

УДК 371.315.7 (575.2) (04)

## **УЧЕБНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ КОМПЬЮТЕРОВ И СИСТЕМ**

*А.Я. Пономарев* – зав. лаб.  
*Д.И. Трубчанинов* – инженер

---

Laboratory systems, including hardware and software, for the educational course “Architecture of computers and systems” are described. The systems have been developed at the faculty IKT KRSU on the basis of serial educational microelectronic complexes SMC and microcontroller PIC.

### **Введение**

Развитие полупроводниковой технологии и создание микропроцессорных БИС привели к повышению функциональных возможностей вычислительных систем, что позволило использовать микроЭВМ не только для вычислительных задач, но и для управления различными объектами на основе микроконтроллеров [1].

Наиболее подходящим средством для создания микроконтроллеров являются однокристалльные микроЭВМ. По архитектуре и структурной организации они представляют собой отдельный класс микросистем. Полный набор их средств расположен на одном кристалле, на котором, кроме центрального процессора, находятся память, подсистема ввода-вывода, средства поддержки режима реального времени.

Микропроцессоры являются подходящей базой и для создания обучающих систем. В данной работе описаны учебные лабораторные комплексы, созданные на базе:

- серийных учебных микроэлектронных комплексов УМК;
- микроконтроллера серии PIC.

Лабораторные стенды созданы на кафедре информационных и вычислительных технологий КРСУ и используются для изучения студентами дисциплин “Архитектура компьютеров и систем” и “Организация и функционирование ЭВМ”.

### **1. Лабораторные стенды на базе учебных микроэлектронных комплексов**

Лабораторные стенды на базе учебных микроэлектронных комплексов (УМК) предназначены для изучения архитектуры процессора I8080A, основных способов адресации данных и получения навыков программирования 8-разрядных процессоров, а также исследования процессов выполнения программ в реальном режиме времени.

#### **1.1. Основные характеристики УМК**

Учебный микроэлектронный комплекс (рис.1) создан на базе микропроцессора KP580, являющегося аналогом I8080A.

Микропроцессор I8080A – один из первых функционально законченных однокристалльных параллельных микропроцессоров фирмы Intel [2]. Он предназначался для создания широкого класса средств вычислительной техники и обработки информации.

В процессе разработок процессор дополнялся комплектами БИС:

- ◇ 8051 – универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик для последовательных устройств ввода/вывода;
- ◇ 8053 – программируемый таймер;
- ◇ 8055 – программируемый параллельный интерфейс;
- ◇ 8057 – программируемый контроллер прямого доступа к памяти;



◇ 8059 – программируемый контроллер прерываний.

### 1.2. Лабораторный комплекс "Программно-аппаратные средства отладки" на базе УМК

Лабораторный комплекс на базе УМК включает 6 стендов, каждый из которых соединен с персональным компьютером по интерфейсу RS232. Стенды дополнены макетными платами ТЭЗМ1, на которых возможно размещение специальных схем для контроля параметров и управления различными технологическими устройствами.

Каждый стенд имеет пульт управления (рис. 2), который позволяет осуществлять операции ввода и вывода в УМК. Пульт состоит из регистра и индикации выводимого из УМК байта и буферного элемента ввода данных, устанавливаемых при помощи тумблеров. Адрес порта ввода – ЕС, регистры вывода – Е8.

Программное обеспечение комплекса представляет собой интерактивную (диалоговую) систему, позволяющую проводить отладку программ в ОЗУ УМК [3] с использованием ПК, и обеспечивает выполнение следующих процессов:

- ◇ запись и чтение байта по адресу ОЗУ УМК;
- ◇ заполнение области ОЗУ образцом данных, перемещение и исправление области ОЗУ;

◇ загрузку файла с диска в ОЗУ УМК и сохранение области ОЗУ на диске;

◇ запуск программы на выполнение и др.

Программное обеспечение дополнено комплексом программ на языке ассемблер (ASM-80 и TASM):

- ◇ "Stroka.asm" – вывод цветной строки с заданными координатами в любой точке экрана монитора;
- ◇ "Proba.asm" – ввод массива цифр и преобразование этого массива во внутреннее число и обратно, вывод результата на экран монитора;
- ◇ "Grf1.asm" – графический вывод цветного рисунка на экран монитора.

### 1.3. Возможности комплекса

Курс лабораторных работ на базе лабораторного комплекса "Программно-аппаратные средства отладки" позволяет изучить:

- ◇ структуру и систему команд микропроцессора 580ВМ80;
- ◇ структуру, режимы и способы управления программируемого устройства ввода / вывода 580ВВ55, трехканального программируемого таймера 580ВВ53, универсального синхронного приемопередатчика 580ВВ51, внешних устройств ввода / вывода;
- ◇ методы разработки и отладки программ для микропроцессора 580ВМ80.

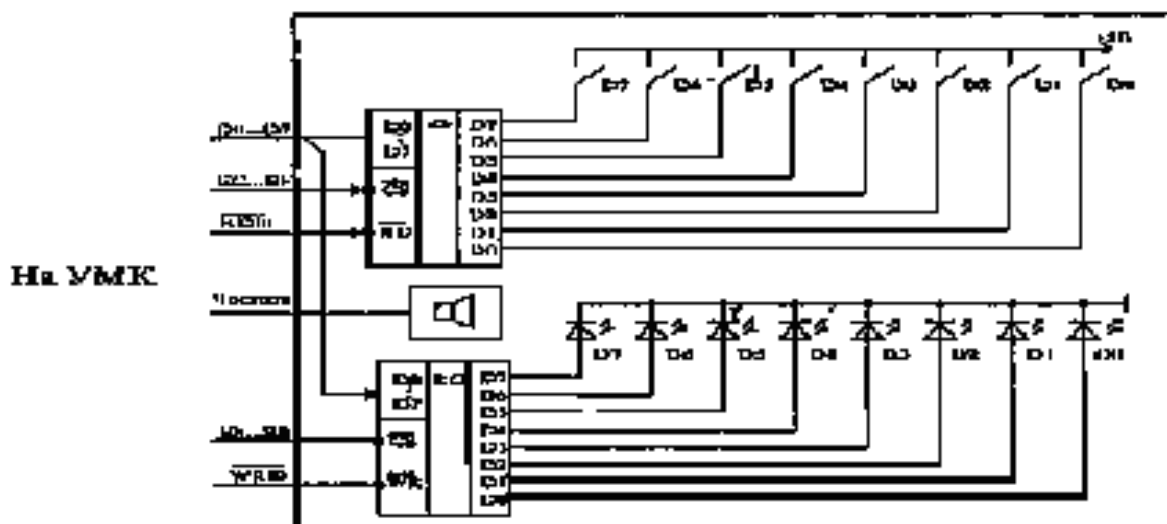


Рис. 2. Схема пульта управления УМК.

## 2. Лабораторные стенды на базе микроконтроллера PIC

Лабораторные стенды на базе микроконтроллера PIC предназначены для изучения структуры контроллера PIC серии 16F87х и системы команд программирования на основе интегрированной среды отладки MPLAB.

### 2.1. Основные характеристики микроконтроллера PIC

Микроконтроллеры серии PIC разрабатываются компанией Microchip Technology Inc. [4], которая специализируется на выпуске электронных компонентов для построения систем контроля и управления:

◇ 8-разрядных универсальных контроллеров (PICmicro™MCU);

- ◇ специализированных микросхем энергонезависимой памяти;
- ◇ устройств ограничения доступа (Keellog);
- ◇ программного обеспечения и инструментальных средств проектирования.

8-разрядные микроконтроллеры PICmicro (рис. 3) являются одной из распространенных архитектур, в которых используется EPROM технология для организации памяти. Основные преимущества микроконтроллеров PICmicro:

- ◇ возможность изменения кода программы на этапе выпуска изделий;
- ◇ низкая стоимость изменения программы;
- ◇ возможность сохранения калибровочной информации без дополнительных аппаратных решений;
- ◇ малый риск разработок.

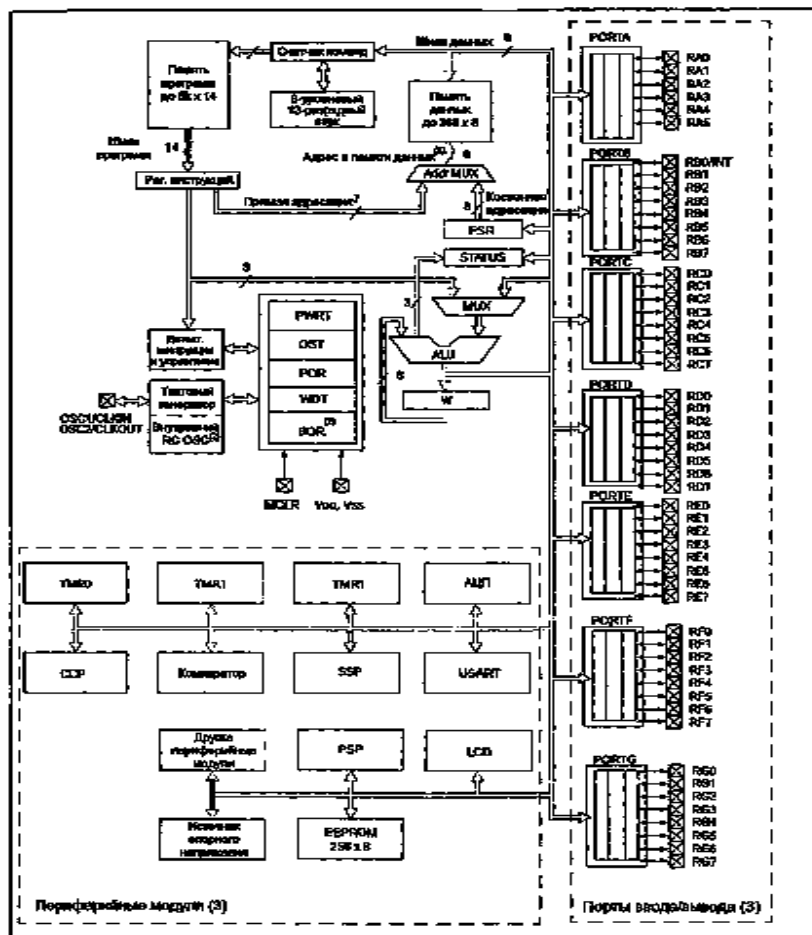


Рис. 3. Общая структурная схема микроконтроллера PICmicro.

Высокая эффективность микроконтроллеров PIC16C18 достигается за счет архитектуры ядра, обычно применяемой в RISC микропроцессорах. Основные особенности их архитектуры:

- ◇ гарвардская архитектура;
- ◇ длинное слово команды;
- ◇ команда состоит из единственного слова;
- ◇ конвейерная обработка команд;
- ◇ команды выполняются за один машинный цикл и др.

## 2.2. Лабораторный комплекс на базе микроконтроллера PIC

Лабораторный комплекс на базе микроконтроллеров PIC включает 6 стендов, включающих модуль MPLAB-ICD, демонстрационную плату и программное обеспечение.

Модуль MPLAB-ICD содержит логику, необходимую для программирования, отладки и управления. Модуль подключается к последовательному порту персонального компьютера. Он содержит PIC контроллер PIC16F876 с подшивкой, обеспечивающей связь между ПК и микроконтроллером, находящимся на демонстрационной плате, и его внутрисхемное программирование по протоколу ISP. Процесс осуществляется под управлением интегрированной среды разработки MPLAB.

Модуль MPLAB-ICD обеспечивает:

- ◇ пошаговое выполнение кода в реальном масштабе времени;
- ◇ работу с точками останова;
- ◇ внутрисхемную отладку;
- ◇ встроенное программирование;
- ◇ отладку по исходному коду и символическим именам.

Демонстрационная плата имеет:

- ◇ 4 переключателя для имитации входных сигналов микроконтроллера;
- ◇ 8 светодиодов для индикации состояния порта;
- ◇ потенциометр для создания напряжения на входе аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера;
- ◇ звуковой динамик для исследования свойств таймера;
- ◇ интерфейс RS-232, позволяющий изучить протокол обмена. К нему могут быть подключены клавиатура, мышь или другие устройства.

Программное обеспечение включает:

- ◇ управляющую программу внутрисхемного эмулятора;
- ◇ программу подготовки эмулятора MPLAB для работы с внутрисхемным эмулятором MPLAB-ICD;
- ◇ обучающую программу по работе с эмулятором MPLAB-ICD в среде отладки MPLAB.

## Литература

1. *Абрайтис Б.Б., Аверьянов Н.Н., Белоус А.Н. и др.* Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных схем. – М.: Радио и связь, 1988.
2. *Гук М.* Аппаратные средства ИВ МРС: Энциклопедия. – СПб.: Интер, 2000.
3. *Скот-Мюллер.* Модернизация и ремонт персональных компьютеров: Энциклопедия. – Киев-Москва-Санкт-Петербург, 2000.
4. Интернет-сайт "Микро-Чип". – М.: [www.microchip.ru](http://www.microchip.ru).