

# Тестирование аппаратного обеспечения на основе СПО

Г.О. Райко<sup>1</sup>, С.А. Рогожкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт системных исследований РАН, {raiko, rogozhkin}@niisi.msk.ru

**Аннотация** — Опыт разработки СБИС, модулей и ЭВМ показал, что тестирование с использованием сложных систем на основе СПО является эффективным методом поиска логических ошибок проектирования и дефектов изготовления.

**Ключевые слова** — методики тестирования аппаратного обеспечения, системное ПО.

## I. Введение

НИИСИ РАН разрабатывает и производит аппаратное обеспечение для использования в законченных критических системах, в том числе критических. К настоящему времени разработаны 7 СБИС микропроцессоров, более десятка СБИС периферийных контроллеров, семейство процессорных модулей и ЭВМ на основе указанных СБИС.

Для тестирования разрабатываемой аппаратуры в последние 12 лет НИИСИ РАН широко использует свободное программное обеспечение.

Свободное программное обеспечение также используется при серийном производстве отдельных СБИС, процессорных модулей и ЭВМ.

## II. Проблемы тестирования на стадии разработки

При разработке сложных СБИС, например микропроцессоров, возникает задача создания программных эмуляторов для логической модели будущей СБИС. Разработку подобных эмуляторов можно значительно ускорить, воспользовавшись уже готовыми свободно-распространяемыми продуктами. Эмуляторы двух последних универсальных микропроцессоров НИИСИ РАН базируются на исходном коде проекта *vmips*, к которому была добавлена специфическая для разрабатываемых микропроцессоров функциональность.

Неотъемлемой частью разработки любой разрабатываемой в НИИСИ РАН СБИС является тестирование логической модели, реализованной в ПЛИС. Одним из инструментов тестирования является загрузка ядра Linux на логической модели

и последующий прогон различного СПО. НИИСИ РАН постоянно ведет работы по переносу ядер различных версий Linux на собственные микропроцессоры, а также работы по созданию драйверов для собственных контроллеров. Это позволяет на ранней стадии разработки выявить ошибки в логических моделях, в частности, ошибки, обнаруживаемые только при целенаправленном стресс-тестировании.

Накопленный при тестировании с использованием СПО опыт позволяет проводить оптимизацию аппаратуры для универсальных ОС. Например, СБИС контроллера двумерной графики изначально разрабатывался с учетом программной архитектуры X сервера.

## III. Проблемы тестирования на стадии серийного производства

При серийном изготовлении СБИС один из ключевых этапов – проверка микросхемы на тестах функционального контроля. К тестам предъявляются два взаимоисключающих требования: 1) тесты не должны занимать много времени, 2) тесты должны обеспечивать максимально возможную проверку функциональности СБИС.

В НИИСИ РАН в качестве одного из этапов функционального контроля используется специально сконфигурированное ядро Linux с небольшим набором простых тестов.

## III. Заключение

Методика тестирования на основе СПО позволяет регулярно обнаруживать ошибки в логических моделях СБИС, неулавливаемые на предыдущих этапах тестирования.

При использовании СПО на этапе функционального контроля СБИС удается отбраковать неисправные микросхемы, проходящие более простые тесты.