

## УЧЕБНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ РЯЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

*Витязев С.В., н.с. кафедры ТОР РГРТУ, tor@rgta,ryazan.ru*

Развивая рубрику журнала «ЦОС в университетах», мы начинаем обзор учебных лабораторий ЦОС, организованных и успешно действующих в ряде российских вузов. Обзор открывается рассказом о лаборатории, действующей при Рязанском государственном радиотехническом университете.

Отвечая целям и задачам широкого внедрения в учебный процесс цифровых информационных технологий реального времени, на базе кафедры Телекоммуникаций и основ радиотехники Рязанского государственного радиотехнического университета ([www.rsreu.ru](http://www.rsreu.ru)) в 2007 году была создана специализированная учебная лаборатория: «Цифровая обработка сигналов и DSP-технологии». Лаборатория располагает новейшим оборудованием, необходимым программным и учебно-методическим обеспечением по циклам дисциплин, связанным с применением цифровой обработки сигналов в радиотехнике, системах телекоммуникаций и управления, вычислительной технике, приборостроении, промышленной электронике. Учебная лаборатория дополнительно оснащена мультимедийным оборудованием, предоставляющим возможность чтения лекций с одновременным проведением практических и лабораторных занятий на 12 рабочих станциях.

Каждый учебный стенд включает в себя ПЭВМ, набор сменных учебных модулей DSP-разработчика ведущих зарубежных (Texas Instruments Inc. (США), Analog Devices Inc. (США)) и отечественных фирм (ГУП НПЦ «ЭЛВИС», ЗАО «Инструментальные системы», г. Москва), осциллограф, аудиоаппаратуру, необходимое лицензионное программное сопровождение. Лабораторные и практические занятия проводятся с широким применением среды MATLAB. Учебная лаборатория «Цифровая обработка сигналов и DSP-технологии» отвечает всем требованиям подготовки высококвалифицированных специалистов.

В лаборатории проводятся занятия по ряду дисциплин, связанных с цифровой обработкой сигналов и ее применением в различных отраслях науки и техники. Особо выделим два курса.

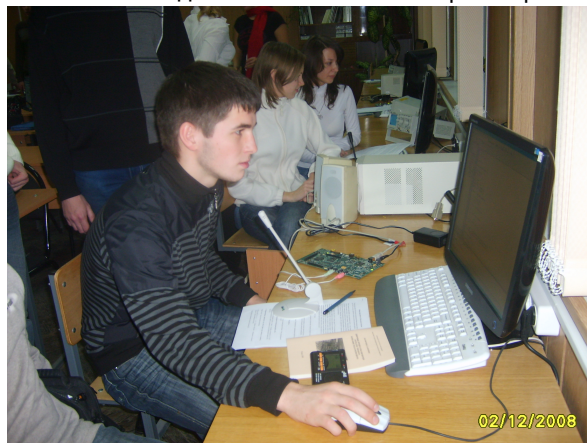
### Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры

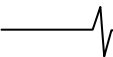
Курс рассчитан на два семестра, первый из которых является теоретическим и посвящен изучению основ теории цифровой обработки сигналов и оптимального проектирования систем ЦОС на сигнальных процессорах с применением среды MATLAB. Теоретическая часть курса включает в себя как классические разделы: дискретные сигналы и системы, дискретные преобразования, проектирование цифровых фильтров в классе КИХ- и БИХ-цепей, так и современные методы теории

обработки цифровых сигналов: многоскоростная и адаптивная обработка, вейвлет-преобразование, нелинейная фильтрация, обработка многомерных сигналов и изображений. Применение теории и методов ЦОС иллюстрируется многочисленными примерами. В зависимости от направления подготовки специалистов – это сжатие, кодирование, адаптивная эхо-компенсация и борьба с замираниями в системах телекоммуникаций; анализ и синтез сигналов, оптимальная фильтрация и пространственно-временная адаптивная обработка сигналов в радиотехнике; идентификация динамических объектов, цифровая фильтрация и оптимальный синтез управляющих сигналов в системах автоматического управления.



Изложение материала лекций и проведение лабораторных занятий сопровождается демонстрацией эффективности методов и алгоритмов ЦОС, реализуемых в среде MATLAB. Ряд разделов курса, и в первую очередь, - вопросы многоскоростной и адаптивной обработки сигналов базируются на новых, оригинальных результатах, полученных в процессе научных исследований, проводимых в лабораториях кафедры и университета. Отличительной особенностью курса является сочетание классических приемов и методов обработки сигналов с методикой оптимального проектирования





систем и устройств ЦОС на сигнальных процессорах заданного семейства.

Второй семестр ориентирован на изучение цифровых сигнальных процессоров (ЦСП) на примере процессоров семейства TMS320C67x фирмы Texas Instruments Inc (TI). Семейство TMS320C67x относится к классу процессоров с очень длинным командным словом (VLIW). В этом смысле данное семейство не относится к классическим по внутренней организации сигнальным процессорам, обычно используемым на начальном этапе обучения. Однако современные тенденции развития ЦСП требуют от разработчика знания мощных архитектур сегодняшнего дня, умения быстро переходить на новые платформы, навыков высокоуровневого программирования ЦСП. С этой точки зрения процессоры TMS320C67x вписываются в учебный процесс идеально. Они являются представителями наиболее передовой в вычислительном отношении платформы C6000 ЦСП с плавающей точкой фирмы TI. Их архитектура «дружественна» к языкам программирования высокого уровня. Кроме того, наборы разработчика DSKC6713 на базе данных процессоров, предоставляемые в рамках Университетской программы TI, являются очень демонстративными, обладая специализированными аппаратными узлами для ввода, вывода и обработки аудиосигналов. В процессе обучения студенты проходят путь от разработки структуры системы ЦОС в системе MATLAB и переноса ее непосредственно на аппаратную платформу DSKC6713 до отладки и оптимизации сгенерированного кода на низком уровне с использованием ассемблера TMS320C6713. Обучение строится на основе специально разработанного учебного пособия, которое доступно для скачивания на сайте [www.dsps.ru/cosvuz](http://www.dsps.ru/cosvuz). Работа студентов поощряется со стороны Университетской программы TI по программе ESPA.

#### **Микропроцессорная техника управления в системах электрооборудования**

Целью данного курса является знакомство студентов, проходящих обучение по специальности «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений (140610)», с наиболее интересными и практически значимыми идеями, получившими своё воплощение в изделиях ведущих производителей микропроцессорной техники. Курс разбит на две части и читается два семестра. Первая часть представляет собой непосредственное продолжение дисциплины «Основы вычислительной техники», в рамках которой студенты получают общее представление о микропроцессорах и ПЛИС. На протяжении первой части курса студенты знакомятся с особенностями архитектуры современных микроконтроллеров (МК) на примере сигнального МК TMS320F2808 и приобретают первые навыки в разработке программного обеспечения с использованием интегрированной среды «Code Composer Studio». Выбор МК TMS320F2808 компании «Texas Instruments» объясняется, с одной

стороны, тем, что МК этой серии отвечают современному уровню развития микропроцессорной техники, а с другой стороны, возможностью приобретения этих МК в рамках Университетской программы компании «Texas Instruments».

Вторая часть курса, в отличие от первой, носит в основном практический характер. Студенты выполняют более сложные лабораторные работы, в ходе которых изучают принципы оптимизации программ (циклическая адресация при построении цифровых фильтров, совмещение ассемблерных блоков с программированием на языке C и т.п.), учатся создавать проекты с использованием операционной системы реального времени «DSP/BIOS», а также знакомятся с особенностями визуального программирования в среде «MATLAB». Вторая часть курса завершается подготовкой курсового проекта. При выборе тем курсовых проектов учитываются пожелания студентов, поскольку зачастую курсовой проект получает своё дальнейшее развитие на этапе дипломного проектирования. Студенты разрабатывают программы для управления импульсными преобразователями напряжения, источ-



никами питания, электроприводом и т.д.

Учебная лаборатория «Цифровая обработка сигналов и DSP-технологии» при Рязанском государственном радиотехническом университете предлагает заинтересованным организациям сотрудничество по программе обучения специалистов основам теории цифровой обработки сигналов и практике программирования цифровых сигнальных процессоров фирм Texas Instruments, Analog Devices и сигнальных контроллеров «Мультикор» ГУП НПЦ «ЭЛВИС». Параллельно с непосредственной работой с конкретной аппаратной платформой могут быть прочитаны теоретические курсы по радиотехнике, радиолокации, обработке сигналов и изображений и другие. Предприятия могут быть заинтересованы в подготовке спецгрупп студентов с последующим их приемом на работу или в повышении квалификации своих сотрудников.

Научный руководитель лаборатории – д.т.н., профессор Витязев Владимир Викторович, заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники РГРТУ.

**Контактная информация:** тел./факс: (4912) 46-04-38, e-mail: [tor@rgta.ryazan.ru](mailto:tor@rgta.ryazan.ru)