

## **Создание лаборатории биомедицинской электроники и лаборатории моделирования и проектирования печатных плат в составе лабораторного комплекса биотехнических систем**

В состав лабораторного отделения Центра перспективных исследований и инновационных разработок ТИУ входит учебный лабораторный комплекс Биотехнические системы и технологии, который включает в себя: лаборатория биомедицинской электроники, лаборатория компьютерной томографии и лаборатория моделирования и проектирования печатных плат.

Неотъемлемой частью программы прикладного бакалавриата по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» является освоение компетенций по программированию и проектированию в отраслях связанных с разработкой, производством, эксплуатацией и обслуживанием медицинского оборудования. Весомой составляющей частью учебного процесса при изучении естественнонаучных и технических дисциплин является лабораторный практикум, задачей которого является формирование у студентов практических навыков работы с оборудованием, получение и обработка экспериментальных данных, умение планировать эксперимент, анализировать и сопоставлять полученные результаты.

Лаборатория моделирования и проектирования печатных плат оснащена таким оборудованием, как: учебные интерактивные станции NI Elvis II и отладочные платы NI Digital Electronics FPGA Board, работающие с программным обеспечением LabVIEW и дополнительный программный модуль LabVIEW Module (рис.1) [1,2,3].

Отладочная плата NI Digital Electronics FPGA Board - это инструмент разработки электронных схем, построенный на основе микросхемы ПЛИС XC3500E Xilinx Spartan-3E. ПЛИС, в свою очередь, - это программируемая логическая интегральная схема, состоящая из множества одинаковых блоков или макро-ячеек. Плата NI Digital Electronics FPGA Board программируется средствами LabVIEW FPGA, или в специализированной среде Xilinx ISE [1]. Помимо ПЛИС, отладочная плата содержит переключатели, светодиоды, два семисегментных индикатора, нажимные кнопки, а также нажимную поворотную кнопку для выбора внешнего синхросигнала и светодиода для отображения выбранного режима работы, разъемы для подключения внешних устройств, интерфейс USB, предназначенный для программирования микросхемы ПЛИС, а также широкий инструментарий для разработки электронных устройств. В совокупности печатная плата с набором интерфейсов, которые подключены к установленной на плате микросхеме FPGA, позволяют

проектировать цифровые микросхемы. Именно проектировать, а не программировать, потому что на выходе получается физическая цифровая схема, выполняющая определенный алгоритм на аппаратном уровне, а не программа для процессора. В результате проектирования создается прошивка, которая после загрузки в ПЛИС выдает нужную цифровую схему. Так, например, можно создать контроллер 100G Ethernet, который будет принимать и обрабатывать сетевые пакеты.

Принцип работы: Микросхема ПЛИС — микросхема, состоящая из транзисторов, из которых собираются регистры, триггеры, мультиплексоры и другие логические элементы для обычных схем. Изменить порядок соединения этих транзисторов нельзя. Архитектурно микросхема построена таким образом, что можно изменять коммутацию сигналов между более крупными блоками, а именно CLB — программируемые логические блоки (рис.2). Также можно изменять логическую функцию, которую выполняет CLB. Достигается это за счет того, что вся микросхема пронизана ячейками конфигурационной памяти Static RAM. Каждый бит этой памяти либо управляет каким-то ключом коммутации сигналов, либо является частью таблицы истинности логической функции, которую реализует CLB.



Рисунок 1 - NI Elvis II и отладочная плата NI Digital Electronics FPGA

Так как, конфигурационная память построена по технологии Static RAM, то, во-первых, при включении питания ПЛИС микросхему обязательно надо сконфигурировать, а во-вторых, микросхему можно реконфигурировать практически бесконечное количество раз, что является отличительной возможностью ПЛИС. Блоки CLB находятся в

коммутационной матрице, которая задает соединения входов и выходов блоков CLB.

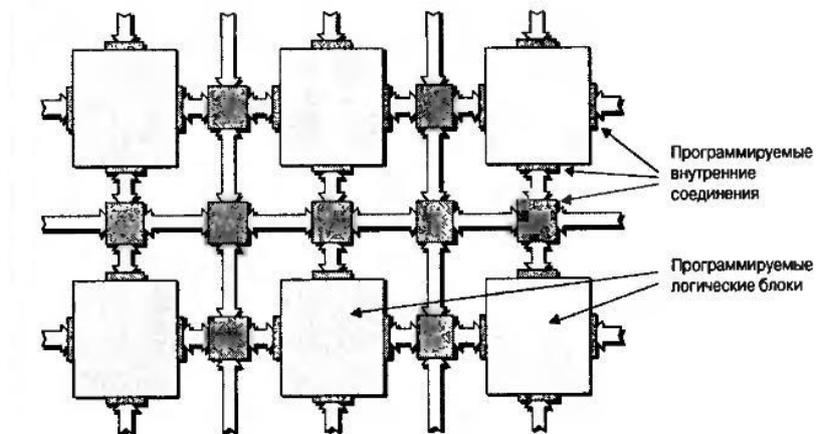


Рисунок 2 - D-структура микросхемы без конфигурационной памяти

Таким образом, обучающимся предоставляется возможность создавать приложения для запуска на аппаратной платформе ПЛИС, а также подключать к ее линиям ввода/вывода периферийные устройства, такие как линейки светодиодов, DIP-переключатели, кнопки включения, семисегментные индикаторы, дисплеи, энкодеры и другие элементы.