



Посвящается 150-летию А. С. Попова

КрыМиКо 2009 CriMiCo

**19-я Международная Крымская конференция
СВЧ-техника
и телекоммуникационные технологии
Материалы конференции**

14—18 сентября 2009 г.
Севастополь, Крым, Украина



Moscow • Kiev • Minsk • Sevastopol

2009

УДК 621.3.029.62+621.39
ББК 32я431
С255

Организаторы и спонсоры:

Севастопольский национальный технический университет
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (Минск)
НИИ телекоммуникаций НТУУ «КПИ» (Киев)
Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ» (Киев)
Академия инженерных наук Украины, Отделение радиоэлектроники и средств связи
Компания «Нанозлектроника ТД» (Москва)
ОАО «Сатурн» (Киев)
НПФ «Микран» (Томск)
НП ОАО «Фаза» (Ростов-на-Дону)
ООО «Бета ТВ ком» (Донецк)
НПО «Интеграл», НТЦ «Белмикросистемы» (Минск)
ФГУП НПП «Исток» (Фрязино)
ЗАО «Микроволновые системы» (Москва)
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Московский авиационный институт (технический университет)
Московский государственный технический университет гражданской авиации
National Instruments (Москва)
Таврический национальный университет им. проф. В. И. Вернадского (Симферополь)
НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория» (Кацивели)
Крымский научно-технологический центр им. проф. А. С. Попова (Севастополь)

Техническая и информационная поддержка:

IEEE Microwave Theory & Techniques Society
IEEE Electron Devices Society
IEEE MTT/ED Central Chapter, Ukraine Section
IEEE AP/C/EMC/SP Joint Kharkov Chapter, Ukraine Section
IEEE AP Chapter, Russia Section
Журнал «Техника и приборы СВЧ» (Киев)
Журнал «Технология и конструирование в электронной аппаратуре» (Одесса)

19-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные
С255 технологии» (КрыМиКо'2009). Севастополь, 14-18 сентября 2009 г. : материалы конф. —
Севастополь : Вебер, 2009. — 929 с. : ил.

ISBN 978-966-335-248-0.

В сборник материалов включены 406 прошедших рецензирование докладов, которые будут представлены на секциях: Усилители СВЧ, Генераторные и приемные устройства, Моделирование и автоматизированное проектирование твердотельных приборов и устройств, Физические основы электроники СВЧ, Приборы СВЧ О-типа и ГДИ, Приборы М-типа и гирорезонансные приборы, Сети беспроводного доступа, Системы радиосвязи, Спутниковая связь и цифровое телевидение, Информационные технологии в телекоммуникациях, Антенные решетки и их элементы, Анализ антенн и СВЧ-элементов, Пассивные устройства СВЧ, Микрополосковые устройства, СВЧ-устройства на новых физических принципах, Технология полупроводниковых материалов, Микроволновая микроскопия, Исследование свойств материалов, Нанотехнология и наноматериалы, Нанозлектроника и применения квантовых приборов, Физические явления в СВЧ-электронике сверхбольших мощностей, Хаотические колебания и генераторы хаоса, Электромагнитная и радиационная стойкость материалов и электронной компонентной базы, Измерение параметров сигналов и цепей, Измерение параметров материалов и веществ, Приложения радиоизмерений, Радиолокационные системы и их применения, Управление технологическими процессами и неразрушающий контроль, СВЧ-техника в медицине и экологии, Радиоастрономия и исследование земной атмосферы, Дистанционное зондирование и теория радиолокационных систем, История исследований в области радиотехнологий (Федотовские чтения). Авторами докладов являются 916 ученых и специалистов из 162 университетов и предприятий 16 стран: Беларуси, Великобритании, Вьетнама, Германии, Казахстана, Канады, Ливана, Литвы, Молдовы, Польши, России, США, Украины, Франции, Чехии и ЮАР.

Материалы конференции изданы также в двух томах на бумаге и на компакт-диске с оболочкой на английском языке. Сборник предназначен для широкого круга специалистов в области СВЧ-техники и телекоммуникационных технологий. Сборник также будет полезен студентам и аспирантам телекоммуникационных, радиотехнических и радиофизических факультетов вузов.

УДК 621.3.029.62+621.39
ББК 32я431

IEEE Catalog Number CFP09788-PRT
ISBN 978-966-335-249-7 (CD, обол. — англ.)
ISBN 978-966-335-244-2 (комплект, 2 тома)
ISBN 978-966-335-247-3 (том 2)
ISBN 978-966-335-246-6 (том 1)
ISBN 978-966-335-248-0

© Оргкомитет КрыМиКо'2009
© КНТЦ им. Попова, 2009

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Аврунин О. Г., Сакало С. Н., Семенец В. В.
Харьковский национальный университет радиозлектроники
пр. Ленина, 4, г. Харьков, 61166, Украина
тел.: 057-7021364, e-mail: gavrun@list.ru

Аннотация — Разработана современная лабораторная база для проведения лабораторных практикумов по техническим дисциплинам при изучении микропроцессорной техники, микроконтроллерных систем, а также устройств на основе ПЛИС. Рассматриваются принципы построения лабораторных макетов и возможности их применения.

I. Введение

Лабораторный практикум является одним из важнейших компонентов процесса обучения при подготовке инженерных кадров. Цели практикума в большинстве случаев примерно одинаковы — помощь в усвоении теоретического материала, изучение экспериментальных методик и методов обработки измерений, знакомство с современными приборами и системами. Поэтому для подготовки специалистов в области современных микропроцессорных систем необходима соответствующая лабораторная база, обладающая широчайшей функциональностью и большими возможностями при модернизации и модификации под конкретную специализацию.

II. Основная часть

Рассмотрим более подробно разработанное лабораторное оборудование.

Лабораторный макет МЛ-1 для изучения микроконтроллерных систем управления [1]. Данный макет позволяет создавать гибкие технические решения при разработке цифровых устройств со встроенными системами управления низкого и среднего уровней сложности и может применяться в широком спектре бытовых и медицинских приборов, охранных системах и т.д. В состав макета входят: наиболее распространенный в Украине широкофункциональный 8-ми разрядный микроконтроллер фирмы *ATMEL AVR AT-MEGA-128*, блок 8-разрядной светодиодной индикации, программируемые пользователем клавиши и матричная клавиатура 4x3, дополнительные модули внешней памяти 32 Mbit Flash-RAM, DATA RAM 32K, 10-ти позиционный цифровой индикатор *Holtek HT-10*, монохромный графический дисплей 240x128 LCD EPSON, последовательный интерфейс RS-232, 12-разрядные модули АЦП и ЦАП, внешний разъем, позволяющий подключать нестандартные устройства, исполнительные механизмы и датчики. Программирование микроконтроллера выполняется через ISP - программатор, JTAGICE интерфейс с отладчиком.

Лабораторный макет МЛ-2 предназначен для изучения принципов разработки цифровых устройств на основе микросхем программируемой логики. Данный макет применяется в дисциплинах, в которых изучается цифровая схемотехника и рассматриваются вопросы, связанные с разработкой законченных полнофункциональных цифровых приборов и систем высокой сложности, таких как аудио/видео процессоры, модули для цифровой обработки сигналов. В состав макета входят: ПЛИС (программируемая логическая интегральная схема) типа *FPGA* фирмы *Altera ACEX EP1K100QC208*, работающая на такто-

вой частоте 50 МГц, вспомогательный микроконтроллер *ATMega - 128*, дополнительный блок памяти размером 32 Мбайта *Flash RAM* дисплей *LCD EPSON 320x240*, видео ЦАП 80 МГц, программируемые пользователем модули светодиодов внешние выводы и клавиатура, поддерживает интерфейсы *USB 2.0*, *RS-232* и *PS/2*. Выполняется поддержка нескольких режимов конфигурирования ПЛИС: загрузка при помощи *USB* интерфейса, загрузка при помощи *Byte-Blaster*, загрузка при помощи *Flash RAM*, загрузка при помощи микроконтроллера *AVR*.

Лабораторный макет МЛ-3 предназначен для изучения архитектур высокопроизводительных *ARM* микроконтроллеров. В состав макета входят: *ARM* микроконтроллер фирмы *PHILIPS LPC-2106*, работающий на частоте 50 МГц, *LCD* дисплей с разрешающей способностью 320x240, программируемые пользователем модули светодиодов внешние выводы и клавиатура, поддерживает интерфейсы *USB 2.0* и *RS-232*. Выполняется поддержка нескольких режимов прошивки и отладки *ARM* микроконтроллера.

Лабораторный макет МЛ-4 предназначен для изучения принципов обработки сигналов с помощью сигнальных процессоров. Данный макет применяется в дисциплинах, в которых рассматриваются вопросы, связанные с цифровой обработкой сигналов. В состав макета входят: сигнальный процессор *ADSP-BF532 BlackfinB® Processor*, блок динамической памяти 32 МБт (16M x 16-bit) *SDRAM*, 2 МБт (512K x 16-bit x 2) *FLASH*, *AD1836* 96 кГц аудио кодек, *ADV7183* видео декодер, *ADV7171* видео энкодер, *ADM3202* для *RS-232*, *USB 2.0*, программируемые пользователем светодиоды и кнопки, программируемые пользователем выводы.

При проведении учебного процесса в системе среднего специального, технического и высшего образования, в научных подразделениях, НИИ, актуальным является модернизация лабораторного оборудования и измерительной техники. Существующая устаревшая техника не обеспечивает требования по точности и достоверности измерений, морально и физически устарела и соответственно требует обновления и замены. Профессиональная измерительная аппаратура, например, выпускаемая под маркой *Tectronics* и *Agilent*, очень дорога и не приобретает даже крупными фирмами.

Появление новых микроконтроллеров с богатым набором периферии и поддержкой высокоскоростного канала обмена данными с компьютером, позволила создать компактное устройство сочетающие в себе все вышеперечисленные функции по значительно более низкой цене по отношению к фирменным аналогам. Исходя из этого, был разработан и изготовлен измерительный комплекс, который содержит в одном корпусе 10 измерительных приборов:

- двухканальный осциллограф, самописец;
- мультиметр, включающий в себя вольтметр, амперметр, частотометр, фазометр;

- функциональный генератор;
- логический анализатор;
- логический генератор;
- анализатор спектра.

Измерительный комплекс обеспечивает следующие режимы работы: двухканальные осциллограф, анализатор спектра; самописец, логический анализатор, мультиметр, включающий в себя вольтметр, амперметр, частотомер, фазометр, функциональный генератор.

Высокая функциональность разработанного комплекса позволяет проводить полный цикл измерительных работ при наличии на рабочем месте одного такого прибора. Он имеет небольшие габаритные размеры и в несколько раз дешевле соответствующих зарубежных аналогов.

На сегодняшний день существует два варианта исполнения измерительного комплекса. В первом случае это комплекс, ориентированный на работу с программным обеспечением, которое устанавливается на компьютер, во втором — полноценно функционирующий без компьютера.

Использование данной лабораторной базы так же позволяет перевести дипломное проектирование на качественно новый уровень, обеспечивая возможность создавать реальные дипломные проекты, выходом которых являются действующие устройства и макеты. Так, в 2006/2007 учебном году разработаны реальные дипломные проекты, в результате которых создан аппарат для риноманометрии [2], устройство для диагностики желудочно-кишечного тракта по данным электрогастрографии [3] и др.

III. Заключение

Данная аппаратура внедрена в учебный процесс следующих вузов Украины:

- Харьковский национальный политехнический университет «ХПИ»;
- Київський університет економіки і технології транспорту;
- Українська державна академія залізничного транспорту;
- Черкаський державний технічний університет;
- Івано-Франківський національний технічний університет.

Разработанные устройства содержат широкий спектр периферийного оборудования: аналоговые и цифровые датчики, модули дополнительной памяти, символьные и графические дисплеи, исполнительные механизмы и т.д. Данная аппаратура может использоваться для подготовки специалистов в области разработки микропроцессорных систем управления. Перспективой работы является совершенствование программно-аппаратной части для расширения функциональных и учебно-методических возможностей лабораторного практикума.

IV. Список литературы

- [1] Патент Украины №79652 МПК G09B23/18 Лабораторный стенд для изучения микроконтроллерных систем управления/ Аврунин О. Г., Крук О. Я., Семенец В. В. // Пром. власність, 2007. — №10.
- [2] Харитонова К. Ю. Разработка системы для риноманометрии // Сборник материалов 11-й международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке»: Харьков: ХНУРЕ, — 2007. — Ч.1 — с. 318.

- [3] Крук О. Я. Биотехническая микроконтроллерная система для гастроэнтерологических исследований // Прикладная радиоэлектроника, — 2007, — т.6, №1, — с.72 — 77.

DEVELOPMENT OF UP-TO-DATE LABORATORY BASE FOR MICROPROCESSOR SYSTEMS INVESTIGATION

*Avrunin O. G., Sakalo S. N., Semenec V. V.
Kharkiv National University of Radioelectronics,
Kharkiv, 14, Lenin Av., 61166, Ukraine
Ph.: 057-7021364, e-mail: gavrur@list.ru*

Abstract — Principles of design of laboratory facilities for learning microprocessor technology in technics are proposed. Modern laboratory base for studying the microprocessor, microcontroller and FPGA systems is described..

I. Introduction

Training of engineering skills is very actual in modern educational process. Learning FPGA and micro-controller systems are based on special high-performance laboratory equipment. The modern laboratory platform for different technical applications is designed in Kharkiv National University of Radio Electronics. Now our laboratory equipment is built on 5 different devices.

II. Main Part

For learning and designing the microcontroller systems we have a special laboratory stand ML-1. This stand consists of feature-rich AVR microcontroller ATmega-128 from ATMEL, including ISP and JTAG-programmer ports, extended RAM and flash-ROM, 4×3 matrix keyboard, functional keys, module of 8-bit light-emitting indication, 240×128 LCD-display, serial interface RS-232C, build-in temperature sensor and digital input/output connectors. This stand allows designing simple microprocessor control systems.

For learning and designing the systems on FPGA devices we have a special laboratory stand ML-2. This stand contains ALTERA ACEX EP1K100QC208 (50 MHz) with several interfaces for configuration USB, Byte-Blaster, flash-RAM, expanded microcontroller ATmega-128, extended RAM and flash-ROM, 320×240 LCD-display, serial interfaces USB and RS-232C, 10-bit video DAC, 8-bit ADC, functional keys, module of 8-bit light-emitting indication and digital input/output connectors. This stand is designed for implementation of complex digital devices of FPGA and real-time video-processing.

For learning and designing ADSP-based systems we have microcontroller stand. This stand is based on ADSP BF532B BlackFin® processor, extended SDRAM and flash-RAM, AD-1836 96 kHz audio coder, ADV 7183 and ADV7171 video decoder/encoder, serial interfaces USB and RS-232C, functional keys, light-emitting indication module and programmable digital input/output connectors. This stand is designed for both digital signal and image processing systems for real-time audio- and video-processing.

Also in our laboratory of microcontroller systems ARM-based laboratory stand is designed on high-performance 32-bit microcontroller PHILIPS LPC-2106 with the set of peripheral components and universal computer measure complex for different signal-measurements (100 MHz, 2 input channels).

III. Conclusion

Capabilities of modules of these laboratory have been improving for various applications up to date. That equipment set is implemented into educational process in our university, Kharkiv Polytechnic University «KPI», in Kiev University of Technology and Transport, Cherkasskiy State Technical University and Ivano-frankovskiy National Technical University.