

ПРОВЕРКА ПОДДЕРЖКИ СТАНДАРТА IEEE 1149.1 МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ 1887BE7T ОТ АО «НИИЭТ»

АЛЕКСЕЙ ИВАНОВ, alexey@jtag.com

В статье описывается процедура проверки работы платы с микроконтроллером 1887BE7T со средствами периферийного сканирования от JTAG Technologies, и показаны полученные результаты. Цель, которую мы перед собой поставили – убедиться в том, что платы, разработанные и произведенные с использованием данной воронежской микросхемы, могут тестироваться и диагностироваться с помощью стандартных систем периферийного сканирования наряду с изделиями, построенными на импортной компонентной базе.

1887BE7T представляет собой высокопроизводительный маломощный 8-разрядный AVR RISC-микроконтроллер с внутрисистемно программируемой флэш-памятью программ. Разработка этого МК была выполнена в НИИЭТ в конце 2013 г., а с 2014 г. начаты поставки МК 1887BE7T потребителям. Микросхема имеет следующие особенности: 128 Кбайт памяти программ с поддержкой чтения во время записи, 4 Кбайт энергонезависимой памяти данных, 4 Кбайт статического ОЗУ, 53 линии универсального ввода-вывода, счетчик реального времени (RTC), четыре гибких таймера/счетчика с режимами сравнения и ШИМ, два порта UART, байт-ориентированный двухпроводной последовательный интерфейс TWI, 8-канальный 10-разрядный АЦП с дополнительным дифференциальным входом и программируемым коэффициентом усиления, программируемый сторожевой таймер с внутренним генератором, последовательный интерфейс SPI, тестовый интерфейс JTAG, совместимый со стандартом IEEE 1149.1, который также используется для доступа к встроенной системе отладки и для программирования. Микросхема, являющаяся российским аналогом широко применяемой ИС Atmega128 компании Atmel, позволяет решить вопрос о комплектовании радиоэлектронной аппаратуры отечественными 8-разрядными RISC-микроконтроллерами взамен аналогичных импортных микросхем.

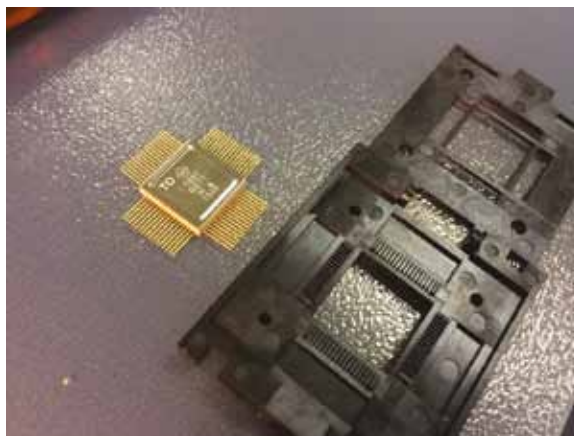


Рис. 1. Образец микроконтроллера 1887BE7T с контактной панелью

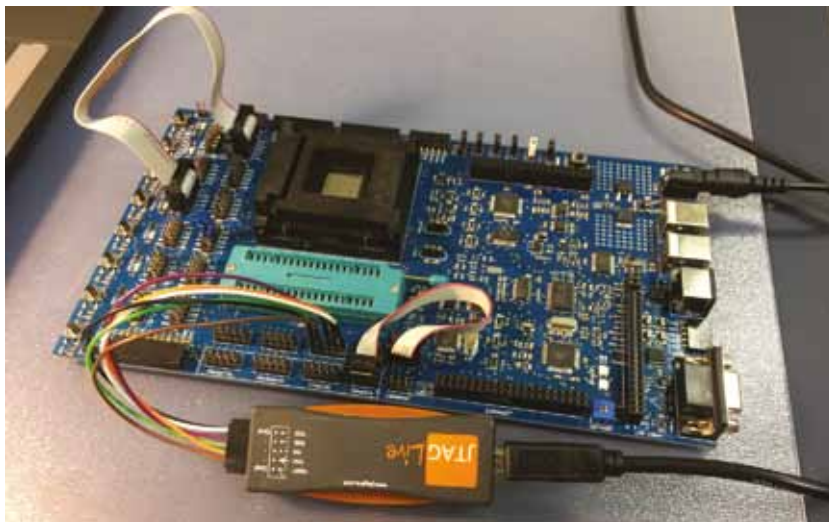


Рис. 2. Отладочная плата для микроконтроллера 1887BE7T с подключенным контроллером периферийного сканирования JTAG Live

Для работы нам был предоставлен отладочный комплект, включающий микроконтроллер (см. рис. 1), отладочную плату (см. рис. 2) и сетевой адаптер. Плата предоставляет широкий набор возможностей, которые могут послужить решению поставленных задач. Для проверки работы периферийного сканирования и диагностики изменений на окружающих микроконтроллер цепях можно использовать имеющиеся кнопки, светодиоды, внешние разъемы. Сама микросхема 1887SBE7ST не припаяна к отладочной плате, а установлена в адаптер. Таким образом, проверяемые микросхемы можно менять. Более того, плата позволяет получить прямой доступ ко всем портам микроконтроллера, так что при необходимости ее можно использовать как стенд входного контроля.

С самого начала у нас не было нетлиста (списка соединений из САПР) отладочной платы, и мы решили построить работу не с пакетом JTAG ProVision, который генерирует тесты автоматически, анализируя схему, а с программой JTAG Live Studio, не требующей нетлистов. Был выбран контроллер периферийного сканирования JTAG Live Controller из пакета JTAG Live Studio. У этого контроллера один JTAG-порт, который работает на частоте ТСК 1 кГц...6 МГц. В целом выяснилось, что для проверки никаких особенных действий предпринимать не пришлось – мы соединили этот контроллер с выходом JTAG-интерфейса отладочной платы и приступили к работе.

Заметим, что для создания любого проекта в программе JTAG Live Studio требуется всего лишь импортировать BSDL-файлы в компоненты с поддержкой стандарта IEEE 1149.1. Эти файлы описывают инфраструктуру JTAG-логики внутри компонентов и предоставляются фирмой-поставщиком микросхем. BSDL-файл для микроконтроллера 1887SBE7ST можно скачать на сайте [1]. Количество каналов (цепочек) сканирования определяется вручную или автоматически с помощью опроса по JTAG-интерфейсу. Микросхема определяется без каких-либо затруднений.

Как и в JTAG ProVision, самым первым запускаемым тестом (который создается в JTAG Live Studio автоматически для любого проекта) является тест инфраструктуры. Он проверяет наличие, корректность и работоспособность регистров, связанных с работой периферийного сканирования, у микросхем изделия, поддерживающих стандарт IEEE 1149.1. Кроме того, проверяется целостность линий JTAG-интерфейсов на тестируемой плате. Мы запустили этот тест и получили положительный результат (см. рис. 3).

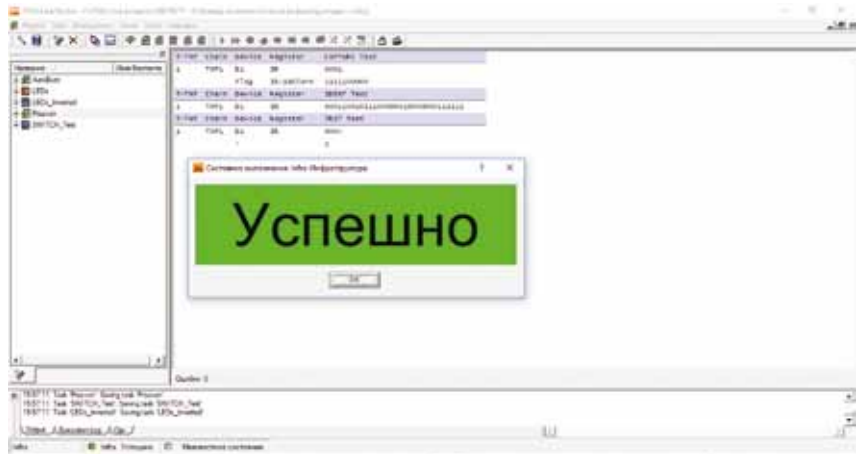


Рис. 3. Результат выполнения теста JTAG-инфраструктуры 1887BE7T

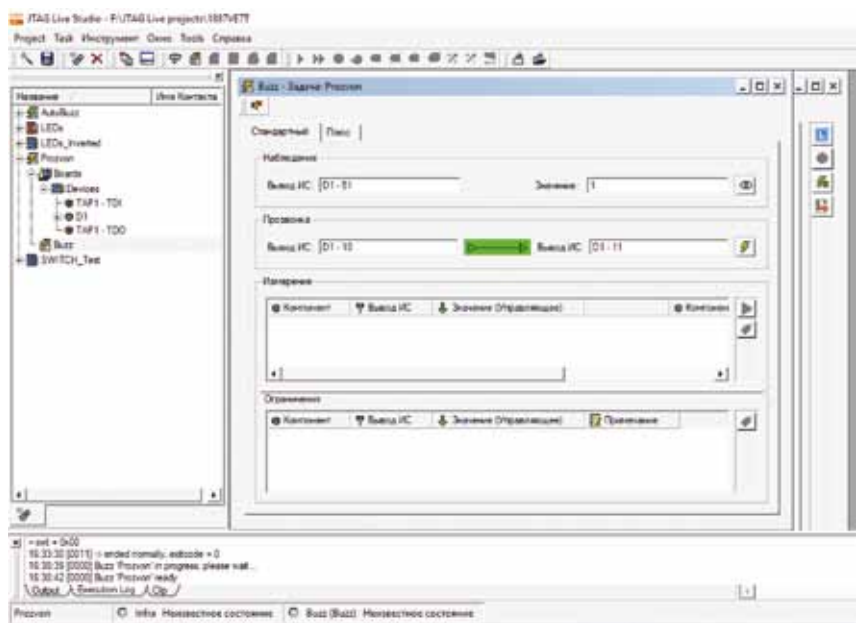


Рис. 4. Прозвонка связей между выводами 1887BE7T

Для следующей проверки в проекте для микросхемы 1887SBE7ST мы создали приложение Buzz (прозвонка). Программа JTAG Live Buzz является отдельной бесплатно распространяемой программой [2]. Кроме того, она всегда входит в состав JTAG Live Studio и JTAG ProVision. Программа Buzz позволяет сделать несколько простейших вещей для плат, где имеются компоненты с поддержкой периферийного сканирования: автоматически прозвонить выбранную цепь, считать логический уровень на любом выводе JTAG-микросхем, выполнить простейший тест, выставив и считав несколько логических уровней на группе выводов. Мы выбрали порты микроконтроллера PB0 и PB1, перетащили их в поле Buzz («Прозвонка») (см. рис. 4) – нажатие соответствующей кнопки справа запускает проверку электрического контакта между этими выводами. Проверка осуществляется за счет периферийного сканирования и BSDL-файла для микросхемы 1887SBE7ST, но выглядит

как работа с мультиметром. Поскольку порты PB0 и PB1 никак не связаны между собой на отладочной плате и выходят на внешний разъем, при «прозвонке» мы получили красный значок и звуковой сигнал об отсутствии соединения. После замыкания с помощью джампера этих цепей на внешнем разъеме появилась цветозвуковая индикация, свидетельствующая о наличии соединения (см. рис. 4).

В поле «Наблюдение» (Watch) программы Buzz мы перетащили порт PA0 (вывод 51), затем с помощью шлейфа из комплекта отладочной платы соединили разъем с портами PAx с кнопками SW0–SW7. Включив в экранном интерфейсе кнопку «Наблюдение», мы нажали и отпускали кнопку SW0 на плате; при этом считываемый логический уровень менялся между 0 и 1.

Таким образом, бесплатную программу Buzz для быстрой прозвонки можно применять на платах не только с импортными процессорами и микро-

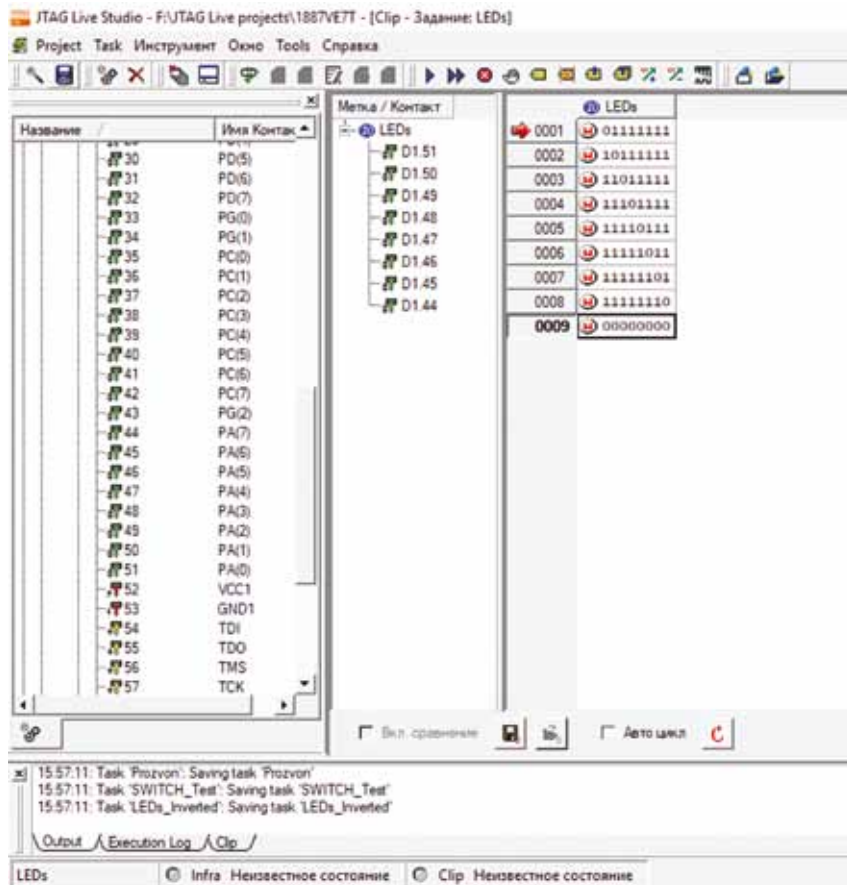


Рис. 5. Создание тестовых векторов для тестирования светодиодов отладочной платы в JTAG Live Clip

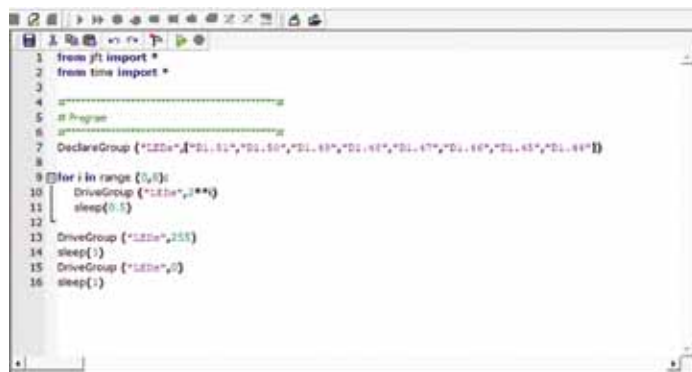


Рис. 6. Программа на Python в JTAG Live Script для тестирования светодиодов отладочной платы

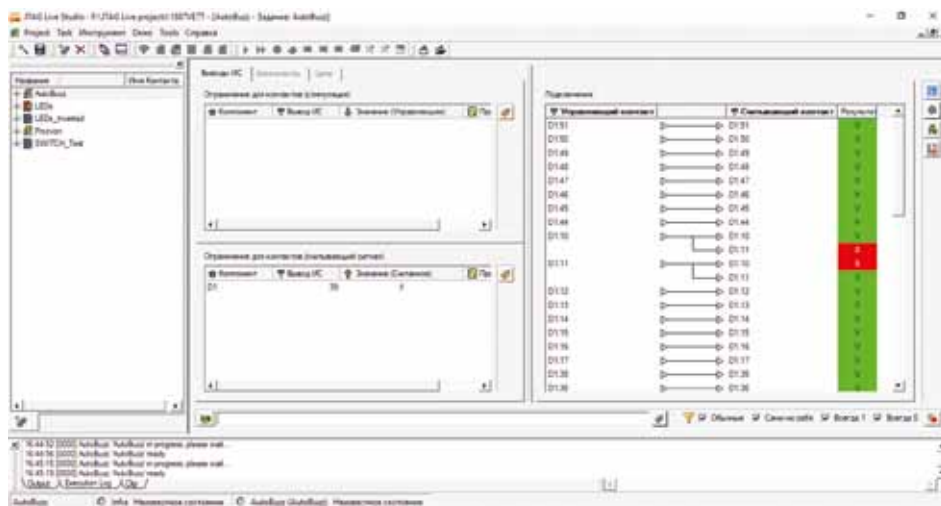


Рис. 7. Программа AutoBuzz – автоматическое считывание и сравнение межсоединений отладочной платы

контроллерами, но и с отечественными, в т. ч. с 1887SBE7ST от АО «НИИЭТ».

Для выполнения следующей задачи мы переключили шлейф с кнопок на светодиоды отладочной платы. Появилась возможность «увидеть» логические сигналы, которые можно выставить на выводах микроконтроллера с помощью периферийного сканирования. Для этого мы использовали другой тип приложения в JTAG Live Studio – программу Clip. Она позволяет в графическом режиме создать последовательность тестовых векторов для неограниченного набора выводов компонентов с поддержкой IEEE 1149.1. В рамках определенных групп выводов можно не только выставлять тестовые данные, но и считывать данные с внешних цепей. Мы создали небольшую последовательность (см. рис. 5) для портов PA0–PA7 контроллера и запустили ее. Поскольку подача логического 0 на светодиоды отладочной платы для 1887SBE7ST осуществляет их включение, мы сделали векторы с «бегущим нулем». В результате запуска светодиоды платы по очереди зажглись. Аналог программы Clip имеется и в JTAG ProVision под названием ActiveTest.

Заметим, что работу с кнопками и светодиодами можно построить и с помощью программы Script, входящей в JTAG Live Studio. Это – аналог среды программирования JFT из JTAG ProVision, имеющий в своей основе язык программирования Python. Среда позволяет сконструировать любой алгоритм тестирования цепей, окружающих компоненты с поддержкой периферийного сканирования. В ней имеется библиотека готовых функций для установки данных на выводах JTAG-компонентов, считывания данных, организации за счет ячеек периферийного сканирования интерфейсов I²C или SPI и т. д. Пример скрипта, гасящего по очереди каждый

из светодиодов отладочной платы для 1887SBE7ST, показан на рисунке 6.

Тест межсоединений в программе JTAG Live Studio делается несколько необычно – не так, как в автоматизированной системе JTAG ProVision, анализирующей схематику плат из САПР. В процессе теста осуществляется считывание карты связей JTAG-компонентов между собой, запоминание ее и сравнение со считанными межсоединениями последующих изделий. У эталонной платы считываются не только связи разных выводов микросхем между собой, но и тестируются входы/выходы «сами на себя», что позволяет найти выводы, замкнутые между собой, замкнутые на питание и землю. Для данной работы используется программа

AutoBuzz, входящая в состав JTAG Live Studio. Поскольку на предоставленной нам отладочной плате для микросхемы 1887SBE7ST всего лишь один компонент с поддержкой периферийного сканирования – сам микроконтроллер, при снятии «эталонных» данных производится только проверка его выводов самих на себя. Однако и в таком случае имеется возможность внести «дефект». После запоминания эталонных состояний мы установили джампер на разъеме платы, куда выходят порты микроконтроллера. Запустив сравнение, мы обнаружили «лишние связи», отмеченные красным цветом на рисунке 7.

Тесты, успешно выполненные для микроконтроллера 1887SBE7ST, говорят о том, что внедренная поддержка стан-

дарта IEEE 1149.1 позволяет тестировать и диагностировать дефекты сборки на устройствах, разработанных с его использованием. При этом применяется не только полуавтоматический инструмент JTAG Live Studio, но и полностью автоматизированная среда JTAG ProVision.

На сегодняшний день периферийное сканирование по стандарту IEEE 1149.1 поддерживают следующие цифровые микросхемы Воронежского НИИ электронной техники: 1887SBE7ST, 1867BЦ2АТ, 1867BЦ4Т, 1867BЦ8Ф, 1867BЦ9Т, 1906ВМ016. ☞

ЛИТЕРАТУРА:

1. niiet.ru.
2. www.jtaglive.com.