

Таким образом, интеграция предложенного метода графо-функционального моделирования с прикладным пакетом EPlan позволяет формализовать процесс постановки задач разработчикам аппаратного и программного обеспечения. Это делается путем сочетания функциональных вершин с компонентами проектируемой системы и соответствующими им интерфейсными окнами. Аналогичные подходы могут быть применены к другим системам САЕ или САПР с учетом специфики таких систем.

УДК 656.25

## **ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ОТКАЗОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ**

*В. Л. КАТКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Постоянное развитие и исследование в области железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) ведет к появлению новых сложных технических систем и электронных устройств. Современные тенденции развития ЖАТ – это повсеместное внедрение информационных технологий, переход к цифровым системам, объединение возможностей различных устройств и другое, но неизменным остается требование к обеспечению безопасности и надежности данных систем. Обязательным требованием до внедрения нового устройства в эксплуатацию является его анализ на предмет поведения при возникновении отказов.

Отказ – нарушение работоспособности объекта, при котором система или элемент перестают выполнять целиком или частично свои функции. Неконтролируемые отказы недопустимы в устройствах ЖАТ. Необходимо точно знать, к каким последствиям приведет тот или иной отказ, чтобы предвидеть сбой системы и внести дополнительные меры для его исключения.

Научно-исследовательская лаборатория «Безопасность и ЭМС технических средств» БелГУТа проводит научно-техническую экспертизу и испытания на безопасность функционирования, электромагнитную совместимость и поиск опасных отказов в микроэлектронных и компьютерных системах управления ответственными технологическими процессами, в том числе в системах железнодорожной автоматики и телемеханики.

Существует несколько методов проведения анализа последствий отказов:

- техническая экспертиза предполагает выполнение анализа безопасности функционирования человеком-экспертом;
- лабораторные испытания образцов устройства предполагают физическое внесение отказов элементов в устройство с последующей проверкой правильности функционирования;
- имитационное моделирование предполагает создание модели реального объекта и проведение обязательных испытаний на данной модели посредством воспроизведения на ЭВМ (имитации) процесса функционирования исследуемой системы.

В настоящее время сложность разрабатываемых схем увеличилась настолько, что применение лишь первого или второго из вышеперечисленных методов не целесообразно: например, человек-эксперт не сможет точно описать изменение формы сигналов после отказа внутри цифровой микросхемы, а создание лабораторного стенда с последующим внесением отказов значительно повысит трудоемкость и стоимость проведения испытания.

Оптимальным решением является компьютерное имитационное моделирование. Имитационная модель в этом случае замещает материальный объект. Модель всегда проще объекта. Она отражает только некоторые его свойства, необходимые для проведения определенного анализа. Стоит упомянуть, что разработка и исследование имитационной модели невозможны без предварительного анализа электронной схемы, тем самым выполняется первый метод проведения анализа последствий отказов – человек, выполняющий моделирование, проводит экспертную оценку функциональных блоков устройства, анализирует предоставленную документацию. Тем самым, даже не приступив непосредственно к созданию имитационной модели, может быть обнаружен критический момент в анализируемой схеме.

Сегодня компьютерное имитационное моделирование является важнейшей частью при проведении анализа последствий отказов электронных устройств. Это обусловлено следующими причинами:

- многократным повышением сложности современных устройств;
- необходимостью сокращения сроков и стоимости проведения;
- наличием специализированного программного обеспечения с эффективными алгоритмами.

Современное программное обеспечение моделирования электронных цепей представляет собой целый комплекс различных инструментов – виртуальные лаборатории, включающие обширные библиотеки электронных компонентов с проверенными моделями. Перечислим основные функциональные возможности:

- анализ по постоянному току;
- анализ по переменному току;
- анализ переходных процессов;
- параметрический анализ;
- температурный анализ
- построение графиков и осциллограмм результатов.

Вот уже десятки лет эталонной программой моделирования электронных цепей и устройств является SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis). За долгие годы присутствия на рынке у программы появились различные модификации. Модели электронных компонентов в формате SPICE используются большинством других программ схемотехнического моделирования. Электронные компоненты в программах компьютерного моделирования представляются в виде схем замещения или моделей. Достоверность результатов моделирования зависит от того, насколько точно модель учитывает характеристики реального электронного компонента.

В настоящее время на рынке программного обеспечения можно насчитать десятки пакетов для проведения имитационного моделирования электронных схем, такие как LTspice, PSpice A/D, ngSpice, Multisim.

Вышеперечисленные пакеты являются мощными инструментами для выполнения моделирования электронных схем, однако они напрямую не приспособлены для проведения анализа последствий отказов. При исследовании электронной схемы устройства ЖАТ необходимо получить результаты о работе схемы при отказе каждого электронного компонента. Так, например, для резистора существуют отказы вида «обрыв» и «короткое замыкание», а для транзистора – «обрыв одного электрода», «короткое замыкание парных или всех электродов», «короткое замыкание двух электродов, причем третий оборван» и т. д. Получается, что к определенному электронному компоненту применяется несколько видов отказов, а общее количество компонентов на схеме может исчисляться тысячами. Таким образом, не только значительно увеличивается трудоемкость процесса проведения анализа, но и появляется возможность совершения человеческой ошибки.

Очевидна необходимость автоматизации процесса внесения отказов в схему. Это подразумевает, что необходимо разработать программное средство, в котором будет реализована возможность исследования подготовленной электронной схемы. По заказу НИЛ «БЭМС ТС» в настоящее время ведется процесс разработки такого ПО. Средство автоматизации будет базироваться на эталонной программе моделирования SPICE, неоспоримыми достоинствами которой являются:

- большое количество библиотек с моделями электронных компонентов;
- возможность редактирования и создания новых моделей;
- возможность анализа схемных решений в различных режимах;
- удобное представление результатов моделирования.

В разрабатываемом программном продукте должны быть реализованы следующие требования:

- загрузка подготовленной электронной схемы;
- выбор элементов схемы для внесения отказов;
- выбор видов отказов из общего перечня;
- протоколирование результатов проведения испытания.

Применение компьютерного моделирования как на этапе разработки, так и при проведении сертификации является необходимым условием для достижения высоких стандартов железнодорожного транспорта. Однако в настоящее время существующие программные пакеты не позволяют полностью удовлетворить потребности процесса проведения анализа электронных схем устройства. Необходимо разработать собственное средство автоматизации, внедрение которого позволит автоматизировать рутинный процесс внесения отказов, тем самым снизив влияние человеческого фактора, а также значительно сократит временные и трудовые затраты на проведение анализа.