

Для решения данной проблемы потребовалось провести анализ полученных числовых данных, сходный с автоматическим анализом, реализованным во всех моделях современных рефлектометров.

Для анализа рефлектограммы был предложен следующий метод:

- с помощью программного обеспечения был проведен расчет значения уровня сигнала, между точками каждой из суммируемых рефлектограмм, расположенными друг от друга на ширине импульса;
- в случае превышения по модулю некоей установленной величины (в данном случае было взято значение 0,05 дБ) положение этих точек отмечалось на графике результирующей рефлектограммы. Данный анализ позволил определить все неоднородности, обнаруженные при измерениях (начало и конец линии, разъемные и неразъемные соединения, отраженные паразитные сигналы). Результаты анализа приведены на рисунке 1.

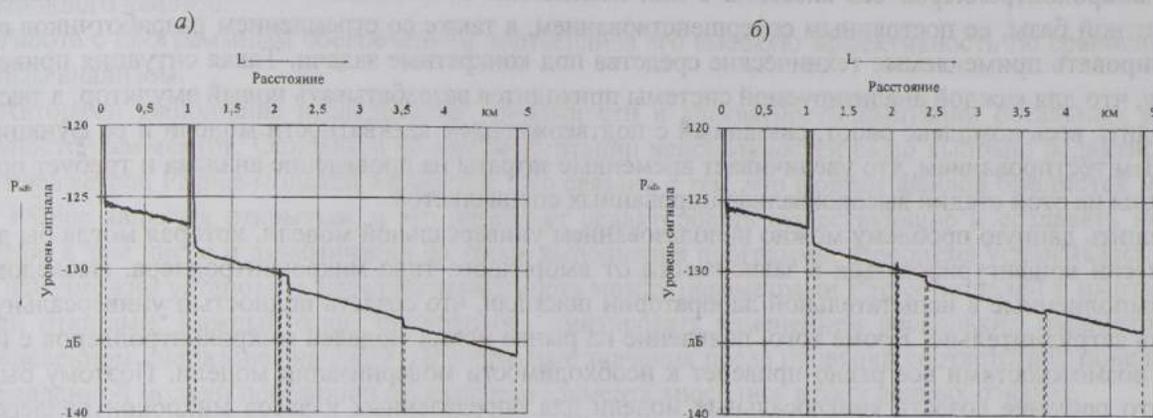


Рисунок 1 – Результат анализа рефлектограмм:

а – полученных при измерении со стороны А; б – полученных при измерении со стороны Б

Разработанная методика по обнаружению неоднородностей в ВОК путем суммирования нескольких рефлектограмм, конечно же, имеет свои недостатки, в частности время, затрачиваемое на обработку и анализ числовых данных. Кроме того, если измерения были проведены некачественно, либо сварные соединения выполнены так хорошо, что не наблюдаются на рефлектограмме даже визуально, то неоднородности могут быть не обнаружены. Однако данную проблему не может решить и программное обеспечение, установленное в современных моделях рефлектометров, из-за чего оператор должен визуально осматривать полученную рефлектограмму. Данная методика позволяет улучшить качество анализа результатов измерений путем упрощения обнаружения неоднородностей в оптическом волокне (которые могут оказаться повреждением оптического волокна либо стать причиной отказа систем связи), избавляя при этом оператора от необходимости тщательного визуального просмотра каждого участка всех рефлектограмм. Помимо этого данный метод может быть полезен для обнаружения оптических муфт на линиях связи, на которые отсутствует техническая документация.

УДК 621.382

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В КОМПЛЕКСЕ КИИБ

С. Н. ХАРЛАП, О. В. КЛИМЕНОК, Д. С. ХАРЛАП

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одним из самых сложных видов анализа на функциональную безопасность микропроцессорных систем железнодорожной автоматики является доказательство безопасности функционирования при возникновении отказов в структуре микроконтроллеров. Особенностью отказов в программируемых элементах является взаимная зависимость аппаратных и программных средств, что приводит к тому, что один и тот же отказ проявляется по разному в зависимости от загруженного про-

граммного обеспечения. Это значительно затрудняет анализ и увеличивает затраты на доказательство безопасности.

Для анализа на безопасность микропроцессорных систем управления в испытательной лаборатории «Безопасность и ЭМС технических средств» разработан программный комплекс КИИБ, позволяющий имитировать отказы в структуре микроконтроллеров с высокой достоверностью. КИИБ условно можно разбить на две составляющие: модуль автоматического тестирования и эмуляторы микроконтроллеров, выполненные в виде библиотек DLL. Такая структура делает возможным повторное использование модуля автоматического тестирования для исследования различных систем.

Практический опыт использования комплекса КИИБ показал, что системы, поступающие на анализ, имеют различную элементную базу, что не позволяет использовать уже имеющиеся эмуляторы микроконтроллеров без внесения в них изменений. Это связано с большим разнообразием элементной базы, ее постоянным совершенствованием, а также со стремлением разработчиков оптимизировать применяемые технические средства под конкретные задачи. Такая ситуация привела к тому, что для каждой анализируемой системы приходится разрабатывать новый эмулятор, а также проводить весь комплекс работ, связанный с подтверждением адекватности модели и ее функциональным тестированием, что увеличивает временные затраты на проведение анализа и требует привлечения на этой стадии высококвалифицированных специалистов.

Решить данную проблему можно использованием универсальной модели, которая могла бы динамически конфигурироваться в зависимости от выбранного типа микроконтроллера. Исследования, выполненные в испытательной лаборатории показали, что создать полностью универсальную модель затруднительно. Кроме того, появление на рынке новых моделей микроконтроллеров с новыми возможностями все равно приведет к необходимости модернизации модели. Поэтому было принято решение создать универсальные модели для определенных классов микроконтроллеров, имеющих одинаковую систему команд, структуру, принцип функционирования и отличающиеся только набором внутренних ресурсов.

Была реализована модель микроконтроллера для серий PIC12, PIC16. Для конфигурирования микроконтроллера используются текстовые файлы, содержащие описание структуры микроконтроллера и используемые ресурсы. Файл содержит несколько секций, которые описывают количества и назначение выводов, объем памяти, наименование и адреса регистров и управляющих битов, наличие ресурсов (таймеров, АЦП и т.п.)

В настоящее время выполняется тестирование функционирования модели в различных конфигурациях. Однако уже сейчас можно сделать вывод о перспективности такого подхода, так как затраты на разработку универсальной модели не на много превысили затраты на разработку одного специализированного эмулятора. В перспективе разработка универсальных моделей для других типов микроконтроллеров.

УДК 621.382

## **ИМИТАЦИЯ ОТКАЗОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗМЕНЕНИЕМ ПАРАМЕТРОВ PSPICE-МОДЕЛЕЙ**

*С. Н. ХАРЛАП, А. А. КОРОЛЕВ, И. Л. ЗЕНЬКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Применяемые в системах управления движением поездов микроэлектронные устройства в обязательном порядке проходят процедуру доказательства безопасности функционирования. Доказательство базируется на анализе последствий для системы управления различных отказов элементов устройств и сравнении их с критериями опасного отказа. Перечень возможных отказов регламентирован нормативными документами, в частности Памяткой ОСЖД Р 801/1 и EN 50129.

На практике при анализе часто ограничиваются только анализом отказов вида «обрыв цепи» и «короткое замыкание выводов». Это связано с тем, что данные отказы наиболее распространены, их проявления очевидны и последствия проще анализировать. Кроме того, большое количество элементов и, как следствие, анализируемых отказов приводит к значительным временным затратам даже, если учитываются только эти виды отказов.