

# Периферийное сканирование в учебном процессе и не только: JTAG-лаборатория в Самарском университете

В. Гречишников, д. т. н.<sup>1</sup>, А. Курицкий, к. т. н.<sup>2</sup>, А. Бутко<sup>3</sup>, А. Иванов<sup>4</sup>

УДК 621.3.082 | ВАК 05.11.00

Вот уже несколько лет Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва (далее – Самарский университет) сотрудничает с компанией JTAG Technologies. На основе этого взаимодействия к сегодняшнему дню появилась учебная лаборатория для занятий со студентами и инженерами предприятий радиоэлектронной отрасли, сформировались компетенции для проведения консультативной работы с предприятиями, например, по созданию внутреннего стандарта по тестопригодному проектированию цифровых плат.

**Н**есколько лет назад в Самарском университете для кафедры электротехники был приобретен комплект программно-аппаратных средств периферийного сканирования JTAG Technologies на пять рабочих мест, который включает ПО JTAG ProVision и JTAG Visualizer, контроллеры JT3705/USB, учебные платы JT2153 (рис. 1).

## ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Образовательная программа дополнительного профессионального образования «Тестопригодное проектирование и производственная диагностика высоко интегрированных электронных модулей», разработанная и внедренная в Самарском университете на кафедре электротехники, предназначена для повышения квалификации разработчиков инновационной цифровой электронной техники предприятий аэрокосмического кластера Самарской области (АО «Прогресс», АО «НИИ Экран» и др.), но также востребована специалистами на всей территории Российской Федерации и ближнего зарубежья. Отметим, что аналогов этой программе на постсоветском пространстве пока нет, а необходимость

в квалифицированных специалистах по тестированию на предприятиях отрасли огромна.

Цель подготовки по программе – формирование профессиональных компетенций в области тестопригодного проектирования (DFT – Design For Testability) и производственной автоматизированной диагностики высокоинтегрированных электронных модулей на основе



**Рис. 1.** Контроллер периферийного сканирования JT3705/USB и плата JT2153, которыми оснащена лаборатория

<sup>1</sup> Самарский университет, профессор, заведующий кафедрой электротехники, gv@ssau.ru.

<sup>2</sup> Самарский университет, доцент кафедры электротехники, forsale@bk.ru.

<sup>3</sup> Самарский университет, инженер, аспирант кафедры электротехники, butko.ad@ssau.ru.

<sup>4</sup> JTAG Technologies, российское представительство, консультант, alexey@jtag.com.

Таблица 1. Компетенции, формируемые при обучении

Категория работника	Вид профессиональной деятельности (ВПД)	Профессиональные компетенции (ПК) / готовность к выполнению трудовых действий в разрезе видов профессиональной деятельности (образовательный результат)	Профессиональный модуль
Специалист-проектировщик (схемотехник)	Тестопригодное проектирование цифровых высокоинтегрированных модулей, комплексов, систем	Способен оценивать на этапе проектирования тестовое покрытие изделия, формулировать систему требований для улучшения тестопригодности проектируемого устройства. Способен создавать проекты автоматизированного тестирования сложных цифровых систем с использованием передового программного обеспечения. Способен применять визуализацию диагностируемых дефектов с целью их локализации и анализа причин возникновения	Тестопригодное проектирование и производственная диагностика высокоинтегрированных электронных модулей

метода периферийного сканирования (с использованием JTAG-интерфейса).

Несмотря на значительную потребность предприятий в специалистах, владеющих методами тестопригодного проектирования и производственной диагностики, подготовку или переподготовку специалистов в указанной области не проводит ни один вуз Самарской области.

Срок обучения по программе – 72 ч. Компетенции, подлежащие формированию по итогам обучения (образовательные результаты по программе), представлены в табл. 1.

С целью овладения указанными в табл. 1 профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения программы должен получить практический

опыт (приобрести навыки выполнения трудовых действий):

- анализа тестопригодности проектируемых изделий с использованием программного пакета ProVision фирмы JTAG Technologies;
- выполнения диагностических проектов цифровых систем любой степени сложности в программной среде ProVision фирмы JTAG Technologies.

Обучающиеся приобретают следующие умения:

- осуществлять оптимальный выбор элементной базы проектируемого изделия с учетом соотношения стоимостных затрат и степени тестового покрытия;
- подготавливать исходные данные проекта: конвертировать файлы, находить и редактировать модели, проводить кластеризацию схемы;
- интерпретировать результаты диагностики изделия по полю векторов и репортам программного пакета ProVision фирмы JTAG Technologies;
- выполнять визуализацию дефектов на принципиальной схеме и на топологическом образе (плате) проектируемого изделия.

Участники обучения получают знания:

- по современным методам контроля электронных систем;
- по принципу построения и функционирования JTAG-интерфейса;
- по аппаратному обеспечению реализации метода граничного сканирования с использованием JTAG-интерфейса;
- по функциональным возможностям и особенностям использования программного пакета ProVision фирмы JTAG Technologies.

К итоговой аттестации допускаются лица, успешно прошедшие промежуточный контроль. Форма итоговой аттестации по программе – защита выпускной работы. Один из вариантов выпускной работы – «Создание проекта и диагностика модуля JT2153 с выявлением привнесенных дефектов с их визуализацией на принципиальной схеме и печатной плате».

Защита выпускной работы оценивается «положительно», если слушатель:

- освоил методы тестопригодного проектирования высокоинтегрированных электронных модулей;
- приобрел навыки составления диагностических проектов;
- практически реализовал разработку диагностического проекта и производственную диагностику референсной платы.

Модульную программу повышения квалификации «Тестопригодное проектирование и производственная диагностика высокоинтегрированных электронных модулей» с почасовой нагрузкой можно получить, обратившись по адресу: Grechishnikov.vm@ssau.ru +7 846 267-45-56.

## РАБОТА СО СТУДЕНТАМИ

Еще один уникальный для нашей страны случай – разработка учебных материалов для студентов вуза, посвященных технологии периферийного сканирования. В рамках курса «Автоматизированные системы контроля (АСК) радиоэлектронных систем (РЭС)» обучающимся читается раздел «Метод граничного (периферийного) сканирования с использованием JTAG-интерфейса». К данному разделу приурочены и успешно проводятся две лабораторные работы с методическими материалами (рис. 2).

Первая лабораторная работа – практическая, но не прикладная. С помощью виртуального симулятора на ПК у студентов формируются представления о механизме действия архитектуры периферийного сканирования внутри ИМС, а также о принципе тестирования межсоединений нескольких микросхем. К лабораторной работе имеется полноценный методический материал.

Вторая лабораторная работа – прикладного характера. Обучающиеся с помощью соответствующих методических материалов проходят путь от создания проекта в программном пакете JTAG ProVision до запуска тестов с помощью контроллеров периферийного сканирования JT3705 / USB, встроенных в учебные стенды (рис. 3). При этом необходимо диагностировать и визуализировать дефекты, симулируемые с помощью перемычек на учебных платах JT2153.

Таким образом, студенты Самарского университета не только знакомятся с принципами построения радиоэлектронной аппаратуры, но и получают представление о том, как должно тестироваться изделие электронной техники на производстве, в процессе эксплуатации и ремонта.



Рис. 2. Лабораторная работа для студентов



**Рис. 3.** Учебно-лабораторный стенд на базе JT3705/USB и JT2153, разработанный в Самарском университете

## ЗНАНИЯ – В ПРАКТИКУ

Освоив технологию периферийного сканирования, ее принципы, идеологию тестопригодного проектирования, сотрудники университета занимаются решением множества других, не менее важных задач, связанных с этой тематикой. Так, для предприятий Поволжья успешно проводилась работа по разработке внутренних стандартов тестопригодного проектирования.

С помощью имеющегося комплекса на базе контроллеров JTAG Technologies и ПО JTAG ProVision сотрудники Самарского университета проводят научную работу, которая, в частности, уже дала ряд защищенных патентами технических решений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Гречишников В. М., Курицкий А. А.** Внутрисхемный контроль параметров элементов РЭА и интегральных микросхем. Учебно-методическое пособие. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та. 9 с.: ил.
2. **Гречишников В. М., Курицкий А. А.** Функциональный контроль цифровых интегральных микросхем. Учебно-методическое пособие. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та. 16 с.: ил.
3. **Гречишников В. М., Курицкий А. А.** Современные технологии диагностирования многослойных печатных плат с использованием JTAG-интерфейса. – Самара: УИП Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013.