**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ ATMEL AVR**

**К. Ю. Адамович, А. Н. Савин**

*Саратовский государственный университет*

*им. Н. Г. Чернышевского, Саратов, Россия*

В настоящее время преподавание ряда технических дисциплин, в частности «Программирование микропроцессорных систем» и «Интерфейсы периферийных устройств», на факультете КНиИТ Саратовского государственного университета осложнено отсутствием необходимой технической базы. Вместе с этим подготовка квалифицированных специалистов невозможна без соответствующих лабораторных комплексов и установок.

Для решения этой задачи были разработан стенд, предназначенный для изучения и программирования микропроцессорных систем на микроконтроллерах Atmel AVR семейства Mega (рис. 1).

Микроконтроллеры AVR фирмы Atmel семейства Mega являются 8-и разрядными RISC-микроконтроллерами, предназначенными для создания встраиваемых устройств[1]. Микроконтроллеры этой серии представляют собой мощный инструмент, прекрасную основу для создания современных высокопроизводительных и экономичных встраиваемых контроллеров многоцелевого назначения.

Рассмотрим подробнее структуру и возможности стенда.

Связь с другими микропроцессорными устройствами осуществляется посредством последовательного синхронного интерфейса SPI. Данный интерфейс позволяет осуществлять отображение цифро-аналоговой информации на семисегментный индикатор или текстовой и графической информации на жидкокристаллический экран.

Взаимодействие с персональным компьютером может осуществляться с помощью интерфейсов RS232 или USB.

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) реализован на основе таймера-счётчика микроконтроллера, работающего в режиме широтно-импульсной модуляции (ШИМ), RC-фильтра и буферного усилителя мощности. С помощью ЦАП может осуществляться управление аналоговыми устройствами [2].

Измерение температуры осуществляется с помощью датчика, подключенного через преобразователь температура-напряжение к 10-и разрядному аналого-цифровому преобразователю (АЦП) последовательного приближения микроконтроллера. Датчик температуры позволяет измерять температуру в диапазоне от 0 до 100 °С.

Регистрация звуковых сигналов, механической вибрации может осуществляться на стенде путём использования микрофона с формирующим усилителем и встроенного в ATmega8535 АЦП.

**ATmega8535**

АЦП

Датчик температуры

ЦАП

Вентилятор с управляемой напряжением частотой вращения

RS232, USB

SPI

Семисегментный индикатор

ПЭВМ

Виброакустический датчик

Модуль силовых ключей

DIO

Датчик освещенности

Графический жидкокристаллический индикатор

Лампа накаливания

Рис 1.Структурная схема стенда на основе микроконтроллера ATmega8535.

Измерение освещенности осуществляется с помощью фотодиода, подключенного через усилитель фототока к АЦП встроенный в ATmega8535.

Наличие в стенде модуля силовых ключей позволяет подключать и управлять нагрузками, требующими большой мощности, такими как лампы накаливания, обмотка вентильных и шаговых двигателей.

Таким образом, данный стенд может быть использован для макетирования и программирования различных систем контроля и управления. Стенд позволяет реализовать измерение и контроль уровней таких параметров, как температура, вибрация, уровень освещённости и отображение информации в текстовом и графическом видах, ввод управляющей информации с клавиатуры или дистанционно.

Для использования стенда в учебном процессе были разработаны соответствующие методические материалы. Они предназначены для практического закрепления у студентов навыков создания программ на языке С для микроконтроллеров семейства AVR, изучения работы и программирования различных компьютерных интерфейсов, а так же изучения микроконтроллерных систем управления.

Задания разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины «Интерфейсы периферийных устройств», составленной на основе Федерального государственного образовательного стандарта третьего поколения [3] и преподаваемой студентам специальности «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети».

Структура разработанных заданий приведена на рис. 2.

Изучение системы команд микроконтроллеров AVR. Изучение среды разработки программ AVR Studio компании Atmel.

Изучение принципов цифрового ввода/вывода. Написание программы, реализующей изменение состояния светодиода при нажатии на кнопку, подключенных к цифровым выходам/входам микроконтроллера AVR.

Изучение принципов функционирования счетчиков/таймеров. Написание программы, осуществляющей изменение состояния светодиода через заданное время по прерыванию, возникающему при переполнении таймера.

Изучение организации и обмена информации в микроконтроллерных системах посредством последовательных интерфейсов. Изучение последовательного интерфейса SPI. Создание программы, реализующей вывод информации через интерфейс SPI на семисегментный индикатор.

Изучение процесса приема/передачи информации по последовательному каналу между микроконтроллером и ПЭВМ. Изучение принципов работы последовательных интерфейсов RS232 и USB. Разработка программы, реализующей обмен информации между микроконтроллером AVR и IBM PC через последовательный интерфейс RS232 с использованием стандартной программы «Терминал»

Изучение принципов работы АЦП последовательного приближения. Разработка программы, осуществляющей измерение температуры с помощью датчика, подключенного к АЦП последовательного приближения микроконтроллера. Вывод температуры должен осуществляться на семисегментные индикаторы, подключенные через интерфейс SPI.

Изучение микроконтроллерных систем управления. Изучение ПИД-алгоритмов, применяемых в системах управления. Разработка программы, реализующей поддержание температуры в заданном диапазоне в закрытом объеме, путем изменения скорости вращения вентилятора. Пределы измерения температуры задаются с помощью ПЭВМ, подключенной через последовательный интерфейс USB. Зависимость температуры от времени отображается в виде графика на ПЭВМ.

Изучение принципов работы ЦАП. Изучение способов формирование аналоговой информации, используя таймер в режиме ШИМ. Написание программы, осуществляющей управление скоростью вращения вентилятора с помощью последовательного ЦАП с ШИМ, реализованного на таймере микроконтроллера AVR

Рис. 2. Структура заданий для изучения программирования интерфейсов и микроконтроллерных систем управления.

Упражнения построены таким образом, чтобы при выполнении новых заданий использовать результаты предыдущих, а также примеры и шаблоны из методических указаний.

Такой подход обеспечивает эффективное изучение студентами архитектуры микроконтроллеров Atmel AVR и принципов их программирования.

Разработана также унифицированная форма отчета, в соответствии с требованиями стандарта ВУЗа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *А.В. Евстифеев*. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL, 5-е изд., – М.: Издательский дом «Додэка\_XXI», 2008. – 560 с.
2. *М. С. Голубцов*. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному.–М.:СОЛОН-Пресс, 2003.–288 с.
3. Федеральный портал Российское образование.   
   URL: <http://www.edu.ru/db/portal/spe/fgos/pr_fgos_2009_pv_121b.pdf> (дата обращения: 02.06.2012)