

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ 8- и 32-РАЗРЯДНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

К. т. н. И. В. Цевух, Н. А. Мацкевич

Одесский национальный политехнический университет  
Украина, г. Одесса  
itsevukh@gmail.com, matskevich@zont.com.ua

*Представлены результаты выпускной квалификационной работы по разработке лабораторного стенда для изучения возможностей 8- и 32-разрядных микроконтроллеров фирм Atmel (ядро AVR) и STMicroelectronics (ядро ARM Cortex M3). Стенд может быть использован при проведении лабораторно-практических работ для студентов высших и средних специальных учебных заведений с целью получения опыта и навыков разработки аппаратно-программных средств на базе указанных микроконтроллеров.*

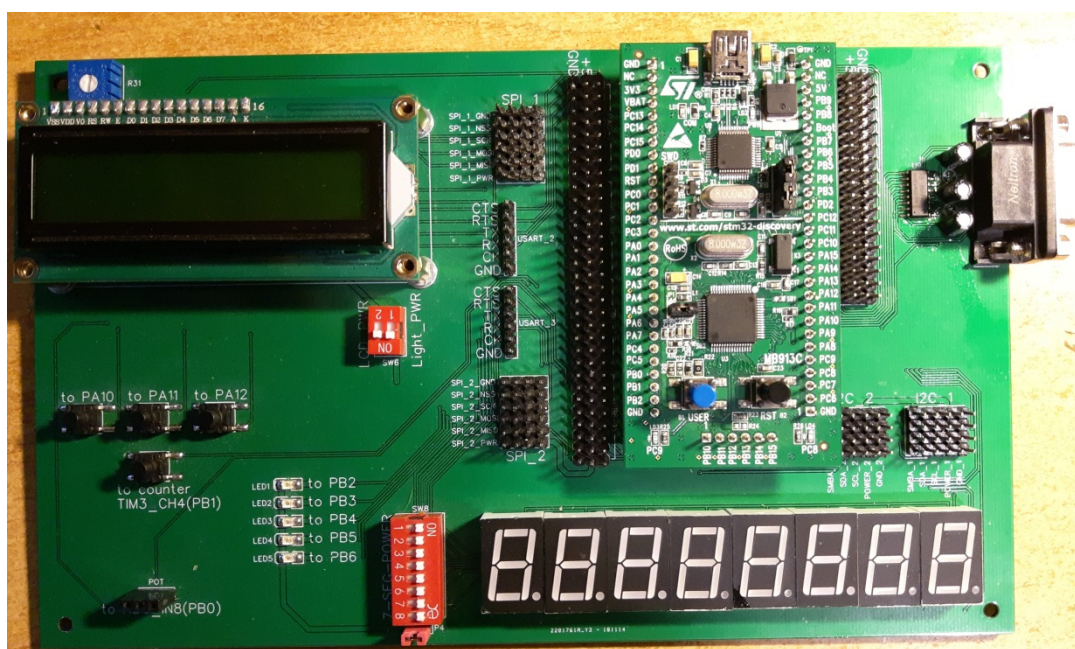
*Ключевые слова: микроконтроллер, лабораторный стенд, аппаратно-программные средства.*

В современной высшей школе при обучении техническим специальностям важным является развитие у студентов технического мышления. Необходимо обеспечить применение теоретических знаний на практике, так как именно на практике студенты смогут развить необходимые им в дальнейшем навыки. Использование в процессе обучения компьютерных программ типа «Proteus» дает возможность закрепить полученные на теоретических занятиях знания. В то же время, лабораторные стенды позволяют проводить работы, близкие к реальной производственной деятельности, что придает процессу обучения практический смысл и вызывает повышенный интерес у студентов. Понимая это, многие фирмы [1—4] специализируются на разработке и производстве аппаратных и программных учебных средств для изучения микроконтроллеров. При этом ряд изделий отличается достаточно хорошей методической проработкой комплекса задач, связанных с передачей практического опыта проектирования, что обуславливает их соответствующую стоимость, в ряде случаев «неподъемную» для некоторых отдельных учебных подразделений.

В связи с этим, весьма актуальным выглядит предложенный в данной работе универсальный лабораторный стенд с наращиваемыми возможностями, позволяющий освоить ограниченную номенклатуру элементной базы и программных средств, связанных с наиболее востребованными сейчас семействами микроконтроллеров.

*Основой универсального учебного стенда* является кросс-плата с расположенными на ней периферийными устройствами и разъемом для подключения съемных микроконтроллерных модулей, в качестве которых выступают отладочные платы фирмы Atmel «Arduino» (ядро AVR) и фирмы ST Microelectronics «Discovery» (ядро ARM Cortex M3). По умолчанию для стенда предлагается плата STM32vl\_Discovery, которая содержит 24 МГц микроконтроллер STM32F100RBT6B, многофункциональные таймеры-счетчики, аналоговую периферию, отладчик ST-LINK и разнообразные последовательные интерфейсы обмена данными. После тестирования и отладки программы данная плата также может быть использована как готовое изделие для какого-либо студенческого проекта.

*Структура учебного стенда* оптимизирована для поэтапного, от простого к сложному, освоения микроконтроллерных систем. Кросс-плата стенда содержит следующую периферию: жидкокристаллический символьный индикатор 16×2, клавиатуру с четырьмя кнопками, однооборотный потенциометр, пять светодиодов, восемь семисегментных индикаторов, разъемы расширения портов ввода-вывода, разъемы последовательных интерфейсов, микросхему преобразования логических уровней фирмы STMicroelectronics Max232. Внешний вид универсального лабораторного стенда приведен на рисунке. Стенд имеет развитую систему коммутации, которая позволяет выборочно подключать к линиям портов микроконтроллера устройства ввода/вывода и формировать аппаратную конфигурацию микроконтроллерной системы в соответствии с требованиями проекта.



На плате универсального стенда имеется разъем, в который может быть установлена одна из отладочных плат, на которых находятся целевые микроконтроллеры и схемы их ближайшего обрамления, включая интегрированные программаторы.

Использование разработанного стенда планируется при проведении лабораторных работ по следующим темам: знакомство с портами ввода-вывода микроконтроллера — реализация алгоритма "бегущие огни"; изучение работы контроллера прерываний на примере обработки внешних прерываний от кнопок; работа с последовательным интерфейсом USART; работа с последовательным интерфейсом SPI; работа с последовательным интерфейсом I2C; изучение принципов функционирования таймеров/счетчиков микроконтроллера; вывод данных на семисегментные индикаторы — реализация динамической индикации; вывод информации на символьный жидкокристаллический индикатор; изучение работы встроенного АЦП с выводом результатов преобразования на ЖКИ и семисегментные индикаторы

В заключение отметим, что лабораторный стенд, разработанный в рамках выполнения квалификационной работы, также может быть использован студентами как вспомогательное средство в процессе дипломного проектирования, для научно-исследовательской работы в бакалаврате или магистратуре.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Типовой комплект учебного оборудования «Микроконтроллеры и микропроцессорная техника», исполнение настольное МК/ [http://labstand.ru/catalog/mikrokontrollery\\_i\\_mikroprotsessornaya\\_tekhnika](http://labstand.ru/catalog/mikrokontrollery_i_mikroprotsessornaya_tekhnika)
2. Аппаратно-программный комплекс на базе универсального лабораторного стенда для изучения 8-, 16- и 32- разрядных микроконтроллеров//Компоненты и технологии.— 2008.— №8.
- 3.EASY-STM32- отладочный комплекс на базе контроллера серии STM32<https://www.mikroe.com/easymx-pro-stm32>
4. ME-EASYAVR v7 – отладочная плата седьмого поколения для AVR микроконтроллеров фирмы Atmel/<http://www.kosmodrom.com.ua/el.php?name=EASYAVR-V7>

I. V. Tsevuikh, N. A. Matskevich

#### **Multipurpose laboratory stand for studying 8 and 32-bit microcontrollers**

*The paper presents the results of the final qualification work on the development of a laboratory stand for testing the capabilities of 8-bit and 32-bit microcontrollers by Atmel (AVR core) and STMicroelectronics (ARM Cortex M3 core). The stand is designed to carry out laboratory and practical work for students of higher and secondary specialized educational institutions in order to gain experience and skills in the development of hardware and software based on these microcontrollers.*

*Keywords: microcontroller, laboratory stand, liquid crystal display, hardware and software.*