состояние опасное.

Для некоторых классов систем управления концепция безопасности может быть менее жесткой, чем для СЖАТ, и допускать кратные отказы. В связи с этим представляет большой научный и практический интерес определение вероятности безопасного функционирования систем, подверженных накапливающимся в определенной последовательности отказам с учетом тестирования, которое в компьютерных системах выполняется (обычно) через равные интервалы времени.

Таким образом, рассматривается абстрактная техническая система, подверженная двум отказам: A и B . В случае, когда данные отказы происходят в последовательности (A, B) , система переходит в опасное состояние; в противном случае (B, A) – в защитное состояние. Наряду с отказами в системе предусмотрено тестирование. Интервал времени между тестированиями – есть константа T , которая много меньше средней наработки системы между отказами. Предполагается, что в процессе тестирования все отказы обнаруживаются наверняка. После обнаружения отказов система полностью восстанавливается.

В указанных условиях время τ до обнаружения первого отказа (из двух) практически подчиняется равномерному распределению на интервале $(0, T)$. А время наработки до опасного отказа представляет собой несобственную случайную величину η , которая равна времени до наступления отказа B , если перед ним уже произошел отказ A и он не успел обнаружиться в процессе тестирования.

В данной работе определяется функция распределения времени η до накопления двух отказов в последовательности (A, B) , т. е. до опасного отказа) с учетом периодического тестирования системы, а также вероятность безопасного функционирования системы в течение заданной наработки и средняя наработка до опасного отказа. В качестве исходных данных используются функции распределения времени до наступления каждого из двух рассматриваемых отказов.

Предлагаемая модель применима для количественного анализа безопасности функционирования широкого класса технических систем (в том числе, современных СЖАТ) на основе деревьев отказов с использованием причинно-следственных связей «приоритетное И», которые учитывают последовательность отказов и других воздействий на объект. В случае, когда реальная система подвержена нескольким кратным опасным отказам, необходимо отдельно рассматривать каждый из них с последующим применением теоремы сложения вероятностей.