

из формулы (3), ассоциативным связям следует уделять особое внимание в процессе обучения.

Электронные учебники в значительной степени улучшают внедрение элементов ассоциативности, поскольку кроме наличия хорошего содержания обладают средствами контроля процесса обучения и уровня полученных знаний, а также средствами мультимедиа. Идея мультимедиа заключается в использовании различных способов подачи информации, включение в программное обеспечение видео- и звукового сопровождения текстов, высококачественной графики и анимации позволяет сделать программный продукт информационно насыщенным и удобным для восприятия, стать мощным дидактическим инструментом, благодаря своей способности одновременного воздействия на различные каналы восприятия информации.

Каждый электронный учебник из комплекса «Схемотехника электронных систем» [6] по направлению «Электронные устройства и системы», с одной стороны, в значительной степени является автономным, а с другой стороны – отвечает некоторым стандартам по своей внутренней структуре и форматам содержащихся в нем информационных данных, что обеспечивает возможность легкого и быстрого набора необходимых учебников в комплект, связанных в единую обучающую систему, ориентированную на дисциплины: аналоговая схемотехника и импульсные устройства, цифровая схемотехника, микропроцессорная техника.

Методически электронные учебники построены таким образом, что отвечают программам ведущих вузов стран Европы и требованиям кредитно-модульной системы организации учебного процесса, которой положено начало в Украине наподобие системы ECTS, принятой в Болонском процессе.

Проблема повышения качества подготовки бакалавров в высших учебных заведениях решается за счет компьютеризации их подготовки. Создание электронных учебников по направлению подготовки «Электронные устройства и системы» позволило частично решить эту проблему и определило направление дальнейших исследований.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Маклаков С. В.* Моделирование бизнес-процессов с AllFusion Process Modeler (BPwin 4.1). – М.: Диалог-МИФИ, 2004. – 236 с.
2. *Аванесов В.С.* Научные основы тестового контроля знаний. – М.: Исследовательский центр, 1994. – 135 с.
3. *Маштаков В.В.* Задача составления учебного плана по специальности. Формальная постановка и методы решения. Материалы Международной школы-семинара "Новые информационные технологии". Крым, 18-24 мая 2006 г.
4. *Хлебников В.А.* Как надежно измерять учебные достижения // Педагогическая диагностика. – М.: 2003. – № 1. – С. 41-46.
5. *Рябенский В.М., Солобуто Л.В.* Использование методов экспертного оценивания и нечеткого моделирования при проверке знаний // Науково-прикладний журнал НАН України "Технічна електродинаміка". Тематичний випуск. Ч. 2. Київ – 2006. С. 126-130.
6. Схемотехніка електронних систем: Підручник в 3-х книгах / Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я., Зорі А.А., Є.І. Сокол, Співак В.М., Терещенко Т.О. – К.: Вища школа, 2004. – 536 с.

УДК 681.326.3(07)

**М.И. Ледовской**

### УЧЕБНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ

В настоящее время вопросы проектирования и разработки информационных систем находят широкое отражение в учебной литературе [1,2,3]. Однако, практические вопросы создания информационных систем, за редким исключением, не находят должного внимания. Указанный недостаток можно нивелировать путем внедрения в учебный процесс действующих информационных систем и исчерпывающего методического обеспечения по их созданию.

Ниже предлагается учебная информационная система для управления тепловыми процессами. Система разработана с использованием оборудования, приобретенного кафедрой микропроцессорных систем в рамках выполнения инновационной образовательной программы. Целью разработки является внедрение в учебный процесс новой образовательной технологии, которая позволяет обучать студентов по принципу: «модернизируй заданный компонент системы и демонстрируй полученный результат на работающей системе».

Система имеет открытую архитектуру, что обеспечивается использованием стенда отладки AVR-контроллеров STK-500 (рис.1).

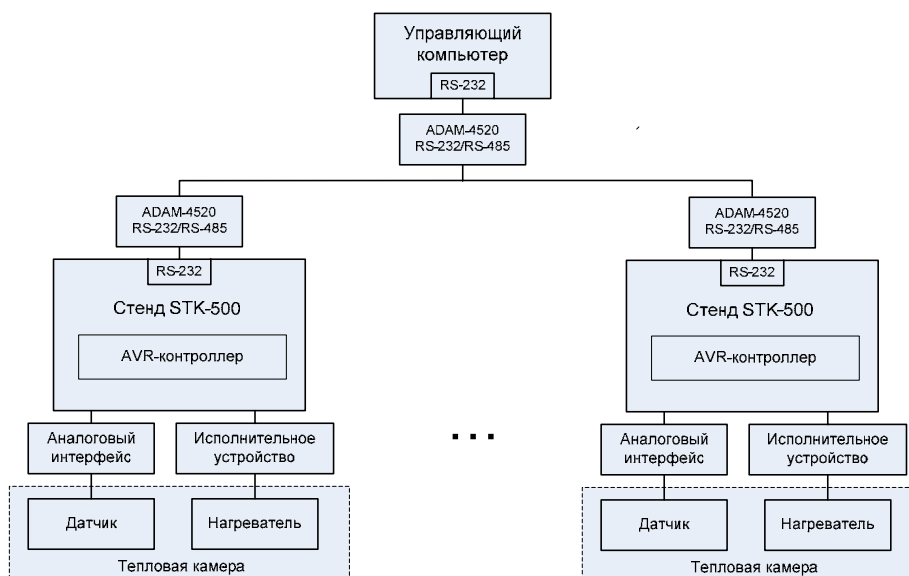


Рис.1. Структура учебной информационной системы

Для модернизации и замены могут предлагаться следующие компоненты системы:

- функциональное программное обеспечение компьютера, включая программу управления тепловыми процессами (рис.2) и приложение базы данных реального времени (рис.3);
- функциональное программное обеспечение AVR-контроллеров, включая программную реализацию законов регулирования температуры и сетевого обмена данными с управляющим компьютером;
- алгоритмы обработки данных и управления тепловыми процессами для AVR-контроллеров;

- аналоговый интерфейс, исполнительное устройство, датчик температуры, нагреватель;
- AVR-контроллер.

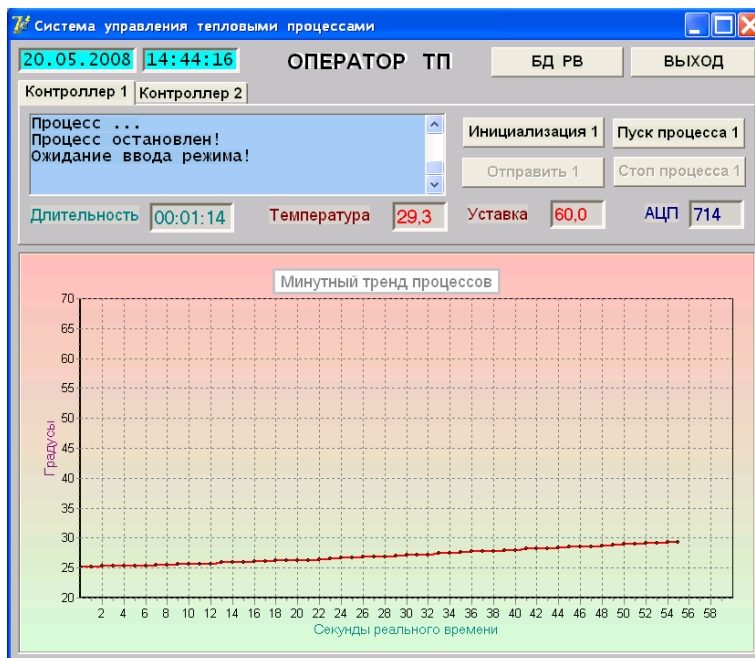


Рис.2. Окно программы управления тепловыми процессами

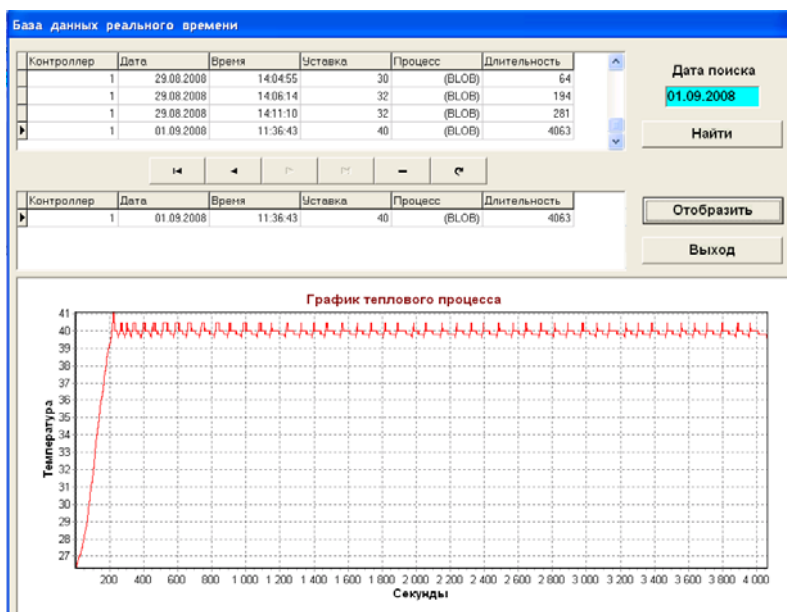


Рис.3. Окно приложения базы данных реального времени

Создание данной системы требует обширных практических знаний в области информационных и микроконтроллерных технологий. Поэтому начальный вариант системы и методическое обеспечение по ее созданию разрабатываются преподавателем. Главной задачей, стоящей перед преподавателем, является создание действующего варианта информационной системы. Ниже рассматриваются два практических вопроса по созданию учебной информационной системы.

В предлагаемом варианте информационной системы в качестве нагревателя используется лампа накаливания 220В, 50Гц, которая включается/выключается с помощью твердотельного реле COSMO серии AC3. Рассмотрим задачу подключения реле к микроконтроллеру AVR ATmega16, который управляет работой реле программно через параллельный порт по релейному закону.

Используемое реле COSMO имеет характеристики, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики реле COSMO

Артикул	KSD203AC3
Входное напряжение, В	5
Выходной среднеквадратический ток, А	3
Выходное пилообразное напряжение, В	600
Напряжение пробоя, В	4000
Входной ток, мА	25 (max)
Выходной ток, мА	50 (min)
Выходной ток утечки, мА	7 (max)
Выходное напряжение, В	~280 (max)
Время включения, мс	8.3 (max)
Время выключения, мс	8.3 (max)

Выход параллельного порта микроконтроллера AVR способен «поглощать» выходной ток силой до 20 мА. Судя по значению входного тока, приведенного в табл.1, реле можно подключить непосредственно к выводу параллельного порта (через токоограничительный резистор).

Для подключения реле к микроконтроллеру используются следующие контакты (штырьки) стенда STK500: VTG – питание, GND – земля, PD6 – вывод параллельного порта D, на котором формируется сигнал управления (рис.4).

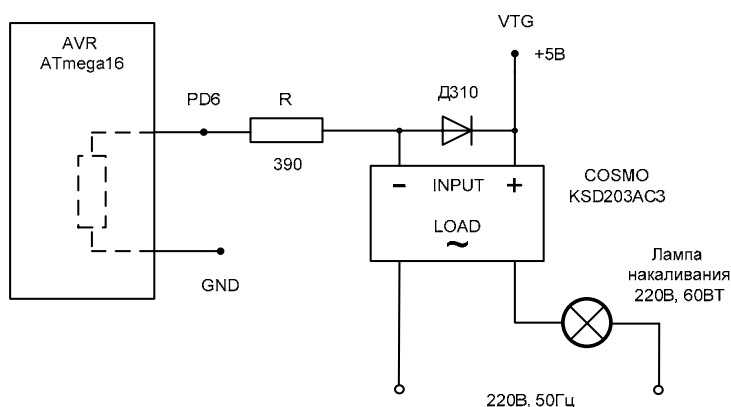


Рис.4. Схема подключения реле к микроконтроллеру

Если вывод PD6 порта D установить в состояние лог. 1, то выходной ток будет близким к нулю, так как внутренний МОП-транзистор микроконтроллера закрывается (сопротивление транзистора велико). Поэтому лог. 1 выключает реле. Если вывод PD6 установить в состоянии логического 0, то МОП-транзистор будет находиться в режиме насыщения (сопротивление транзистора мало). Поэтому выходной ток ограничивается только резистором и составляет примерно 13 мА, что достаточно для включения реле. Следовательно, лог. 0 включает реле. Диод, включенный в обратном направлении, не влияет на логику работы схемы. Он защищает внутренний диод реле, включенный в прямом направлении, от приложения высокого напряжения обратной полярности. Приведенная логика работы схемы используется для программного управления реле через параллельный порт микроконтроллера.

Рассмотрим вторую практическую задачу – подключение термодатчика к микроконтроллеру AVR ATmega16, который содержит 10-битовый АЦП, входом которого может служить один из восьми выводов параллельного порта А. В качестве термодатчика в предлагаемом варианте информационной системы используется терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (термистор). При температуре 25°C терморезистор обладает номинальным сопротивлением 2,4 кОм. Для других значений температуры сопротивление терморезистора определяется по формуле  $2,4 \cdot k_t$  кОм, где  $k_t$  – температурный коэффициент. Зависимость этого коэффициента от температуры является нелинейной, ее отражает второй столбец табл.2, где приведены табличные значения  $kt[i]$  для соответствующих табличных значений температуры  $t[i]$ .

Таблица 2

Температура[°C] $t[i]$	Температурный коэффициент $k_t[i]$	Входное напряжение АЦП [В] $U_{IN}[i]$	Показание АЦП ADC[i]
-10	4,46	1,5256	312
0	2,81	2,0535	421
10	1,82	2,5915	531
20	1,21	3,0905	633
25	1	3,3099	678
30	0,8276	3,5147	720
40	0,6406	3,7676	772
50	0,5758	3,8639	791
60	0,4086	4,1369	847
70	0,2954	4,3446	890
80	0,2172	4,5008	922
90	0,1622	4,6175	946
100	0,1229	4,7047	964
110	0,09446	4,7699	977

Для встроенного АЦП микроконтроллера AVR ATmega16 необходимо иметь входное напряжение  $U_{IN}$  в интервале от 0 до 5В. Наиболее простым решением этой задачи является схема элементарного делителя опорного напряжения  $U_{REF}$ , где верхним плечом является терморезистор  $R_t$ , а нижним – сопротивление  $R_1$  номиналом 4,7 кОм (рис.5).

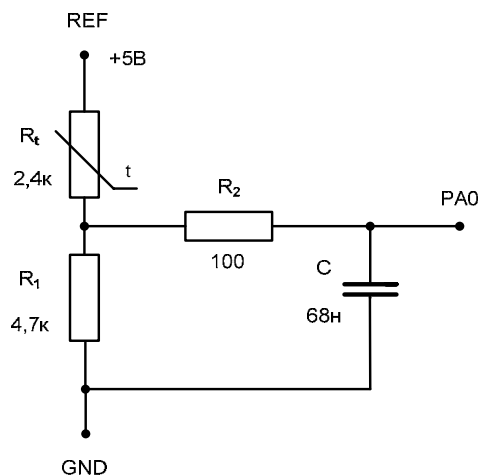


Рис.5. Схема аналогового интерфейса

Для подключения реле к микроконтроллеру используются следующие контакты (штырьки) стенда STK500: REF – опорное напряжение, GND – земля, PA0 – вывод параллельного порта А, используемый в качестве входа АЦП.

Напряжение  $U_{IN}$ , снимаемое с делителя, подается на вход АЦП через RC-фильтр низкой частоты, представленный резистором  $R_2$  и конденсатором  $C$ . Фильтр обладает полосой пропускания 23,4 кГц. Учитывая, что АЦП имеет высокоомный вход, влиянием входного тока через резистор  $R_2$  можно пренебречь. Тогда, напряжение  $U_{IN}$  можно определить по формуле

$$U_{IN} = \frac{U_{REF} \cdot R_1}{2,4 \cdot k_t + R_1}. \quad (1)$$

Из приведенной формулы видно, что напряжение  $U_{IN}$  зависит от температурного коэффициента  $k_t$ . Эту зависимость отражает третий столбец табл.2, где приведены табличные значения  $U_{IN}[i]$  для соответствующих табличных значений коэффициента  $k_t[i]$ .

Результат аналого-цифрового преобразования, формируется в АЦП по формуле

$$ADC = \frac{U_{IN} \cdot 1024}{U_{REF}}. \quad (2)$$

Данная формула позволяет получить табличные значения показаний АЦП  $ADC[i]$ , соответствующие табличным значениям  $U_{IN}[i]$ . Эти значения приведены в четвертом столбце таблицы.

В конечном итоге табл.2 отражает зависимость табличных значений АЦП  $ADC[i]$  от табличных значений температуры  $t[i]$ . Полученная таблица позволяет вычислять температуру для произвольных промежуточных значений ADC, полученных после проверки на достоверность и усреднения показаний АЦП. Для вычисления температуры можно использовать алгоритм линейной интерполяции, который основан на использовании табличных значений  $ADC[i]$  и  $t[i]$  (рис.6). Приведенный алгоритм реализуется программно в микроконтроллере.

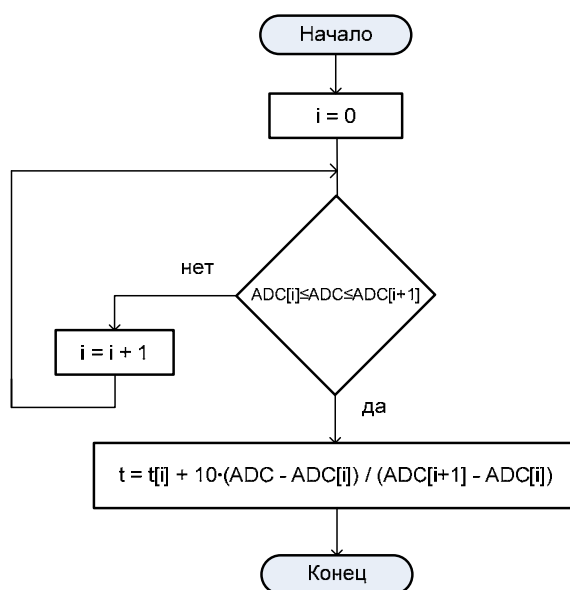


Рис.6. Алгоритм вычисления температуры по показаниям АЦП

Приведенные технические решения являются основой для постановки более сложных учебных задач. В частности, вместо релейного закона регулирования можно использовать ПИД-закон [4], а управляющий сигнал микроконтроллера формировать на ШИМ-выводе [5]. Тогда в качестве исполнительного устройства вместо твердотельного реле потребуется использовать регулятор мощности.

Кроме того, терморезистор можно подключить через более сложный аналоговый интерфейс, построенный на основе операционных усилителей [6]. Такое решение обеспечивает более высокую точность измерения температуры.

Эти и другие учебные задачи могут быть решены и опробованы студентами в составе действующей информационной системы, благодаря ее открытости.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Избачков Ю.С., Петров В.Н. Информационные системы: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2005, 656 с.
2. Грекул В.И., Денищенко Г.Н., Коровкина Н.Л. Проектирование информационных систем. Курс лекций: Учебное пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных технологий, 2005. – 304 с.
3. Пьявченко О.Н. Проектирование блочных структур локальных информационных микрокомпьютерных систем: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 106 с.
4. Ледовской М.И. Реализация ПИД-закона регулирования в микроконтроллерах AVR: Методическое пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 24 с.
5. Ледовской М.И. Цифроаналоговое преобразование на основе ШИМ микроконтроллеров AVR: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 20 с.
6. Стюарт Б.Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. – М.: Додэка XXI, 2007. – 360 с.