

# ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ОБРАЗОВАНИЯ

Томский политехнический университет

---

УТВЕРЖДАЮ

Декан электрофизического факультета

\_\_\_\_\_ Г.С. Евтушенко  
(подпись)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.

## **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ**

методические указания по выполнению курсовой работы для студентов  
специальности

200100 «Информационно-измерительная техника и технологии»

Томск 2007

УДК 681.58

Вычислительные средства в информационно-измерительной технике:  
Методические указания по выполнению курсовой для студентов спец. 190900  
«Информационно-измерительная техника и технологии» / Сост. В.В.Ширяев  
– Томск, Изд. ТПУ, 2007. –16с.

Методические указания для студентов, рассмотрены и рекомендованы  
к изданию методическим семинаром кафедры информационно-  
измерительной техники (ИИТ) «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007года.

Зав кафедрой ИИТ, профессор, д.т.н. \_\_\_\_\_ А.Е.Гольдштейн

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Темы курсовой работы содержат вопросы, ответы на которые позволят студентам работать самостоятельно и исключить параллельные ответы на одинаковые вопросы. Выполнение заданий предусматривает получение студентам знаний как из лекционного материала, так и из литературных источников, изучаемых студентами самостоятельно.

Цель методических указаний заключается в формировании у будущих инженеров знаний основных теоретических положений и практических навыков для решения вопросов, связанных разработкой и эксплуатацией измерительной техники, использующей вычислительные средства и устройства.

Цель курсовой работы, охватывающего основные разделы дисциплины, состоит в формировании у студентов практических навыков по разработке алгоритмов и программированию микроконтроллеров в измерительном устройстве с использованием многократных измерений, методов линеаризации т. д. Курсовая работа выполняется на листах формата А 4 (допускается выполнять графическую часть на листах формата А3) в течение соответствующего семестра и сшивается в альбом.

Для объекта разработки, который выбирается по усмотрению преподавателя или самостоятельно студентом (см. пп. 5.2) необходимо выполнить следующие задания:

- Дать техническую характеристику устройства с описанием принципа его действия с учетом информации о заданном источнике измерительной информации (датчика).
- Разработать структурно-функциональную схему объекта с модулями ввода и вывода информации.
- Разработать архитектуру и программную модель устройства. Выбрать и обосновать выбор типа АЦП. Выбрать и обосновать выбор типа микроконтроллера.
- Разработать алгоритмы измерения, самотестирования, самокалибровки и работы измерительного устройства.
- Разработать программы и программные модули на языке Ассемблер для выбранного микроконтроллера.
- Дать выводы по выполненной работе.

Пояснительная записка должна содержать:

- титульный лист с указанием фамилии, имени и отчества студента, номера группы, названия задания (согласно номеру варианта);
- структурные и принципиальные схемы устройства, подробное описание его работы;
- алгоритмы;
- тексты программы и программных модулей с комментариями, таблицей идентификаторов и инструкцией по работе;
- выводы.

Номер варианта принимается по последней цифре шифра (если 0, то принимается 10).

## ЗАДАНИЯ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Все устройства должны иметь связь с внешним компьютером. Тип интерфейса выбирает и обосновывает его выбор студент. Применяемые интерфейсы: Стык-2, RS-232, RS-485, USB.

Если диапазон рабочих температур не указан, то микропроцессорный блок и блок индикации находятся в лабораторных условиях.

Схемы датчиков и преобразователей не разрабатывать, а брать серийные (по справочным данным) со стандартным выходом, считать, что на соответствующие входы проектируемого устройства поступают сигналы в виде напряжения или тока в необходимом диапазоне значений.

Параметры *погрешность* и *быстродействие* влияют на выбор АЦП и МК, а также на алгоритм работы программы.

### 1.1. Разработать измеритель температуры

#### Исходные данные

Вариант	Диапазон измерения	Погрешность измерения	Быстродействие	Тип датчика (Конкретный тип датчика следует выбрать из справочника)
1	0 ... 100 °С	+/- 0,1 °С	1 сек	Хромель-копелевая термопара
2	-50 ... + 80 °С	+/- 0,5 °С	0,5 сек	Терморезистор
3	300 ... 1300 °С	+/- 2 °С	30 сек	Платиновая термопара
4	-60 ... + 120 °С	+/- 0,2 °С	1 сек	Германиевый диод
5	30 ... + 45 °С	+/- 0,02 °С	1 сек	Терморезистор

Индикация температуры – ЖКИ

### 1.2. Разработать измеритель давления

#### Исходные данные

Вариант	Диапазон измерения	Погрешность измерения	Быстродействие	Тип датчика (Конкретный тип датчика следует выбрать из справочника)
6	0 ... 100 МПа	+/- 1 %	0,1 сек	Тензодатчик
7	1 ... 10 МПа	+/- 0,5 %	0,1 сек	Пьезоэлемент
8	10 ... 20 МПа	+/- 2%	0,5 сек	Манометр
9	10 ... 1000 МПа	+/- 1%	0,1 сек	Полупроводниковый
10	100 ... 1000 МПа	+/- 1,5%	0,05 сек	Тензодатчик

Индикация давления – ЖКИ

### 1.3. Разработать измеритель параметров напряжения переменного тока

#### Исходные данные

Вариант	Диапазон измерения	Погрешность измерения	Быстродействие
1	А) Напряжение: 0 ... 100 В Б) Частота: 20 Гц ... 40 кГц	+/- 0,01 В +/- 0,1%	1 сек
2	А) Напряжение: 0 ... 500 В Б) Частота: 20 Гц ... 100 Гц	+/- 0,1 В +/- 0,01%	10 сек
3	А) Напряжение: 0 ... 10,24 В Б) Частота: 10 Гц ... 500 кГц	+/- 0,001 В +/- 0,1%	0,5 сек
4	А) Напряжение: 0 ... 10,24 В Б) Частота: 0 Гц ... 1 Гц	+/- 0,01 В +/- 0,01%	10 сек
5	А) Напряжение: 0 ... 5,12 В Б) Частота: 10 Гц ... 500 кГц	+/- 0,001 В +/- 0,1%	0,1 сек

Тип датчика выбирает студент.  
Индикация температуры – ЖКИ

### Разработать измеритель коэффициента нелинейных искажений переменного тока

#### Исходные данные

Вариант	Диапазон измерения	Погрешность измерения	Быстродействие
6	Коэффициент нелинейных искажений сети 50,0 +/- 1,0 Гц	+/- 0,01%	5 сек
7	Коэффициент нелинейных искажений для диапазона частот 20 Гц ... 40 кГц	+/- 0,01%	0,1 сек
8	Коэффициент нелинейных искажений для диапазона частот: 10 Гц ... 500 кГц	+/- 0,05%	0,5 сек
9	Коэффициент нелинейных искажений для диапазона частот: 1 Гц ... 500 Гц	+/- 0,01%	10 сек
10	Коэффициент нелинейных искажений для диапазона частот: 45 Гц ... 55 Гц	+/- 0,01%	10 сек

Индикация температуры – светодиодные матрицы.

### Разработать прибор для измерения теплового потока

Исходные данные:

Быстродействие 10 ... 15 мин.

Конкретный тип датчика следует выбрать из справочника для данного температурного диапазона.

Вариант	Диапазон измерения	Погрешность измерения	Температурный диапазон работы
1	10 мВт/м <sup>2</sup> ... 1000 мВт/м <sup>2</sup>	+/- 5%	-20 °С ... +50 °С
2	10 Вт/м <sup>2</sup> ... 100000 Вт/м <sup>2</sup>	+/- 4%	+600 °С ... +1800 °С
3	1 мВт/м <sup>2</sup> ... 1000 мВт/м <sup>2</sup>	+/- 2%	-200 °С ... +50 °С
4	100 мВт/м <sup>2</sup> ... 10000 мВт/м <sup>2</sup>	+/- 5%	-20 °С ... +500 °С
5	10 мВт/м <sup>2</sup> ... 5000 мВт/м <sup>2</sup>	+/- 3%	0 °С ... +100 °С

Индикация величины теплового потока – ЖКИ

### Разработать прибор для измерения электрической мощности

Исходные данные:

Вариант	Диапазон измерения	Погрешность измерения	Быстродействие
6	0 ... 10 кВт (для сети ~220 В)	+/- 1%	0,1 сек
7	0 ... 1 Вт (цепи постоянного тока, < 100В)	+/- 2%	0,1 сек
8	0 ... 20 Вт (цепи постоянного тока, < 36 В)	+/- 1%	0,05 сек
9	0 ... 100 Вт (для сети ~36В)	+/- 5%	0,1 сек
10	0 ... 1000 Вт (для цепи ~220 В)	+/- 0,2%	0,2 сек

Индикация мощности – светодиодные матрицы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. / В.В.Сташин, А.В.Урусов, О.Ф.Мологонцева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 224 с.
2. Мирский Г.Я. Микропроцессоры в измерительных приборах. - М: Радио и связь, 1984.
3. Современные микроконтроллеры: Архитектура, средства проектирования, примеры применения, ресурсы сети Интернет / Под ред. И. В. Коршуна. - М: Аким, 1999.- 272 с.
4. Мячев А.А., Никольский Л.А. Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем // Микропроцессорные средства и системы.– 1984.– N1.
5. Измерительные приборы со встроенными микропроцессорами / А.М. Мелик-Шахназаров, М.Г. Маркатун, В.А. Дмитриев.- М.: Энергоатомиздат, 1985. - 240с.
6. <http://www.gaw.ru/html.cgi/components/micros/mcs51/asm/>
7. <http://library.donntu.edu.ua/resurs/mikro/index.html>
8. <http://radioteh.newmail.ru/>
9. Григорьев В.Л. Программное обеспечение микропроцессорных систем. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
10. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы. – М.: Радио и связь, 1989.
11. Отечественные микросхемы и зарубежные аналоги. Справочник. Перельман Б.Л., Шевелев В.И. "НТЦ Микротех", 1998г., 376 с.

12.ПРИЛОЖЕНИЕ А  
Примеры выполнения курсовой работы





**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ОБРАЗОВАНИЯ**

Томский политехнический университет

Электрофизический факультет

Кафедра ИИТ

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**Измеритель температуры**

Выполнил:

студент гр. ХХХХ  
ИВАНОВ И.И.

Проверил:

Преподаватель  
ПЕТРОВ П.П.

ТОМСК 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

ПРОГРАММА РАБОТЫ МИКРОЭВМ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## ВВЕДЕНИЕ

Система на основе однокристалльной микроЭВМ предназначена для измерения температуры в помещении. Температура регистрируется датчиком и представляется на его выходе в аналоговой форме - максимальному значению температуры в 80 град.С соответствует 10,24 В, минимальному значению - 0 град.С - 0 В.

После каждого нажатия кнопки "START" на пульте управления система 4 раза последовательно опрашивает датчик, вычисляет среднее значение температуры с точностью 5 град.С и выдает это значение в десятичном коде на семисегментный индикатор.

## РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ

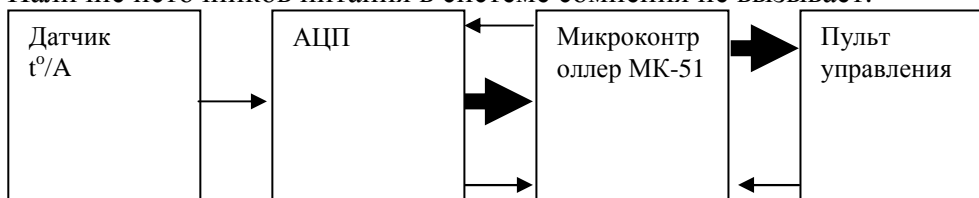
Из технического задания на проектирование системы известно, что источником входных данных является термодатчик. Точная схема его не определена, но основным и определяющим параметром датчика является наличие аналогового выхода, сигнал с которого должен поступать на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Заданная точность измерения температуры не предъявляет особых требований к аналого-цифровому преобразованию. Поэтому в качестве АЦП можно использовать схему К1113ПВ1. Пределы изменения входной величины: 0-10,24 В не требуют каких-либо дополнительных схем между АЦП и термодатчиком. Для схемы К1113ПВ1 необходима подача запускающего сигнала, источником которого может быть микроЭВМ. Верное значение выходных цифровых сигналов с АЦП может быть считано после формирования и анализа выходного сигнала готовности. Все эти выходные сигналы с АЦП должны быть переданы на входы микроЭВМ.

Основой системы является микроЭВМ К1816ВЕ751, которая для связи с внешним миром имеет четыре 8-разрядных порта. Часть из разрядов этих портов необходимо использовать для запуска АЦП (1 разряд), чтения состояния сигнала готовности (1 разряд) и оцифрованных данных с выхода АЦП (не более 10 разрядов). Контроль значения температуры в помещении выполняется при нажатии кнопки START на пульте управления в произвольные моменты времени. Следовательно сигнал от кнопки должен поступать на микроЭВМ (1 разряд). Оцифрованное значение температуры должно выводиться на индикацию в пульт. Для этого потребуется от 8 до 14 разрядов. Общее количество сигналов для связи микроЭВМ с АЦП и пультом не превысит 32-х и среди них не будет двунаправленных. Следовательно нет необходимости в каких-либо дополнительных блоках для расширения возможностей портов микроЭВМ.

Пульт управления связан по своим входам и выходам только с микроЭВМ. Входными служат сигналы для отображения значения температуры в десятичном виде на семисегментных индикаторах, выходным - сигнал, возникающий при нажатии кнопки START.

Наличие источников питания в системе сомнения не вызывает.



## ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ

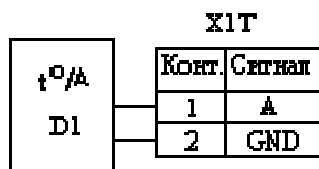


Рис. 1 Датчик температуры

При физической реализации система контроля температуры выполняется из нескольких автономных частей, которые могут находиться на некотором расстоянии друг от друга. Основная часть - микроЭВМ (элемент D3) и АЦП (элемент D2) через разъем X1 связана с датчиком температуры (D1), через разъем X2 - с пультом управления

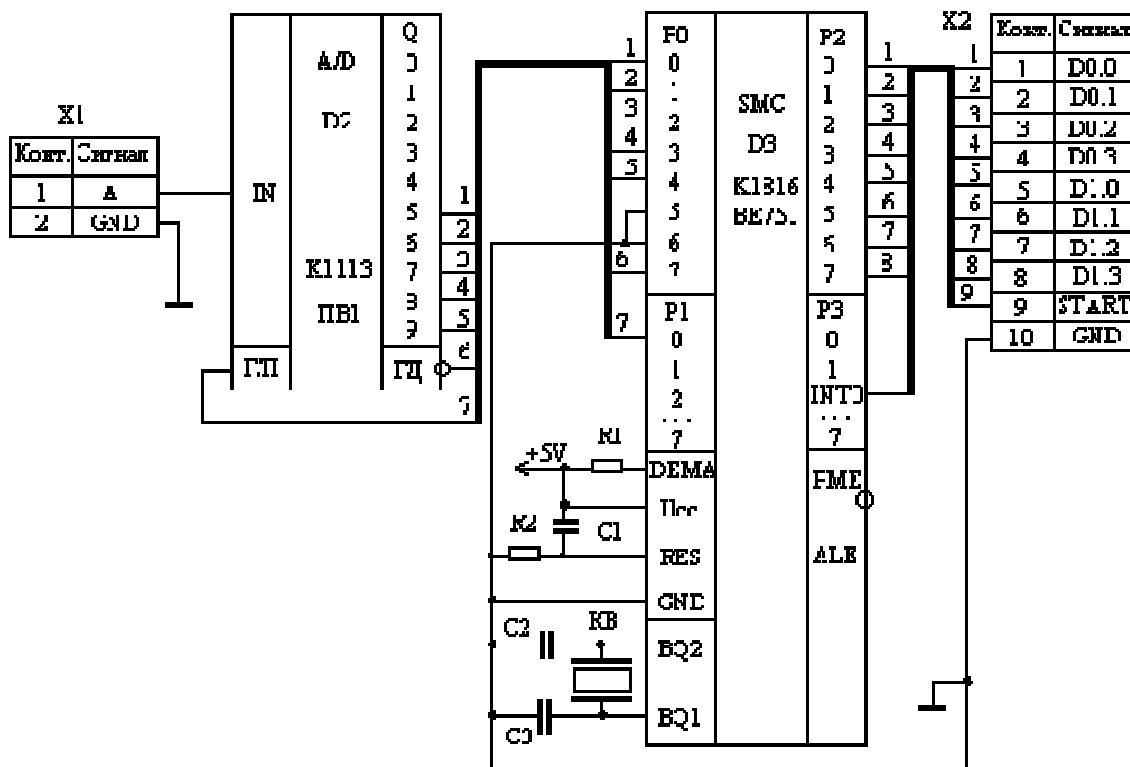


Рис. 2 Микропроцессорный блок

Триггер D4 на пульте управления при нажатии кнопки S1 вырабатывает инверсный сигнал запроса прерывания INT0. Собственно триггер используется для подавления дребезга контактов кнопки. На пульт выдается в двоично-десятичном коде среднее значение температуры. Число в каждом десятичном разряде может принимать значения в пределах от 1 до 9, поэтому используются стандартные семисегментные индикаторы и преобразователи из двоично-десятичного кода в семисегментный код (элементы D5-D8).

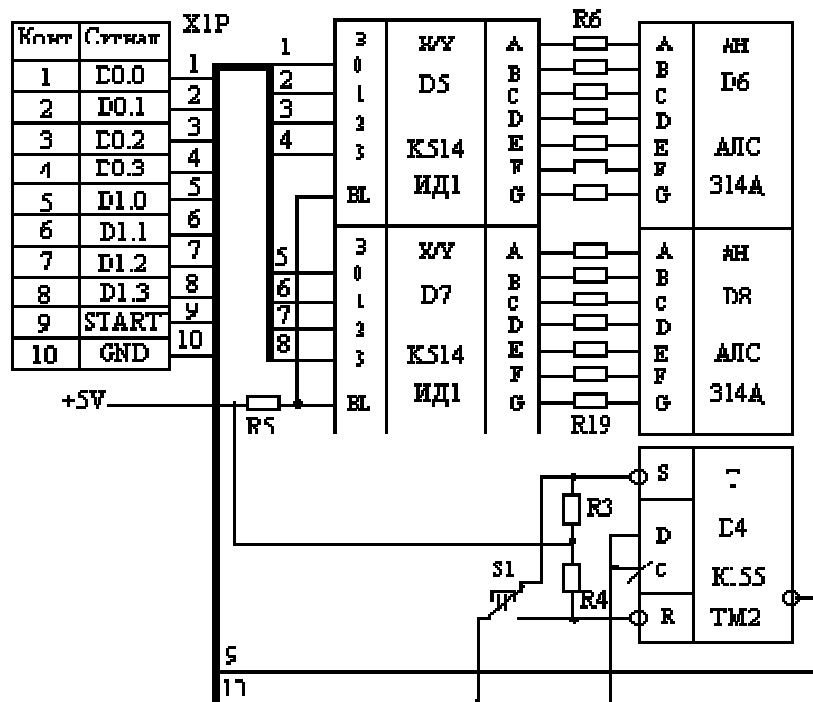
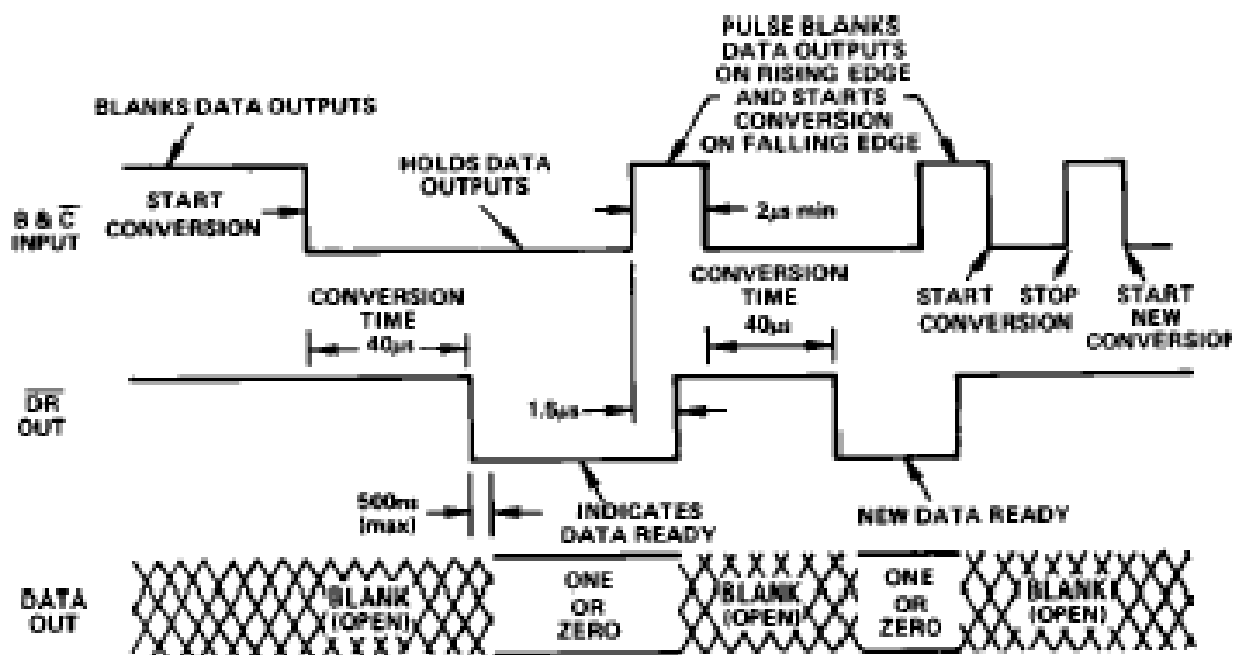


Рис. 3. Пульт управления

В качестве микроЭВМ используется микросхема K1816BE751, которая имеет перепрограммируемую память программ. Аналоговый сигнал, соответствующий измеряемой температуре, поступает через разъем X1. Для запуска АЦП (элемент D2) используется сигнал с выхода P1.0 микроЭВМ, для анализа сигнала готовности АЦП - разряд P0.7.

Используемая схема АЦП - K1113PB1 имеет 10 выходных разрядов. Максимальная величина входного сигнала - 10,24 В соответствует максимальной температуре 80 град. С. При этом значения всех выходных разрядов АЦП равны "1". При величине температуры равной 40 град. С на выходе АЦП будет присутствовать "1" только в одном старшем (9-м) разряде. 8-й разряд имеет вес 20 град. С, 7-й - 10 град. С, 6-й - 5 град. С. По заданию требуется вычислять среднее значение температуры с точностью 5 град. С. Промежуточные исходные значения следует иметь с большей точностью. Поэтому на входы 0-4 порта P0 микроЭВМ подаются сигналы с пяти старших разрядов АЦП.



### АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Опрос датчика температуры в помещении, оцифровка его выходного аналогового сигнала и вывод среднего значения температуры на индикацию выполняются при нажатии кнопки START в произвольные моменты времени. Это нажатие вызывает поступление запроса прерывания на вход INTO микроЭВМ. Именно обработчик этого прерывания и выполняет основную работу системы. При выходе из обработчика прерывания происходит возврат в основную - фоновую программу работы системы. В данном варианте эта программа состоит из двух частей - программы инициализации и зацикленной части, в которой ожидается приход сигнала запроса прерывания

Программа инициализации

Программа обработки прерывания

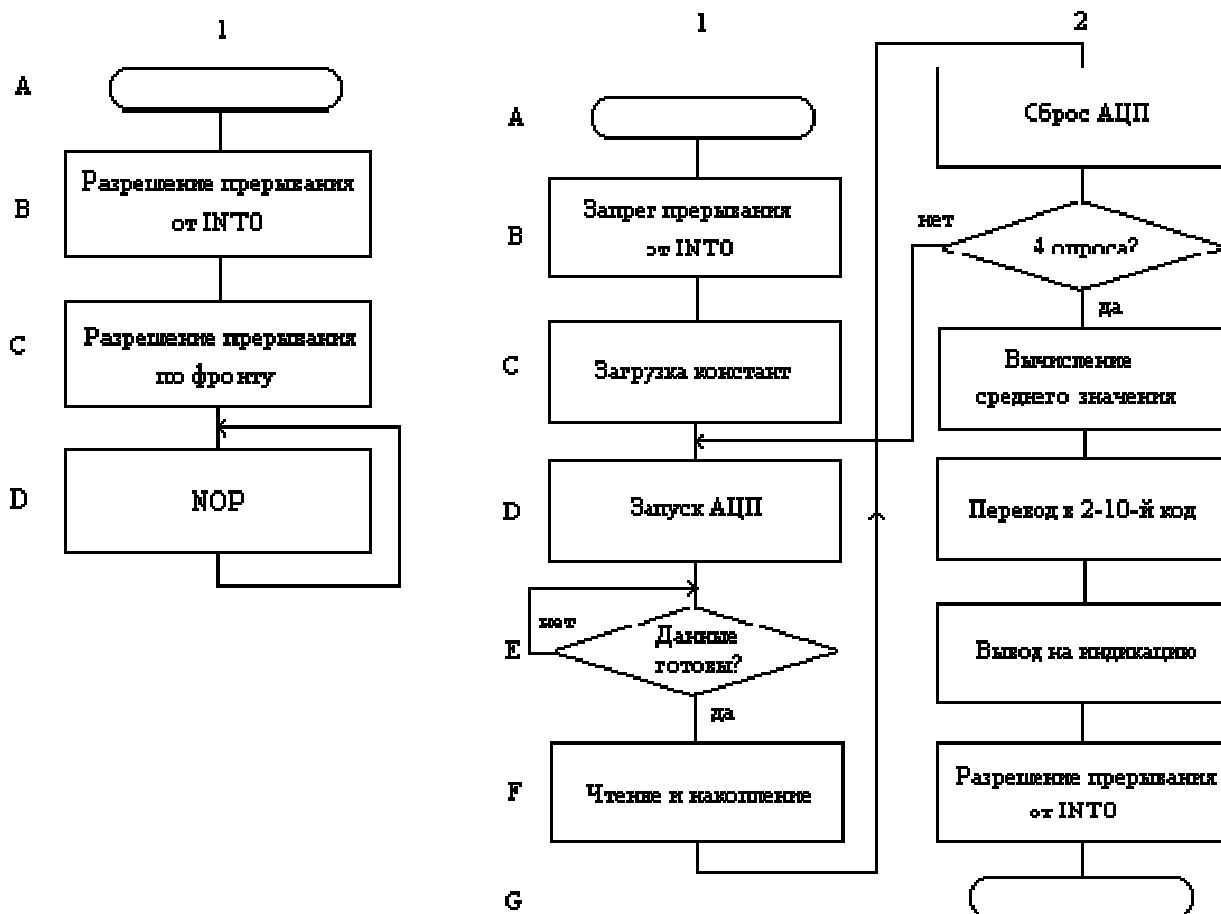


Рис.4. Блок-схема алгоритма программы

### Основная программа - программа инициализации

Программа инициализации начинает выполняться после подачи питания на микроЭВМ и после формирования процессором сигнала системного сброса. В ее функции входит только разрешение прерывания от INTO (от кнопки START) и настройка системы прерывания на фронт входного сигнала.

### Программа обработки прерывания от INTO

В начале программы обработки прерывания, вызванного нажатием кнопки START, запрещается реакция на повторное нажатие кнопки для выхода из программы. Затем устанавливаются начальные значения счетчика количества опросов АЦП, начальное значение регистра-накопителя, в котором накапливаются значения температуры перед вычислением среднего значения. После этого 4 раза выполняется одна и та же процедура: запускается АЦП (устанавливается "0" на выходе порта P1.0), считывается код с выходов АЦП - код на входах 1-7 порта P0. Если значение разряда P.7 равно "0" (признак готовности данных на выходе АЦП), считанное значение заносится в регистр-накопитель, сбрасывается АЦП (устанавливается "1" на выходе порта P1.0). Затем, через время большее 2 мкс, цикл повторяется. После четырехкратного опроса датчика температуры вычисляется среднее значение температуры, выполняется перевод полученного кода в двухразрядное двоично-десятичное число с одновременным преобразованием из кода АЦП. Полученное число выводится через порт P2 на пульт управления. Перед выходом из обработчика прерывания разрешается новое прерывание от INTO.

Реализация алгоритма работы микроЭВМ особых сложностей не вызывает. Регистр R1 используется как счетчик количества опросов АЦП, регистр R2 первоначально предназначается для накопления оцифрованных данных с АЦП для получения среднего значения (деление на содержимое регистра B=4).

Для перевода полученного среднего значения в двоичный код можно использовать следующее соотношение - 5-ти разрядный код с выхода АЦП - 11111 (31) соответствует температуре в 80 град. С. Тогда для получения значения температуры в двоичном коде по вычисленному среднему значению  $A_{cp}$  следует выполнить действия  $T=(A_{cp} \times 80)/31$ . Деление в микроЭВМ выполняется только над 8 разрядными двоичными числами, а при умножении  $A_{cp}$  на 80 может получиться число большей разрядности. Поэтому предварительно следует вычислить  $(A_{cp} \times 4)/31$ , а затем умножить это число на 10 для получения двоичного кода. Но так как для последующего преобразования в двухтетрадное двоично-десятичное число потребуется выполнять деление на 10, чтобы получить число десятков, получается что после вычисления  $(A_{cp} \times 4)/31$  в Аккумуляторе уже будет содержаться число десятков, а остаток от деления - содержимое регистра B будет в двоичном коде представлять число единиц. Для получения его десятичного представления содержимое B делится на 10. После объединения двух тетрад в одном слове оно выводится на индикатор.

### Текст программы

```

;R1 - счетчик количества опросов АЦП
;R2 – регистр накопления данных
;СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
    ORG    00h
    LJMP   BEGIN
    ORG    03h
;Обработчик прерывания от кнопки START
    CLR    EX0        ;запрет прерывания от INTO
    MOV    R1,#4      ;загрузка констант
    MOV    B,#4       ;
    MOV    R2,#00     ;
START:  CLR    P1.0    ;запуск АЦП
WAIT:   JB    P0.7,WAIT ;ожидание готовности
    MOV    A,P0       ;чтение кода и накопление
    ADD    A,R2       ;
    MOV    R2,A       ;
    SETB   P1.0       ;сброс АЦП
    DJNZ   R1,START   ;
    DIV    AB         ;вычисление среднего значения

    MOV    B,#8       ;перевод в двоичный код
    MUL    AB         ;
    MOV    B,#31     ;
    DIV    AB         ;получение числа десятков
    SWAP   A          ;
    MOV    R2,A       ;
    XCH    A,B        ;получение числа единиц
    DIV    AB         ;
    ADD    A,R2       ;
    MOV    P2,A       ;вывод на индикатор
    SETB   EX0       ;
    RETI            ;

```



;Программа инициализации

```
BEGIN:  MOV      IE0,#81H      ;разрешение прерывания от INT0
        MOV      TCON,#01H    ;разрешение прерывания по фронту
        LJMPL   $             ;ожидание запроса на прерывание
```

END

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан микропроцессорный измеритель температуры со следующими параметрами:

Диапазон измеряемых значений	0 – 80 °С
Погрешность измерения	5 °С
Быстродействие прибора	однократное измерение
Связь с внешними устройствами	отсутствует