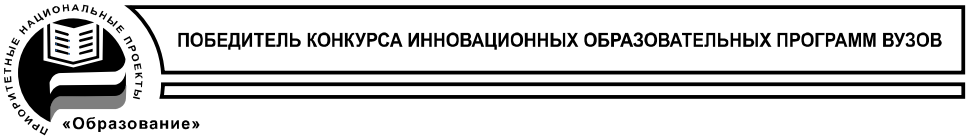
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ



П.С. Довгий, В.И. Скорубский

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭВМ

Пособие к лабораторным работам

Санкт-Петербург

2009

Довгий П.С., Скорубский В.И. Организация ЭВМ: пособие к лабораторным работам. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 56 с.

Пособие содержит описание и примеры выполнения лабораторных работ по курсу Организация ЭВМ. В качестве основной технологической базы используется доступная в Интернет Демо-версия Интегрированной системы проектирования (IDE) Keil одноименного подразделения фирмы ARM.

В качестве основы для изучения различных вопросов организации и работы компьютеров используется программная модель микрокомпьютера MCS51, которая является промышленным стандартом и полезна как широко используемая и доступная в приложениях.

Приводится краткое описание программной модели на высоком уровне и уровне микроархитектуры, описание системы команд в Ассемблере.

Работы выполняются на двух уровнях – алгоритмическом с использованием языка C51 и Ассемблерном – в Макроассемблере A51. Используются эффективные и наглядные средства отладки и демонстрации в системе Keil на всех уровнях, в частности, графика Логического Анализатора и интерпретатор внешних событий в виде Сигнальных функций.

Пособие предназначено для студентов по курсу «Организация ЭВМ» для специальностей 230100 «Информатика и вычислительная техника», 230101 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», 210202 «Проектирование, программирование и эксплуатация ИВС», 230104 «Системы автоматизации проектирования».

Рекомендовано Советом факультета Компьютерных технологий и управления
_____ 2009 г., протокол №_____

СПбГУ ИТМО стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов России на 2007-2008 годы и успешно реализовал инновационную образовательную программу «Инновационная система подготовки специалистов нового поколения в области информационных и оптических технологий», что позволило выйти на качественно новый уровень подготовки выпускников и удовлетворять возрастающий спрос на специалистов в информационной, оптической и других высокотехнологичных отраслях науки. Реализация этой программы создала основу формирования программы дальнейшего развития вуза до 2015 года, включая внедрение современной модели образования.

Содержание

Введение.

Цикл лабораторных работ связан с изучением программной модели микроЭВМ (микроконтроллеры, micro-computer, micro-controller unit – **MCU**) и средств автоматизации программирования.

Основное отличие MCU от микропроцессоров общего назначения является их прикладная ориентация и применение во встроенных системах контроля, управления и измерений. В микроконтроллерах (MCU) интегрированы и согласованы на уровне стандарта разнообразные интерфейсы и средства прямого управления периферией.

Выбор микроконтроллера MCS51 [1] фирмы Intel для исследований обуславливается популярностью, открытой архитектурой, многообразием расширений и модификаций, сохраняющих ядро MCS51.

Для изучения программной модели решаются разнообразные вычислительные и логические задачи с использованием алгоритмического описания на языке Си и на машинном языке Ассемблере.

Задачи исследования программной модели разделяются по типу:

- прямое программное управление вводом и выводом с использованием параллельных портов;
- машинные арифметические операции с фиксированной точкой;
- вычисления функций в различных форматах данных – с плавающей точкой и фиксированной;
- символьное редактирование данных с использованием нескольких уровней памяти;
- битовые вычисления;
- система прерывания – измерения реального времени с использованием таймеров и внешних прерываний;
- управление клавиатурой в локальных пультах;
- обработка данных при вводе с использованием аналого-цифрового преобразования;
- последовательный канал передачи данных.

Цикл работ опирается на средства моделирования, представленные популярным программным комплексом **IDE (Integrated Development Environment) Keil** фирмы ARM [1]. См. Приложение 2.

IDE являются необходимым сопровождением технологии проектирования встроенных вычислительных систем и включают средства компиляции и отладки алгоритмического описания на уровне Ассемблера **A51** и языка **C51.**

1. Архитектура MCS51.

Архитектура может быть представлена различными моделями ЭВМ.

Высокоуровневая программная модель – совокупность ресурсов памяти, состав средств ввода-вывода, доступные в С51.

Низкоуровневая программная модель (микроархитектура) представляет организацию памяти, ввод-вывод и систему команд в Ассемблере А51. Подробное описание системы команд приведено в Help Keil [1] и Приложении 1.

CISC архитектура MCS51 выполняет 102 команды, частота 11.056 Мгц, цикл исполнения команды 12 тактов, питание 5 В.

Более сотни клонов нескольких десятков фирм с ядром MCS51 представлены в библиотеке KEIL и отличаются разнообразием периферии, организацией и ресурсами памяти, наличием специальных средств управления питанием, частотой, сбросом.

1.1. Программная модель в С51.

Диаграмма MCU представляет иерархию памяти и средства ввода-вывода, которые доступны на программном уровне в виде операторов и резервированных переменных языка С51. Язык С51 является расширением стандарта языка Си с учетом особенностей его реализации в MCS51.

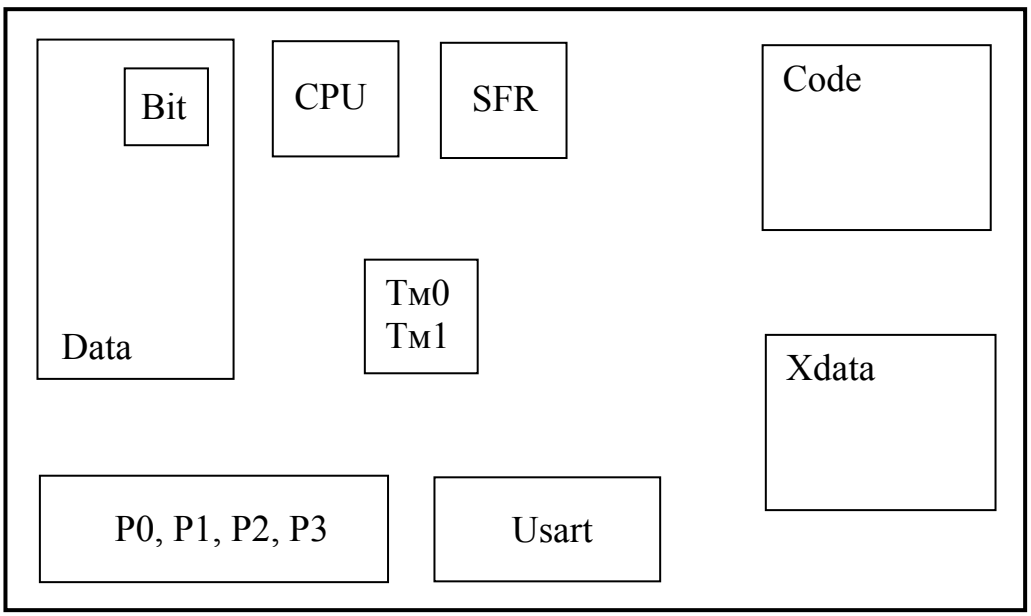


Рис. 1.1. Программная модель ЭВМ в С51.

Традиционно используется конструктивное разделение памяти на внутреннюю (в кристалле MCU) и внешнюю или **расширенную** (используются дополнительные схемы памяти на печатной плате), **оперативную** (быструю) и

неоперативную (большого объема). Все типы памяти отличаются объемом, способом доступа и типами хранимых в них данных.

Оперативная память данных

Data - 128 байт память RAM

char x1,x2,aa[5]; //переменные в Data, имя – значение

char *xx; //указатель-адрес переменной

Bit - 128 бит или 16 байтов в памяти **Data**

bit x1,x2; //определение битовых переменных в Data

char bdata mem //ячейка в Data с битовой адресацией

sbit y1= mem^0; //0-ой бит ячейки mem

SFR - блок регистров специальных функций –128 байт

Регистры доступны в C51 по именам (P0,P1,P2,..SP, ..TH0,TL0..)

Часть регистров бит-адресуемые, некоторые биты доступны по именам, а остальные по адресам

sbit y1=P1^2; //второй бит порта P1

Постоянная память

Code – 64 Кбайт адресное пространство, доступ – чтение и исполнение команд

char code aa[]=”abcdef”; //текстовая константа

char code *aa[]=”abcdef”; //указатель-адрес константы

Расширенная память данных

Xdata — запись и чтение. 64 Кбайт адресное пространство.

char xdata aa[100];

char xdata *aa[]; //указатель-адрес динамического массива

Ввод-вывод представлен цифровыми 8-битовыми портами **P0-P3** и последовательным интерфейсом **USART**.

Порты содержат регистр данных, входные и выходные буферные схемы, подключаемые к внешним контактам MCU. При вводе (**char x=P1**) данные из порта сохраняются в памяти и интерпретируются в положительном кодировании двоичными кодами (H~1, L~0). При выводе (**P2=0x55**) данные из памяти записываются в порт и передаются на внешние контакты в положительном кодировании.

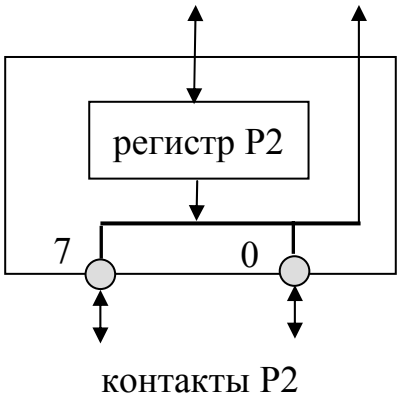


Рис. 1.2. Схема порта.

Порт P0 **двунаправленный** и может в реальной схеме работать в двух направлениях - ввод или вывод в разные моменты времени.

Порты P1,P2,P3 считаются **квазидвунаправленными**, т.е. могут работать в двух направлениях, но в реальных схемах предполагается, что они включены как однонаправленные. Детали их использования в совместном режиме конкретизируются на уровне Ассемблера.

1.2. Программная модель на уровне Ассемблера.

Диаграмма обозначает программно-доступные на уровне системы команд или Ассемблера ресурсы компьютера.

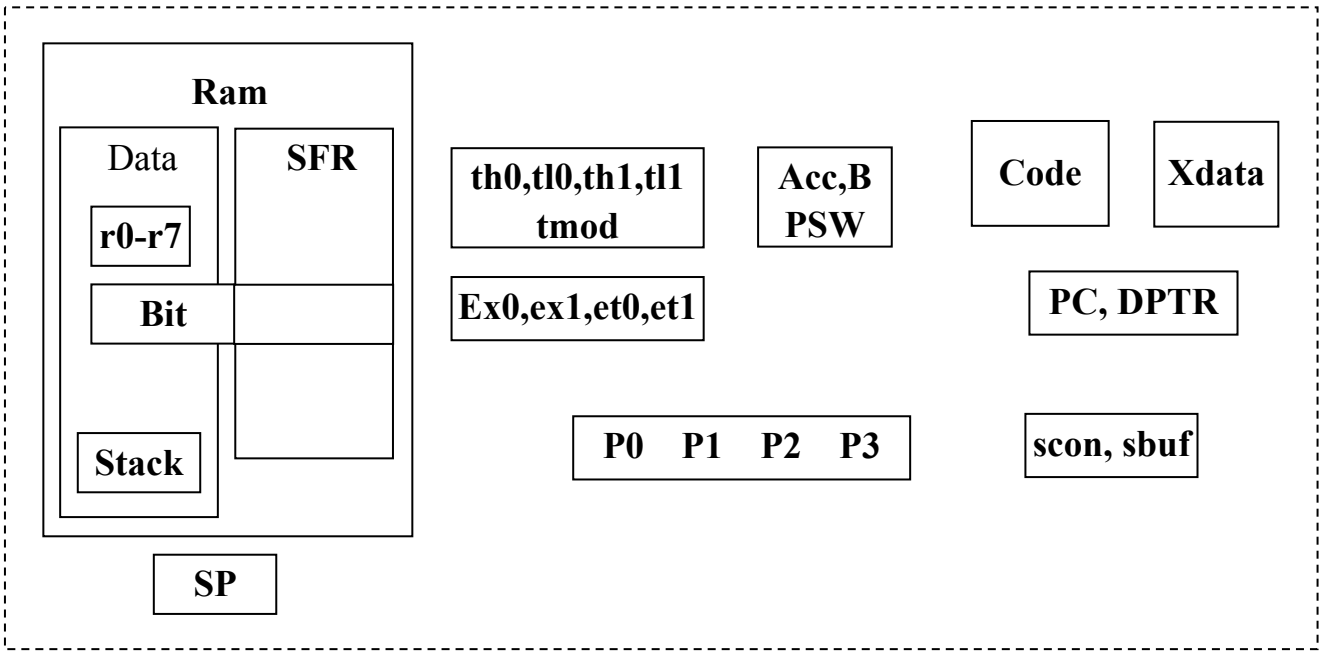


Рис.1.3. Программная модель на уровне Ассемблера.

1.2.1. Структура Памяти, команды обмена данными.

1) Регистры неявно доступные

a(Acc) – основной регистр-аккумулятор, применяемый во всех арифметических и логических операциях с неявным доступом (**a**). В некоторых командах регистр доступен по адресу **Acc**.

B – рабочий регистр, неявно доступен в командах умножения **mul ab** и деления **div ab** или по адресу**.**

Регистр состояния **PSW=C.AC.F0.RS1.RS0.OV.-.P** содержит признаки результата арифметических операций – C(перенос, заем), AC – полуперенос, OV(переполнение), P(бит четности)**,** F0(бит пользователя), RS1-RS0 – номер активного регистрового банка.

PC- 16-разрядный программный счетчик или регистр адреса команды. При включении питания автоматически сбрасывается. Таким образом, в MCS51 начальный запуск программы с адреса 0000.

DPTR – 16-разрядный адресный регистр (Data Pointer) доступа к внешней памяти Code, Xdata.

2) Регистры общего назначения Ri={ R0,R1,..R7 } – активный регистровый банк, доступны 4 банка, совмещенные с начальными ячейками памяти **Data**, активный банк выбирается в регистре PSW.

```
mov  a,R0   ; Data(R0)→ A
mov R1,a    ;  A → Data(R1)
```

3) Регистры *SFR с прямой адресацией (80-FFh),* 128 байт – управляющие и системные регистры.

К SFR относятся указатель стека **SP**, таймеры **TH0,TL0**, **TH1,TL1**, регистры ACC, B, PSW, **DPTR**=DPH.DPL, регистры портов P0,P1,P2,P3.

```
mov  a, b     ; b → A
mov  P1,a     ;  A → P1
mov a,SP
mov a,PSW
mov P1,P2     ; P2→P1
```

4) Иерархическая **оперативная память данных Data**, включает также регистровую память Ri, битовую и стековую.

128 байт, прямой адрес **ad**=0-7fH

```
dseg at 0x20  ;абсолютный сегмент памяти в Data с адреса 0x20
  mem ds 1 ;переменная 1 байт
mov  a, 55h   ; Data(55h)→ Acc прямая адресация в Data
mov mem, a  ; a →Data(mem). Mem- адрес ячейки Data
mov  a,@R0    ; Data(R0)→Acc   косвенная адресация в R0
mov @R0,mem   ; Data(mem)→Data(R0)
mov  mem,0x30   ; Data(0x30)→Data(mem)
```

a) Bit – 128 бит, прямой адрес бита 0-7fH, память совмещена с ячейками 0x20-0x2f в Data

bseg at 0x10 ;сегмент битов с 0x10-го бита в поле бит Data
x0: dbit 4 ;поле из четырех бит в сегменте

x4 bit ACC.5 ;битовая переменная, соответствующая 5-ому биту ACC

mov c, 0 ; Data(20h.0)→ C , 20h.0 – нулевой бит ячейки Data
mov ACC.7, c ; c → Acc.7,
mov c, x0+2 ; x0- адрес первого бита поля бит
mov x4,c

b) Stack - в памяти Data с косвенным доступом через регистр-указатель вершины SP, пре-автоинкремент **(+SP)** при записи и пост-автодекремент **(SP-)** при чтении

push ad
Например**, push Acc** обозначает Acc→Data(+SP)**,**
pop ad
Например**, pop Acc** обозначает Data(SP--) → Acc
При включении и сбросе MCU устанавливается SP=07.

5) Постоянная память программ и констант **Code**.

mov a,#d ; Code(PC+) → a - непосредственная адресация
movc a,@a+pc ; Code(PC + a) → a **;** адресация относительно текущего PC**,** в ACC индекс

cseg at 0x40 ; абсолютный сегмент памяти Code с адреса 0x40
yy: db "abcde" ; адрес первого байта строки в сегменте

mov dptr,#yy ; сохранение адреса
movc a,@a+dptr ; Code(dptr + a) → a, базовая адресация-база в DPTR, в ACC смещение

6) Расширенная память данных **Xdata**
xseg at 0x100 ;абсолютный сегмент
mm: ds 50 ;адрес первого байта массива 50 байт

mov dptr,#mm ;адрес в dptr
movx a, @dptr ;Xdata(dptr) → A

movx @dptr,a
movx a, @r0 ; Xdata(**P2.@r0)** →A, в P2 адрес страницы, @r0 –смещение в странице

Схема доступа к данным в командах **mov** приведена на рис. 1.4. При ограниченных режимах адресации можно выбирать наиболее короткие пути передачи данных при вводе-выводе, при обращении к внешней памяти.

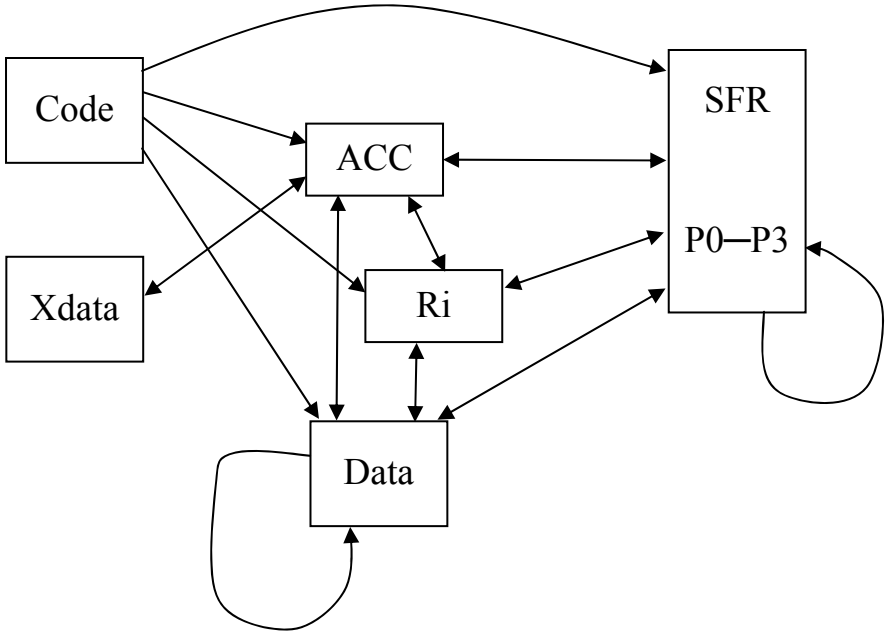


Рис.1.4. Схема адресации в MCS51.

1.2.2. Арифметические и логические операции.

a) **Арифметика 8 битовая двоичная** Знаковая/беззнаковая

add a, {Ri,@rj,#d,ad} ; a + {..} → a, Признаки C,OV,P в PSW, в скобках {.. } обозначены режимы адресации второго операнда

addc a, {Ri,@rj,#d,ad} ; a + {..}+ C → a

subb a, {Ri,@rj,#d,ad} ; a - {..}- C → a

add a,P2 ; a +P2→ a **P2-**регистр порта P2

b) Беззнаковая арифметика

inc {a, ri, @rj, ad, dptr} **{..}+1,** признаки не меняются в PSW

dec r0, {a, ri, @rj, ad} **{..}-1**

mul ab , a*b→b.a, признаки **v=(b#0), 0→C, P**

div ab, a/b →a, b=rest(a/b) признаки **ov,p**

rrc a, RR(c.a) → (a.C) признаки **C,P**

rlc a, **RL(a.C) → (C.a)** признаки **C,P**

clr a, **0→a**

c) Десятичная арифметика

Для ускорения ввода и вывода при разделении с фазой обработки данных и в расчетах с данными переменной длины используется десятичная арифметика в форматах с естественной запятой.

В MCS51 работа с десятичными данными поддерживается специальными командами:

DA a – десятичная коррекция результатов двоичного сложения или вычитания 2/10 чисел

swap a – обмен тетрадами в Acc

xchd a, @rj - обмен тетрадами

d) Логика поразрядная 8 битовая

anl a, {Ri,@rj,#d,ad} a & {..} →a признаки p, 0→c,
anl ad, {#d, a} ;
orl a, {Ri,@rj,#d,ad} a v {..} →a признаки p, 0→c,
orl ad, {#d, a}
xrl {Ri,@rj,#d,ad} a # {..} →a признаки p, 0→c
xrl ad, {#d, a}
cpl a **; not a**
rr a **;** циклический сдвиг Acc вправо (признак C не изменяется)
rl a **;** циклический сдвиг Acc влево (признак C не изменяется)

e) Битовые операции

anl c,{bit, /bit} **/bit – инверсия бита ;**
Например, **anl c,/ACC.6**
orl c,{bit , /bit}
setb bit,
clr bit,
cpl C

f) Работа с портами

Передача данных через двунаправленный порт P0 определяется сигналами **записи** или **чтения,** которые являются стробами для внешних устройств и признаками готовности MCU, соответственно, к выводу или вводу через порт. Таким образом, исключается одновременный ввод и вывод.

В квазидвунаправленных портах P1,P2,P3 состояние порта задается программой:

Ввод **char bb=P1**; //чтение с контактов порта **mov bb,P1**

Вывод **P2= bb**; //запись в регистр порта командой **mov P2,bb**

Регистр порта – независимый и может быть использован как буферный для временного хранения данных. С другой стороны, состояние регистра по низкому уровню L не совместимо с высоким уровнем H на контакте**.** Для ввода с контактов необходимо в соответствующих разрядах регистра установить единицы. Также обращение к порту трактуется различным способом, что необходимо учитывать при работе с битами порта как с входными и независимо – с регистром порта.

P1++; //компилируется как **inc P1 ;**инкремент регистра P1
P1=P1&0x55; // компилируется как **anl P1,#0x55** ; операция с регистром P1
P1=(P1&0x55)+P1; //компилируется как **mov a,P1** ; ввод с контактов
anl a,#0x55
add a, P1 ; сложение с контактами и ввод
mov P1,a ; запись в регистр P1

1.2.3. Команды управления программой.

Команды формируют состояние программного счетчика PC
jmp метка ; метка → PC безусловный переход
call метка ; PC → Stack(+SP), метка → PC переход к подпрограмме
ret ; Stack(SP-) → PC возврат из подпрограммы
jc/jnc метка ,
jz/jnz метка, переход, если ACC (=0)/(!=0)
jb/jnb bit, метка ;
пример jb ACC.0,start переход по значению бита
djnz {ri,ad}, метка ; [{..}-1, if ({..}#0), то метка → PC]
cjne (ri,@rj,ad} ,#d, метка ; if ({..}#d) метка → PC;

Обзор команд ЭВМ приведен в Приложении 1.

2. Архитектура ЭВМ на программном уровне.

Формулируются задания с примером для демонстрации исходных данных и результатов. Требуется предложить алгоритмическое решение и сформулировать его на языке C51. Выполнить компиляцию и отладку в системе Keil.

Привести программу решения этой задачи на языке Ассемблера A51, выполнить отладку в системе Keil.

2.1. Ввод-вывод чисел с фиксированной точкой.

Назначение ввода-вывода – обмен данными между памятью ЭВМ и периферией ввода-вывода, подключаемой к контактам портов.

На уровне программной модели в операциях ввода-вывода также выполняются преобразования двоичных кодов данных, которые приводят их к внутреннему представлению в памяти в виде 8-разрядных двоичных чисел.

1**) Ввод десятичных данных** и преобразование в двоичное число. Машинные преобразования выполняются в двоичной системе пересчетом из 2/10 системы в двоичную.

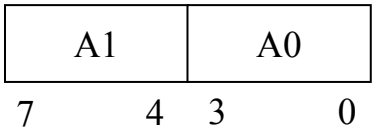


Рис. 2.1. Формат 2/10 числа в порте.

$(A1.A0)_{2/10}$ – двоично-десятичное число, A1 и A0 – старшая и младшая тетрады, B_2 двоичное число после пересчета содержит тоже самое число целых единиц – информация, содержащаяся в любой записи этого числа. Формула пересчета

$$(A1.A0)_{2/10} = (A1*(10)_2 + A0)_2 = B_2$$

Программа в С51

```
#include  <reg51.h>  //файл определений регистров MCS51
main()
{     P2= (P1>>4)*10 + (P1&0x0f); //ввод 2/10 числа с порта P1, выделение
со сдвигом старшей тетрады, вывод двоичного B2 в P2
}
```

В Projects/**options/listing** задать **Assembly Code** формирование листинга компиляции в Ассемблере.

```
C51 COMPILER V8.08   EXP                                  06/10/2009 12:30:19
PAGE 1

                                                  06/10/2009 12:30:19 PAGE 2
ASSEMBLY LISTING OF GENERATED OBJECT CODE


      ; FUNCTION main (BEGIN)
                                 ; SOURCE LINE # 4
```

```
                        ; SOURCE LINE # 5
                        ; SOURCE LINE # 6
0000 E590           MOV     A,P1
0002 C4             SWAP    A
0003 540F           ANL     A,#0FH
0005 75F00A           MOV     B,#0AH
0008 A4             MUL     AB
0009 FF             MOV     R7,A
000a E590           MOV     A,P1
000c 540F           ANL     A,#0FH
000d 2F             ADD     A,R7
000e F5A0           MOV     P2,A

        ; FUNCTION main (END)
```

Программа, подготовленная в Ассемблере a51

```
cseg at 0     ; абсолютный сегмент кода размещается с адреса 0
              ; в программной памяти
mov a,P1      ; ввод байта данных с порта P1 в аккумулятор
anl a,#0f0h   ; выделение старшей тетрады A1
swap a        ; тетрада перемещается в младшие разряды
mov b,#10     ; 10 в регистре множителя
mul ab        ; a=A1*10, b=0
mov b,a       ; сохранить младшие разряды произведения
mov a,P1      ; ввод байта данных с порта P1 в аккумулятор
anl a,#0fh    ; выделение младшей тетрады A0
add a,b       ; a=(A1*(10)2 + A0)2
mov P2,a      ; вывод результата в порт P2
end           ; псевдокоманда ассемблера- завершение текста
```

Сравниваем листинг C51-программы с программой, разработанной в Ассемблере: количество байтов после компиляции С-программы - 17, в ассемблере программа занимает 18 байтов.

Компилятор оптимально выбирает для временного хранения произведения регистр R7. Если использовать эту подсказку, то программа в ассемблере сократится до 16 байт.

2) Вывод чисел в порт (**Перевод 2→10)**

Вычисления выполняются в двоичной системе делением на основание **P3=((P2/10)<<4) + P2%10; где A1=B/10; A0=B%10**

Задания:

Совместить перевод 10→2 и 2→10 в одной программе.

Сравнить листинги .lst программ в C51 и A51 и пояснить различия в двух программах.

2.2. Иерархия памяти ЭВМ.

Задана текстовая строка-константа в ASCII в памяти Code, предлагается преобразование этой строки с сохранением в ASCII в расширенной памяти данных Xdata. В преобразованиях также используется память Data, регистры с адресным доступом.

Пример.

Символьное десятичное число преобразовать в символьное двоичное.

“123” → (“01110101“)$_2$

Ascii-код десятичной цифры занимает байт – в старшей тетраде добавляется 0x30.

Десятичное число размещается как символьная константа в программной памяти Code, преобразуется в шестнадцатеричное во внутренней регистровой памяти Data и результат записывается во внешнюю память данных Xdata.

Программа в C51

1) Прямая адресация

```
#include  <reg51.h>
char x;   //переменная в регистровой памяти данных, имя
переменной подразумевает значение
char  code y[ ]= “123”; //символьная константа в программной
памяти
char  xdata yy[8]; //результат преобразования в расширенной памяти

main()
{     char i;  //переменная в регистровой памяти
                x=0;
    for (i=0; i<3; i++)      ;перевод в двоичную
                x=x*10+(y[i]&0x0f);

    for(i=7;i>=0; i--)     ; преобразование в символы
                { yy[i]= (x&0x01) ? ‘1’ : ‘0’;
                  x=x>>1;
```

```
                }
            while(1); //динамический останов
        }
```

2) Программа на С51 – косвенный доступ через адрес-указатель

```
        #include  <reg51.h>
        unsigned char x,i; //переменная в Data
        char code * y="125";  //указатель на текстовую константу, имя
переменной
обозначает адрес
        char xdata * yy;       //указатель на текстовую переменную

main()
        {
              for (i=0; i<3; i++)  x=x*10+(*y++&0x0f);

                   for(i=7;i>=0; i--)
                            {  *yy++= (x&0x01) ? '1' : '0';
                               x=x>>1;
                            }
                    while(1);  //динамический останов
            }
```

Ассемблер

```
Dseg at 8 ;сегмент данных в Data
X: ds 1
Xseg  at 0   ;сегмент данных в Xdata
Yy: ds 8      ;char  xdata yy[8];  //результат преобразования во внешней
                                   памяти
Cseg at 0  ;начало программного сегмента, после сброса или включения
             питания
Jmp start ;подразумевается команда старта на начало программы
Y: db "123"  ;текстовая константа в ASCII-коде
          ;for (i=0; i<3; i++) - комментарии из программы на С
start:  clr a     ;подготовка параметров цикла
Mov x,a
Mov r0,#3
Mov DPL,#yy  ;ограничимся младшим байтом адреса – старший DPH=0

Cikl:    ; x=x*10+(y[i]&0x0f);
Mov a,x
Mov b.#10
```

```
Mul ab
Mov b,a
Clr a
movc a,@a+dptr
Inc dptr
Anl a,#0x0f
Add a,b
Mov x,a
Djnz r0,cikl

Mov r0,#8
Cikl2:          ;yy[i]= (x&0x01) ? '1' : '0';
Mov dpl,r0
Mov a,x
Anl a,#01
Orl a,#0x30
Movx @dptr,a
;x>>1
Mov a,x   ; x=x>>1;
Rr  a
Mov x,a
Djnz r0,cikl2
Nop
end
```

Задания

1. Упорядочить текст лексикографически → в порядке возрастания ASCII-кода
   "This programmator" → "aaghimmootTrrs"

2. Вставить пробелы после символа "r"
   "This programmator" → "r" → "This pr ogr ammator"

3. Заменить прописную букву "x" на заглавную в тексте
   "This programmator" →"a" → "This progrAmmAtor"

4. Символьное (в ASCII) преобразование двоичного числа в шестнадцатеричное
   "01001001110" → "0x24e"

5. Символьное (в ASCII) преобразование шестнадцатеричного числа в двоичное
   "01001001110" ← "0x24e"

6. Символьное двоичное число преобразовать в символьное десятичное.

“123” ← (“01110101“)$_2$

1. Символьное (в ASCII) преобразование десятичного числа в шестнадцатеричное

“ 590 ” → “0x24e”

2. Символьное (в ASCII) преобразование шестнадцатеричного числа в десятичное

“590” ← “0x24e”

3. Преобразовать число с естественной запятой в полулогарифмическую форму в десятичной системе с учетом знака порядка и знака мантиссы

“-25,023” → “e+2 - 0.25023”

4. Десятичное сложение (вычитание) в неупакованных форматах, положение запятой фиксировано

“256,54” +” 75, 56” =” 332,10”

5. Преобразовать символьный двоичный код в символьный Манчестерский код и восстановить исходный двоичный

“01011010” → 00 11 00 11 11 00 11 00 (+)

10 10 10 10 10 10 10 10 синхросигнал

→ “10 01 10 01 01 10 01 10 “ Манчестерский код

Восстановление символьного двоичного кода из Манчестерского

“1001100101100110” Манчестерский код

→ “ 0 1 0 1 1 0 1 0” двоичный код

6. Сформировать сдачу минимальным количеством монет достоинством 50, 10, 5, 1 копеек и проверить обратным преобразованием

“132” → “2 ,3,0, 2”

7. Шифрование и дешифрование Гронсфельда

таблица символов {a,b,c,d,e,f, …}

нумерация 0 1 2 3 4 5 6

ключ {3,1,2,0,6, …}

Пример

“cadda” ←→ “ cdaad”

8. Преобразование двоичной импульсной последовательности в 3-значный код, перепад 0/1 обозначается 1, 1/0 обозначается 2, отсутствие перепада – 0 и обратно

“0 1 0 0 0 1 0 1 1“ ←→ “2 1 0 0 2 1 2 0”

9. Байты данных разбиваются на 2 тетрады, каждая тетрада заменяется HEX-цифрой и преобразуется в ASCII-код, подсчет контрольной суммы байтов по модулю 0x100 в конце строки HEX-кода
   A0, B1, 0C, 1D → HEX-код строки " A 0 B 1 0 C 1 D 8 A"

10. Обратное преобразование HEX-кода в строку байтов данных и проверить контрольную сумму - последний байт в строке
   A0, B1, 0C, 1D → " A 0 B 1 0 C 1 D 8 A" HEX-код строки

2.3. Двоичная арифметика.

а) **Умножение** по методу вычисления произведения для дробных чисел с фиксированной точкой перед старшим разрядом

$$S=A*B=A(B=0.b_1b_2..b_n) = A(b_12^{-1} + b_22^{-2} .. +b_{n-1}2^{-n+1}+b_n2^{-n})=$$
$$= Ab_12^{-1} + Ab_22^{-2}.. +Ab_{n-1}2^{-n+1}+Ab_n2^{-n} =$$
$$=2^{-1} (Ab_1 + 2^{-1}(Ab_2 +\dots +\_2^{-1}(Ab_{n-1} + 2^{-1}(Ab_n +0))..)=>$$
$$S_0=0 => S_1=2^{-1}(S_0+Ab_n) \rightarrow S_2= (S_1+Ab_{n-1})2^{-1}$$

Рекуррентная формула вычисления дробного произведения

(*) $S_{i+1}=2^{-1}(S_i+Ab_{n-i})$, $S_0=0$

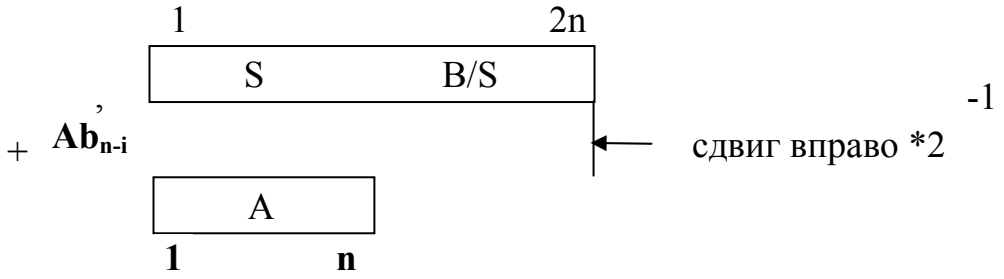


Рис. 2.2. Схема умножения в Ассемблере.

Множитель размещается в младших разрядах произведения, младший разряд B/S регистра — текущее значение $\mathbf{b_{n-i}}$

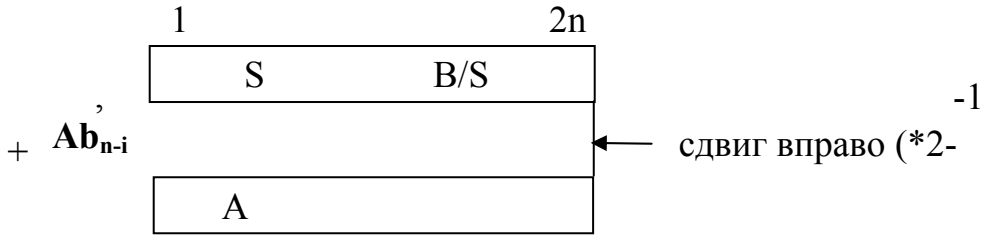


Рис. 2.3. Схема умножения в Си.

Здесь выровнены форматы для согласования форматов операндов при сложении.

При вычислении в Си признак переноса при суммировании не контролируется, поэтому либо диапазон чисел при выполнении операций на один разряд меньше, либо используются расширенные форматы.

В Ассемблере эти ограничения отсутствуют и можно получить правильный результат во всем диапазоне 8-разрядных чисел.

б) Беззнаковое деление 16-разрядного числа на 8-разрядное.

Алгоритм деления дробных чисел с фиксированной точкой перед старшим разрядом реализовать по рекуррентной формуле – обратной по отношению к формуле умножения : если S=A*B, то B=S/A.

Если $S_n=2^{-1}(S_{n-1}+Ab_1)$, то b_1 =1, если S_{n-1} = 2Sn-A >=0, иначе b_1 =0.

И так далее на каждом шаге b_i =1, если S_{n-i} = $2S_{n-i-1}$-A >=0, иначе b_i =0.

Изменяя нумерацию остатков, приходим к следующей рекуррентной формуле деления без восстановления остатка – сначала определяется знак разности, остаток сохраняется, если знак положительный.

(*) S_{i+1}= $2S_i$-A и b_i=1 , если $2S_i$-A >=0, где S_0=S-делимое

S_{i+1}= $2S_i$ и b_i=0 , если $2S_i$-A <0

В схеме вычислений на Си форматы операндов выровнены для выполнения вычитания.

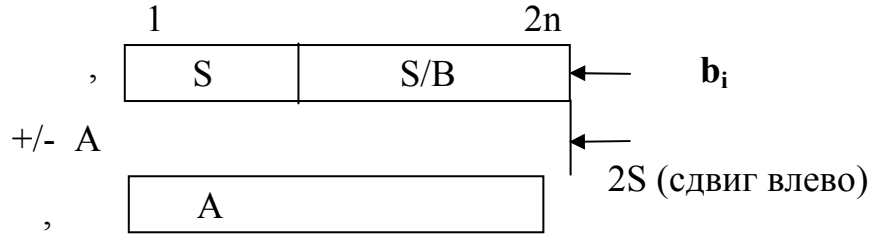


Рис.2.4. Схема деления в Си без восстановления остатка.

Регистр S/B совмещает младшие разряды делимого при сдвиге и разряды частного.

В программе на языке С необходимо контролировать знак остатка в явном виде, при этом сужается диапазон значений делимого и делителя или необходимо использовать расширенные форматы.

```
Main()
{ Int S=P1<<8 ;
  Int A=P2<<8 ;
For (char i=0 ; i<8; i++ ;)
```

```
 P3=S= ((S<<1)-A)>=0) ? (S<<1)-A +1 : S<<1 ;
}
```

В Ассемблере можно контролировать как бит признака С, так и старшие биты операндов, что позволяет работать без знаков в полных форматах (n-разрядный делитель и 2n-разрядное делимое) значений операндов.

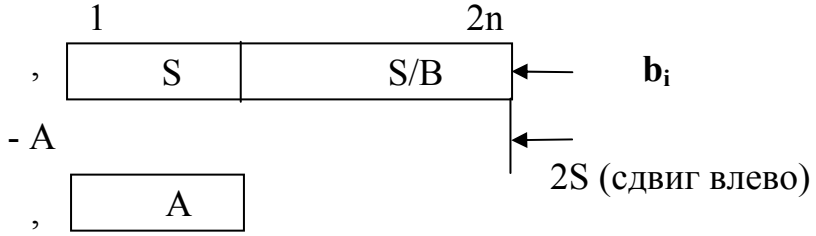


Рис. 2.5. Схема деления в Ассемблере без восстановления остатка.

Признак отрицательного остатка **C&неS[1]**, где С - заем при вычитании и при сдвиге регистра S в старшем бите S[1] единица.

в) Извлечение квадратного корня из 16-разрядного целого.

Алгоритм извлечения для дробного двоичного числа $0.B=\sqrt{0.S_0}$.

Пусть i+1-ое приближенное двоичное значение корня $x_{i+1}= x_i\, b_{i+1}$ и b_{i+1} - младшая двоичная цифра в этом приближении , S_0-дробное подкоренное значение не равно 0, x_0=0-начальное -целое значение дробного корня, b_{i+1}- текущая двоичная цифра корня.

На первом шаге $\mathbf{S_0>=(x_0 +0.b_1)^2 =(x_0 +0.1)^2 =x_0^2 +x_0+0.01,\ x_1 =0.b_1}$ **и** $\mathbf{b_1}$**=1-старшая цифра дробного корня, если**

$$\mathbf{S_1=S_0-0.01 >=0}$$

Пусть $\mathbf{b_1=1}$ **и** $\mathbf{S_1>=0,}$ тогда на втором шаге сдвинем остаток $\mathbf{S_1}$ на 2 разряда влево и значение корня $\mathbf{x_1}$ на один разряд влево – обозначим новое значение этого остатка $Q_1.S_1$, где Q_1-целая часть и S_1-дробная часть и $\mathbf{x_1= b_1.}$

Предположим $\mathbf{x_2= b_1,b_2}$

$Q_1.S_1>=(x_1 + 0.b_2)^2 =$ $\mathbf{x_1^2 +x_1+0.01}$ **и** $\mathbf{b_2}$**=1, если**

$$\mathbf{Q_2.S_2=4Q_1.S_1-x_1.01=x_1^2 >=0}$$

Пусть $\mathbf{b_2=1}$ **и** $\mathbf{Q2.S_2>=0,}$ тогда на третьем шаге сдвинем остаток на 2 разряда влево – получим $Q_3.S_3$, где Q_3-целая часть и S_3-дробная часть и корень сдвинем на один разряд влево $\mathbf{x_2= b_1,b_2}$ и получим $\mathbf{x_3= b_1b_2,b_3}$

$Q_3.S_3>=(x_2 + 0.b_3)^2 =$ $\mathbf{x_2^2 +x_2+0.01}$ **и** $\mathbf{b_3}$**=1, если**

$$\mathbf{Q_3.S_3=4Q_2.S_2-x_2.01=x_2^2 >=0}$$

Рекуррентные формулы для вычисления корня методом “цифра за цифрой” без восстановления остатка

(*) $Q_{i+1}.S_{i+1}=4Q_i.S_i-x_i.01=x_i^2$ **и** $b_{i+1}=1$, **если** $4Q_i.S_i-x_i.01 >=0$

$Q_{i+1}.S_{i+1}=4Q_i.S_i=x_i^2$ **и** $b_{i+1}=0$, **если** $4Q_i.S_i-x_i.01 <0$

Схема вычисления в Ассемблере

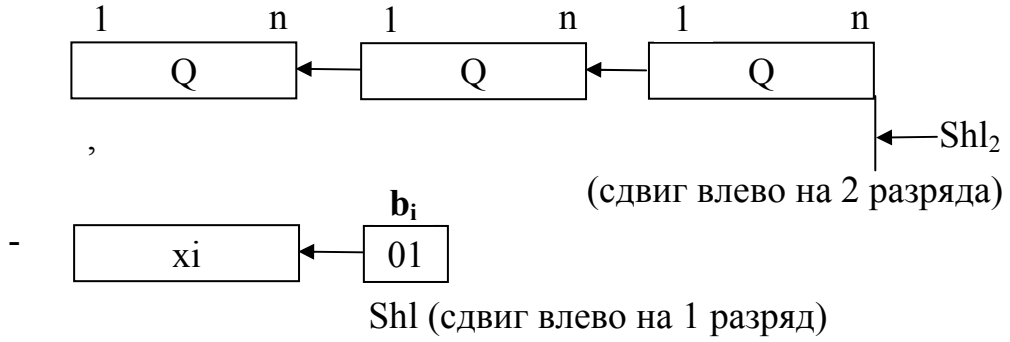


Рис. 2.6. Схема извлечения корня в Ассемблере без восстановления остатка.

Задание:

Разработать и отладить программы в С51 и на Ассемблере a51. Сравнить объем программ и время выполнения.

Программу извлечения корня выполнить в С51.

2.4. Вычисления функций.

2.4.1. Вычисление функции с плавающей точкой.

Выбрать из **таблицы заданий** (ниже) вариант функции для вычислений. В этом разделе подготовить программу вычислений с плавающей точкой с использованием библиотеки **math.h** языка С51.

***Пример*.**

Используя библиотечную функцию в С51 вычислить значения sin(x) в диапазоне аргумента 0-360^o. При компиляции в Кейл записать параметры программы – объем требуемой памяти данных и объем программы. С использованием Логического Анализатора получить временные диаграммы и измерить среднее время вычисления функции.

Схема вывода значений функции через порт. Цифро-аналоговое преобразование из дискретной формы в аналоговую (график) выполняет Анализатор.

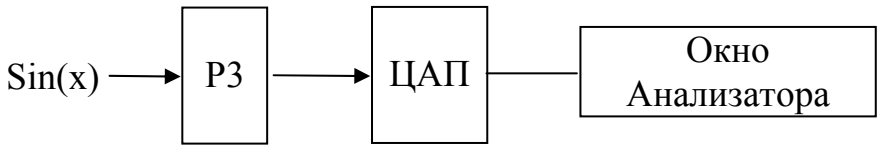


Рис.2.7. Схема работы Анализатора.

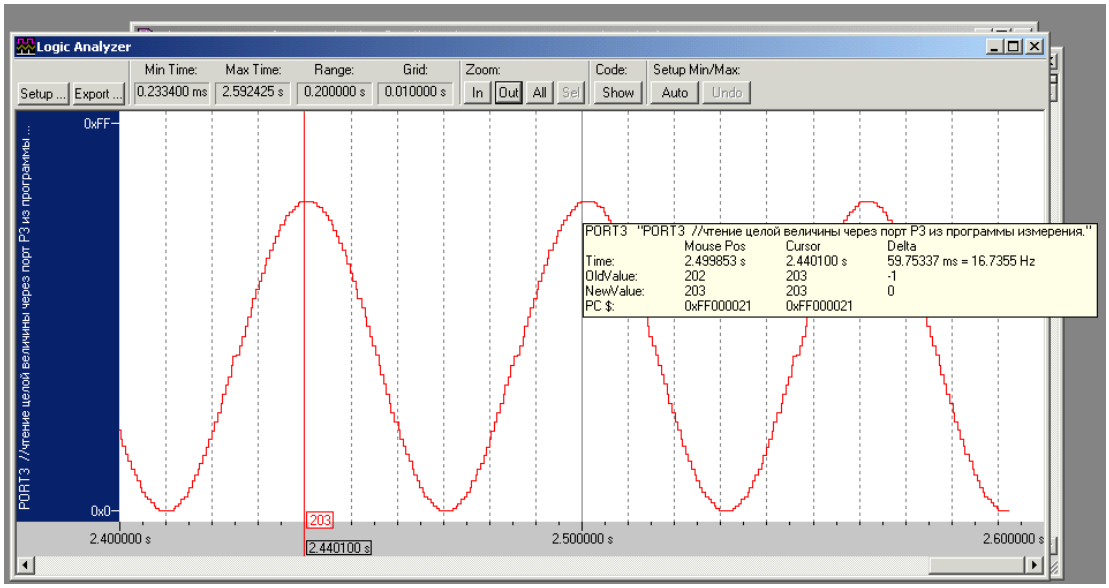
При выводе через порт P3 учитывается, что значение должно быть целым, положительным и не более 2^8.

```
#include <reg51.h>
#include <math.h>
float x;
unsigned char xdata y[100],i;
main()
{
    /*  цикл формирования  значений в массиве
        вычисления с плавающей точкой – в том числе и масштабные преобразование и перевод в целые
        */
        i=0;
        for(x=0; x<6.28 ;x+=0.0628)
                y[i++]=P3=sin(x)*100+100;      //масштабное преобразование переводит дробное в целое с точностью 2 знака после запятой и смещает в положительную область значений

   /* цикл вычисления функции и  вывод ее значения из таблицы в графике для измерений  среднего времени вычисления функции*/
        while(1)
          { i=0;
           for(x=0; x<6.28 ;x+=0.0628)
                   {sin(x); P3=y[i++];}
           }
}
```

Командой **LA P3** значение в Анализатор передается через порт P3.

График функции в окне Анализатора.



2.8. График функции в окне Анализатора.

Объем программы – 1.5 Кбайт, время вычисления одного значения 59.7 мс/100 = 0.59 мс.

2.4.2. Вычисление функции с фиксированной точкой.

Вычисление с фиксированной точкой требует меньше времени, программа вычисления существенно меньше. Это может быть полезно при организации вычислений в ЭВМ с ограниченными ресурсами памяти в реальном времени.

Функция обычно **задана разложением в ряд Тейлора, например,**

$$\sin x \sim x/1 - x^3/3! + x^5/5! - x^7/7! + \quad \text{при всех } x$$

Аргумент - дробное число в диапазоне 0- 1.57 радиан.

Система команд ЭВМ поддерживает вычисления с целыми числами. Для применения этих же команд арифметики выполняется Масштабирование дробных значений, которое переводит диапазон дробных в диапазон целых

$$x' = x*m;$$

Для сохранения масштаба результата используем следующие преобразования

$$\sin x' \sim x' - x'^3/m^2/3! + x'^5/m^4/5! - x'^7/m^6/7!$$

Вычисления с целыми в С51 выполнить **по схеме Горнера**

$$\sin x' \sim x'(m - x'^2/m/3!(m + x'^2/m/(4*5)(m - x'^2/m/(6*7)))/m$$

или по формуле с **общим членом ряда**,

$$Si+1 = Si + Ai*x/m*x/(m(i+1)(i+2))$$

Контролировать **формат данных 8 бит, промежуточный результат 16 бит.** Число членов ряда не более четырех.

Дальнейшее сокращение объема памяти и времени вычислений возможно с переходом на программирование в МакроАссемблере или в смешанном программировании, где стандартные обращения и организация памяти в С соединена с быстрыми ассемблерными подпрограммами.
Технология программирования может использовать **макрокоманды** для расширения системы команд – добавлением к списку команд макрокоманд, например, типа RR(регистр-регистр), SS(память-память), RS(регистр-память), 16-битовой арифметики – сдвиги влево и вправо и др.

Структура **макроопределения**

<имя макрокоманды> **MACRO** <список формальных параметров>

<тело макроопределения – список ассемблерных команд с параметрами)

ENDM

В программе используются макрокоманды с именем, обозначенным в MACRO, и фактическими параметрами, для которых **имеет смысл** подстановка в теле макроопределения.

Примеры,

макрокоманда RR: **movr r0,r1** (эквивалентная в MCS51 команда mov 00,r1)

макроопределение
```
movr MACRO ri,rj
     mov a,rj
     mov ri,a
     ENDM
```

Макрокоманда RS **sadd r2, Mem**- имя в памяти Data

макроопределение
```
sadd MACRO ri, SS
     mov a,ri
     add a, SS
     mov ri,a
     ENDM
```

Макрокоманды сокращают текст программы и позволяют использовать систему команд, более подходящую к алгоритму решаемой задачи.

Задания.

1) Для заданных функций разработать программу вычисления функции с плавающей точкой, вывести график, измерить среднее время вычисления одного значения и объем программы.
2) Разработать программы вычисления с фиксированной точкой в С51 и в ассемблере. Вычисление функции - в целых 8-разрядных числах в диапазоне аргумента 0 – 1.0 и с использованием макрокоманд и

подпрограмм. Измерить среднее время вычислений и объем программы. Привести график изменения этих параметров для трех способов.

Варианты Задания по разделу 2.2.

1. $1/(1-x) \sim 1 + x + x^2 + x^3 +$ $-1<x<1$ (сходимость ряда)

2. $1/(1+x) \sim 1 - x + x^2 - x^3 +$ $-1< x<1$

3. $(1+x)^{0.5} \sim 1 + x/2 - x^2/(2*4) + 1*3*x^3/(2*4*6) -1*3*5*x^4/(2*4*6*9)$ - $1<=x<=1$

$a^x \sim 1 + (\ln a)/1*x + (\ln a)^2 x^2/2! + (\ln a)^3 x^3/3! +$ при всех x
$a>1$; $\ln a(10*a/10) = \ln 10 + \ln(a/10) = \ln 10 + \ln(1-(1-a/10))$

4. a=2

5. a=1/2

6. $\cos x \sim 1 - x^2/2! + x^4/4! - x^6/6! +$ при всех x

7. $tgx \sim x + x^3/3 + 2x^5/15 + 17x^7/315 + 62x^9/2835$ $-\pi/2 < x < \pi/2$

8. $ctgx \sim 1/x - (x/3 + x^3/45 + 2x^5/945 + 2x^7/4725 + \ldots)$ $-\pi < x < \pi$

9. $\ln(1+x) \sim x - x^2/2 + x^3/3 - x^4/4 + x^5/5 +$ $-1 <x <1$

10. $\ln(1-x) \sim -x - x^2/2 - x^3/3 - x^4/4 - x^5/5 -$ $-1 <x <1$

11. $\arcsin(x) \sim x + x^3/(2*3) + 1*3*x^5/(2*4*5) + 1*3*5x^7/(2*4*6*7) +$ $-1 <x <=1$

12. $arctg(x) \sim x - x^3/3 + x^5/5 - x^7/7 +$ $-1 <x <=1$

13. $(1-x)^{0.5} \sim 1 - x/2 - x^2/(2*4) - 1*3*x^3/(2*4*6) -1*3*5*x^4/(2*4*6*9)$ $-1 <=x <=1$

14. $(1+x)^{1/3} \sim 1 + x/3 -2x^2/(3*6) + 2*5*x^3/(3*6*9)$ $-1 <=x <=1$

15. $(1+x)^{3/2} \sim 1 + 3x/2 + 3x^2/(2*4) - 3x^3/(2*4*6) +9x^4/(2*4*6*8)$ $-1 <=x <=1$

16. $arsh(x) \sim x - x^3/(2*3) + 1*3*x^5/(2*4*5) - 1*3*5x^7/(2*4*6*7)$

17. $ch(x) \sim 1 + x^2/2! + x^4/4! + x^6/6! +$

18. $sh(x) \sim x/1 + x^3/3! + x^5/5! + x^7/7! +$

19. $Si(x) \sim x - x^3/(3*3!) + x^5/(5*5!) - x^7/(7*7!)+$

20. $Ci(x) \sim 1 - x^2/(2*2! + x^4/(4*4! - x^6/(6*6! +$

2.5. Битовые данные.

Алгоритмы логического управления, программные модели конечных автоматов используют битовое кодирование событий и состояний. возможность выполнения операций с битами – уникальная особенность архитектуры MCS51.

1) Доступ к битам в С51

```
bit x1,x2;      //битовые переменные в поле бит

sbit y1=P1^2;   //биты порта P1 (не смешивать с операцией ^ -
//исключающее ИЛИ
sbit y2=P1^3;

char bdata mem  //ячейки  сегмента DATA с битовой адресацией
int bdata mem1
sbit  y1=mem^0  ;0 бит ячейки mem
```

2) Адресация к битам в Ассемблере

```
y3  bit 11h      ;прямой адрес в поле 0-7f  бит
x1  bit P1.0     ;бит порта
z2  bit acc.1    ; бит аккумулятора

bseg at  10 ;абсолютный сегмент битов с10-го адреса
x3:  dbit  2   ; поле из двух бит

 mem equ 21h ;бит-адресуемая ячейка Data
y1:  bit   mem.0  ;0 бит ячейки mem
y2:  bit    mem.1

mov c,x2+3     ; обращение к битам
anl c,y1
mov z1,c
```

Пример.

z1=y1&!y2|x1 // вывести вектор значений функции в порт P1

Программа в с51

```
#include <reg51.h>
```

```
char bdata mem  //бит-адресуемая переменная
sbit x1=mem^0;  //биты двоичного набора
sbit y1=mem^1;
sbit y2=mem^2;
sbit z=P1^0;

main()
{
        for(mem=0;mem<8;mem++)
                {P1<<=1 ; z= y1&!y2|x1;}
}
```

Задания по разделу

1. $z=(y_1/x_1 \vee y_2x_2)(/y_1 \vee x_2)$
2. $z= (y_1 \vee /x_1)(y_2x_2 \vee x_1)$
3. $z=/x1(x2 \vee /x3) \vee x1x4$
4. $z=(x_1 \vee /x_2x_3)(/x_2 \vee x_4)$
5. $z= /y_1 \vee /y_2(y_1x_1 \vee /x_2)$
6. $z=(x_1 \vee /x_3x_4)(/x_1 \vee x_2)$
7. $z=/y_1x_2 \vee y_2(/x_1 \vee /x_2)$
8. $z=(/x_1 \vee x_2)(x_1x_3 \vee /x_4)$
9. $z=(x_1y_1 \vee /x_2y_2)(/x_2 \vee y_1)$
10. $z=(/x_1 \vee y_1)\ (x_2y_2 \vee /y_1)$
11. $z=y_1(/y_2 \vee /y_3) \vee /y_1y_4$
12. $z=(y_1 \vee /y_2y_3)(/y_2 \vee y_4)$
13. $z=/y_1\ y_2 \vee /x_1x_2(y_1 \vee /y_2)$
14. $z=x_1y_1 \vee /x_2(/y_2 \vee /x_1)$
15. $z=(x_1 \vee /x_2 \vee /x_3x_4)(/x_1 \vee /x_4)$

2.6. Система прерывания.

Система прерывания ЭВМ обеспечивает контроль “случайных” внутренних и внешних событий.

Схема прерывания фиксирует внешние или внутренние сигналы, обозначающие события, и вызывает подпрограмму принятия решений и их обработки.

В частном случае, **внешние сигналы** фиксируют события, связанные с завершением асинхронных процессов в периферии и используются при вводе/выводе данных, если они сигнализируют о ее готовности для ввода-вывода.

Например,

– при вводе с клавиатуры – сигналы нажатия клавиш,

– при вводе с аналого-цифровым преобразованием входного сигнала (АЦП)-сигнал завершения преобразования.

Внутренние сигналы и события связаны, например, с завершением или началом временных интервалов, с достижением контрольных точек в программе.

2.6.1.Внешние прерывания.

Внешние события в MCU MCS51 представлены сигналами-запросами прерывания на входных портах P3.2=INT0 и P3.3=INT1.

Таблица 2.1.

1	2	3	4	5	6	7
p3.2 /**INT0**	IT0	IE0	EX0	0	0	03
p3.3 /**INT1**	IT1	IE1	EX1	2	2	13h

1 – входные сигналы прерываний.
2 – тип прерываний IT0=1 – выбирается H/L фронт входного сигнала. Виртуальные внутренние сигналы прерывания или программные прерывания могут быть сформированы программно при выводе в порты P3.2 или P3.1. Тогда изменение состояния контакта схема порта трактуется как внешнее событие.
3 – бит регистра запросов прерываний (IE=1 запрос). Бит сбрасывается при входе в прерываний.
4 – Маска разрешения прерывания (EX0=1 разрешено).
5,6 – Номер (приоритет) прерывания – чем меньше номер, тем выше приоритет.
7 – Адрес-вектор в таблице векторов прерываний в памяти Code.

Виртуальные внутренние сигналы прерывания или **программные прерывания** могут быть сформированы программно при выводе в порты P3.2 или P3.1. Изменение состояния контакта порта можно рассматривать как внешнее событие.

Работа системы прерываний.

1. Если бит маски и бит разрешения прерываний EA равны единице, на регистре запросов аппаратно фиксируются запросы прерывания.

2. В конце текущей команды выбирается наиболее приоритетный запрос и формируется вызов в памяти Code подпрограммы обработки прерывания через вектор прерывания. Выбранный запрос сбрасывается при входе в прерывание.

3. В подпрограмме сохраняется состояние программы (ACC, PSW, регистры), выполняется некоторая функция, восстанавливается состояние и происходит возврат в прерванную программу.

Управление прерываниями:

1. Установить маску прерывания и бит разрешения прерываний EA.
2. Выбрать тип прерывания (по спаду H/L или по уровню L) для внешних сигналов INT0, INT1.
3. Сформировать вектор прерывания в таблице векторов по фиксированному адресу – (jmp на программу обработки в Ассемблере).
4. Подготовить программу обработки, которая завершается командой возврата из прерывания reti (в Ассемблере).
5. Основная программа и программа обработки прерываний должны быть смещены в памяти Code на размер таблицы векторов прерывания (в опциях C51 проекта Кейл и в сегментах для Ассемблера).
6. В программе на Ассемблере резервировать Стек для прерываний и подпрограмм (по умолчанию в C51 назначается **SP=07**).
7. В программе на Ассемблере предусматривается сохранение состояния (контекста) программы и восстановление. Для сохранения и восстановления активных регистров r0-r7 могут быть использованы два варианта – сохранение регистров в Стеке и сохранение переключением регистрового банка.

Обращение к подпрограмме в C51

```
Void Ex00(void) interrupt   0     using 1
{                                 }
```

Ex00- имя подпрограммы обработки прерывания.

Interrupt – служебное слово-признак функции и 0-номер прерывания.

Using 1 – регистровый банк 1 используется в подпрограмме.

Указывая номер банка регистров, автоматически сохраняем **контекст** программы из регистров общего назначения текущего банка. При этом в программе обработки прерывания используется новый регистровый банк. При выходе из программы прерывания автоматически восстанавливается регистровый банк и регистровый контекст на момент прерывания.

В языке C51 шаги 3-7 выполняются автоматически, в Ассемблере программируются.

Пример.

Программа обработки внешнего прерывания INT0 **(**ввод по прерыванию**)**

```
#include <reg51.h>

intt0() interrupt 0  //подпрограмма обработки прерывания, ввод по готовности
{ выполнить ввод с порта 2/10 числа и преобразовать в двоичное }
```

```
main()
{ EX0=1;      //маска внешнего прерывания INT0
  IT0=1;      //тип прерывания H/L фронт на входе P3.2=INT0
  EA=1;       //разрешение прерываний
  while(1);   //ожидание прерываний в динамическом останове
}
```

Ассемблер.

```
  iseg at 30h ;сегмент памяти для стека
Stack ds 4   ; 4 байта для стека

  cseg at 0  ;стартовый адрес
  jmp start

  cseg at 3h  ; вектор внешних прерываний INT0
   jmp ex00

  cseg at 40h
start: mov SP,#Stack-1   ;начало программы
       setb EX0 ;маска
          setb IT0 ; тип прерывания
          setb  EA  ; разрешение прерывания
Cikl:  add a,#0x100
           Jmp cikl

 ex00:  push ACC   ;сохранить ACC
           push PSW   ;сохранение состояния
        mov a,P2   ; подпрограмма принятия решения по прерыванию
           Add a,P1
           Mov P0,a
           Pop PSW
           Pop ACC
           Reti
end
```

2.6.2.Внутренние прерывания при переполнении таймеров.

Внутренние прерывания могут быть сформированы последовательным каналом ввода-вывода USART и двумя таймерами.

Таймеры – счетчики реального времени, задаваемого стабильным кварцевым генератором частоты. В MCS51 принят основной цикл выполнения команды 12 тактов генератора частоты. Команды выполняются за 1-2 цикла.

Один цикл является единицей времени, отсчитываемой таймером. Если установить частоту генератора 12 Мгц, то частота отсчета 1 Мгц и единица времени 1 мкс.

Контроль продолжительных промежутков, измерение реального времени выполняются с использованием прерываний от таймеров. Записываем в таймер константу (– С), тогда отсчет до прерывания выполнятся за С мкс.

Таблица параметров внутренних прерываний.

Таблица 2.2.

1	2	3	4	5	6	7
		TF0	ET0	1	1	0bh
		T1vR1	ES	4	4	23h
		TF1	ET1	3	3	1bh

Запросы прерываний **TF0. TF1** формируются при переполнении таймеров и установкой по программе.

Управление 16-битовыми таймерами задается битами управляющего регистра TMOD

Таймер 0 представлен двумя регистрами SFR - **TH0.TL0**
Таймер 1 - регистрами **TH1.TL1**

a) Выбор режима 16-бит счетчика таймера 1 **TMOD[5.4]=01**
таймера 2 **TMOD[1.0]=01**
b) разрешение счета таймера 0 - бит **TR0=1**
разрешение счета таймера 1 - бит **TR1=1**
c) режим **Gate** таймер считает, пока на входе INTi высокий уровень,
по INT1 **TMOD.7 =1**
по INT0 **TMOD.3 =1**

Примеры.
1. Счетчик прерываний от таймера в P3.

```
#include <reg51.h>

intt0() interrupt 1  //счетчик времени
{ P3++; }

main()
{ TMOD=1;     //режим 16-бит счетчик Tm0
  ET0=1;      //маска прерывания Tm0
```

```
  TR0=1       //разрешение счета
  EA=1;       //разрешение прерываний

  while(1);    //ожидание прерываний
}
```

2. Измерение длительности интервала на входе INT0 по Gate0

```
intt0() interrupt 0
{
   P2=TH0;
   P3=TL0;
   TL0=0; TH0=0;
    }

main()
{ TMOD=09;      //режим 16-бит счетчик Tm0, Gate0
  TR0=1       //разрешение счета
  while(1);    //ожидание прерываний
}
```

Задание 1.

Часы.

Таймеры по переполнению через постоянный интервал времени вызывают прерывания. Счетчик событий используется для расчета текущего времени с учетом длительности интервала в десятичной системе в секундах и минутах в портах P1,P2. Точность измерения не менее 0.1 сек на интервале 1 минута.

```
#include <reg51.h>

unsigned int code tt=0x10000-50000; //-50000 константа пересчета == 1/20 сек
unsigned char  th,tl;

unsigned    char sec,min;
unsigned   char count=0;

intt0() interrupt 1  //счетчик
{
  TL0=tl;  //загрузить константу пересчета
  TH0=th;
  count++;  счетчик переполнений
  if(count==20) {sec++;count=0;}
```

```
  if(sec==60){min++; sec=0;}
   }
main()
{ tl=tt&0xff;  //формирование констант для TH0 и TL0
  th=tt>>8;
  TMOD=1;
  ET0=1;
  TR0=1;
  EA=1;
  while(1)
    { P1=sec;
        P2=min; }
}
```

Задание 2.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ).

ШИМ применяется в технике для управления двигателями постоянного и переменного тока, управления питанием и в технике связи. Программируемая ШИМ может быть использована в этих приложениях как способ ввода-вывода информации в ЭВМ во встроенных микропроцессорных системах. ШИМ-способ прямого программного управления периферийными устройствами в ЭВМ.

Суть модуляции состоит в том, что информацию можно представить скважностью t1/(t1+t2) прямоугольных сигналов рис. 2.13.

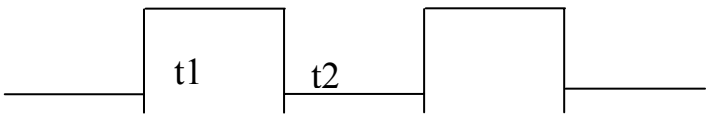


Рис.2.9. Диаграмма ШИМ.

При постоянном периоде T=t1+t2 скважность Q(t/T) – функция от длительности положительного сигнала t. Используя масштабирование, Q можно привести к любому численному диапазону и интерпретировать его как напряжение, дискретное значение непрерывной функции, как битовую последовательность и др. Используя внешний фильтр (интегратор), можно выделить постоянную составляющую или низкочастотную непрерывную составляющую, например, кодируемый ШИМ синусоидальный сигнал. Для этого сигнала можно программировать частоту в ограниченном низкочастотном диапазоне

Ниже приведена схема ШИМ для формирования частоты.

Таймер 0 при переполнении переключает по прерыванию бит INT1 порта P3, формируя прямоугольный сигнал, и загружается константой пересчета.

Длительность положительного интервала INT1 измеряется Gate-режимом в таймере 1. Состояние таймера сохраняется по прерыванию INT1 (H/L перепад) и выводится для контроля в порт.

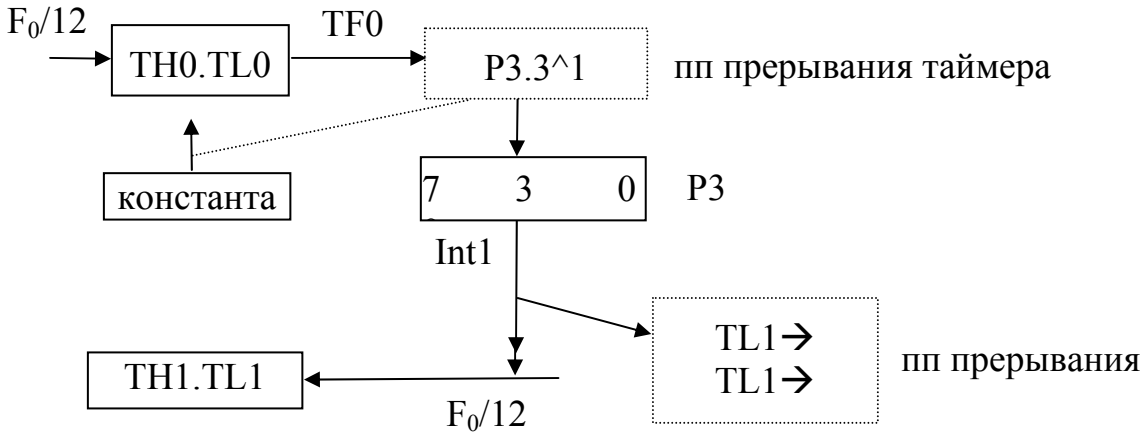


Рис. 2.10. Схема формирования и измерение частоты ШИМ.

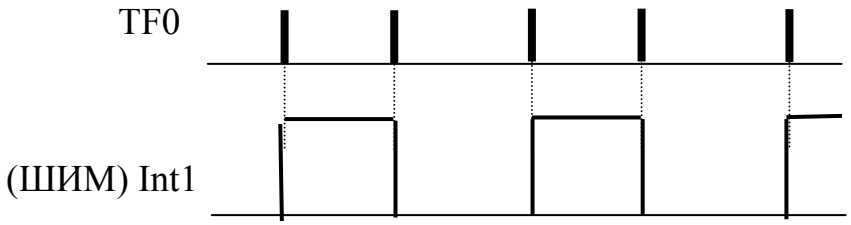


Рис.2.11. Временная диаграмма ШИМ.

Программа измерений на С и в Ассемблере. Проверить совпадение измерений с Анализатором.

Задание 3.

Измерить частоту входного сигнала, формируемого сигнальной функцией.

Система KEIL позволяет формировать и запускать для параллельного исполнения прикладную программу и программу имитации работы внешнего оборудования.

Внешние программы имитации **.INC** запускаются на исполнение в порядке очереди, которая формируется симулятором в “реальном времени”. Для выделения времени на исполнение сигнальных функций **обязательно** в

цикле формирования периодического сигнала применяются операторы задержки **twatch(100).**

Функции SIGNAL разрабатываются в С-подобном языке, в языке доступны все внешние порты MCU, которые могут быть обозначены виртуальными обозначениями (см. Help Keil).

Для выполнения сигнальных функций:

1. Перейти в режим Загрузки(Debug);
2. В окне COMMAND выполнить команду загрузки сигнального файла

>include fnt.inc (файл fnt.inc должен быть в одном каталоге с объектным).

3. Запустить прикладную программу

Пример файла **func.inc.**

```
// Функции формирования входного периодического прямоугольного сигнала в Бите P3.2- INT0)

SIGNAL void Signa (unsigned int Time) {
twatch (Time);
while (1) {
PORT3 = 0x3f;
twatch (Time);
PORT3 = 0;
twatch (Time);
} }
```

Signa(1000) //запуск функции

La PORT3 //вывод сигнала в Анализаторе

Сформировать сигнальной функцией на входе P3.2 прямоугольный сигнал и измерить его скважность. При этом методом **Захвата (Capture)** измеряется период и методом **Gate –** длительность положительного сигнала**.**

Задание 4.

Передать через порт двоичный код n=5,6,7,8,…бит в ШИМ

вариант 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

бит 5 6 7 8 9 10 11 12 5 6 7 8 9 10 11 12

Внешний сигнал в ЩИМ формируется **функцией SIGNAL** на входе INT1.

3. Программное управление вводом-выводом в ЭВМ.

3.1. Пульт ввода-вывода оператора.

Ручное управление и ввод, контроль состояния ЭВМ и объекта управления, оперативное программирование осуществляется с **локальных**

пультов. Типичный состав пульта – двузначные переключатели (Включение, Выключение, Режимы, ...), клавиатуры, светодиодные и ЖКИ-индикаторы.

Ввод данных с переключателей и клавиатуры.

Использование внутренних прерываний.

Метод периодического сканирования клавиатуры с прерыванием при обнаружении нажатия клавиши. Останавливается сканирование и формируется код сканирования.

Каждой клавише ставится в соответствие единственный 8-битовый код. Код используется для идентификации клавиши.

Пример раскладки клавиатуры

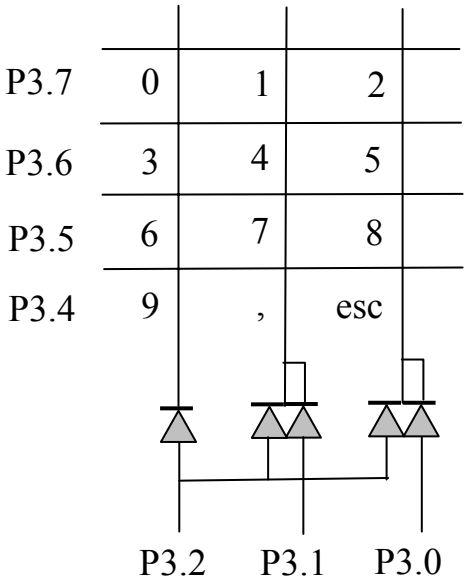


Рис. 3.1. Раскладка клавиатуры.

При сканировании, например, строки P3.7=0 и нажатой клавише 1 низкий уровень(L) через развязывающий диод поступает на вход прерывания INT0=P3.2 и на вход P3.1, где считывается и формируется значение кода сканирования. Все остальные биты порта P3 – единицы.

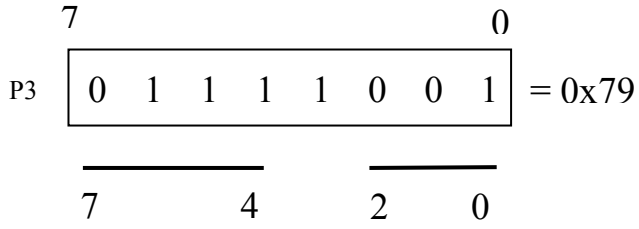


Рис. 3.2. Код сканирования.

Основная программа ввода числа с клавиатуры (фиксируется нажатие клавиши, идентифицируется клавиша и формируется текущее значение числа с переводом 10/2).

Алгоритм последовательного сканирования

1) Формирование кода сканирования **строк P3[7..4]=7.**

2) Контроль нажатия клавиши – **(установить код и** сформировать прерывание).

3) Идентифицировать замкнутый переключатель по коду 0x79.

4) Ожидание размыкания считыванием кода с порта P3, в младшей тетраде кода (должно быть 0x0F).

```
#include <reg51.h>

float numb; //целое число при вводе
char digit; //цифра, вводимая с клавиши
  //предопределение функций – позволяет в любом порядке вводить их в конце
//программы
char xdata mas[8]; //формирование строки символов из вводимых цифр

void Int00(void);
//ввод десятичного числа цифра за цифрой
                    //идентификация цифры по коду клавиши

main ()
{
EX0=1; //маски прерываний
IT0=1; //тип прерывания – по фронту
EA=1;      //разрешение прерываний
while (1); //ожидание прерываний
 }

void Int00(void) interrupt 0  //фиксировать нажатие клавиши по прерыванию
INT0
{

switch (P3)
            { case 0x01: digit='0'; break;
              case 0xfe: digit='1'; break;
              case 0x02: digit='2'; break;
              case 0xfd: digit='3'; break;
              case 0x79: digit=4; break;
              case 0xfb: digit=5; break;
              case 0x08: digit=6; break;
```

```
                case 0xf7: digit=7; break;
                case 0x10: digit=8; break;
                case 0xef: digit=9; break;
                case 0xef: digit=’,’; break;
                case 0xef: digit=’e’; break;
                        default: digit=0xff;
              }
if(digit==’,’)  {mm=m; mas[i++]=digit; digit=0xff}
if(digit==’e’)    //завершение ввода числа
          {i=0; digit=0xff ;
              numb/=mm;  } //масштабирование с учетом запятой
else {numb=numb*10 +digit&0xf; m*=10;}
if (digit!=0xff)
  { mas[i++]=digit;  //сохранить цифру
          m*=10;       //масштаб числа
              numb=numb*10+(digit&0x0f);     // перевод 10/2
}
  while(~INT0 );

}
```

Задание.

Построить таблицу кодов сканирования.
Разработать программу ввода чисел для заданной раскладки.

Варианты раскладки клавиатуры

1) **1 2 3 4**
5 6 7 8
9 0 , esc

2) **1 2 3 4 5**
6 7 8 9 0
- , esc

3) **1 2 3**
4 5 6
7 8 9
0 , esc

4) **← ↑ →**
F1 ↓ F2
, -- esc

3.2. Работа ADC преобразователя ЭВМ SAB515/535.

Структура блока измерения с учетом встроенных в SAB515 схем управления аналого-цифровым преобразованием включает следующие программно-доступные регистры:

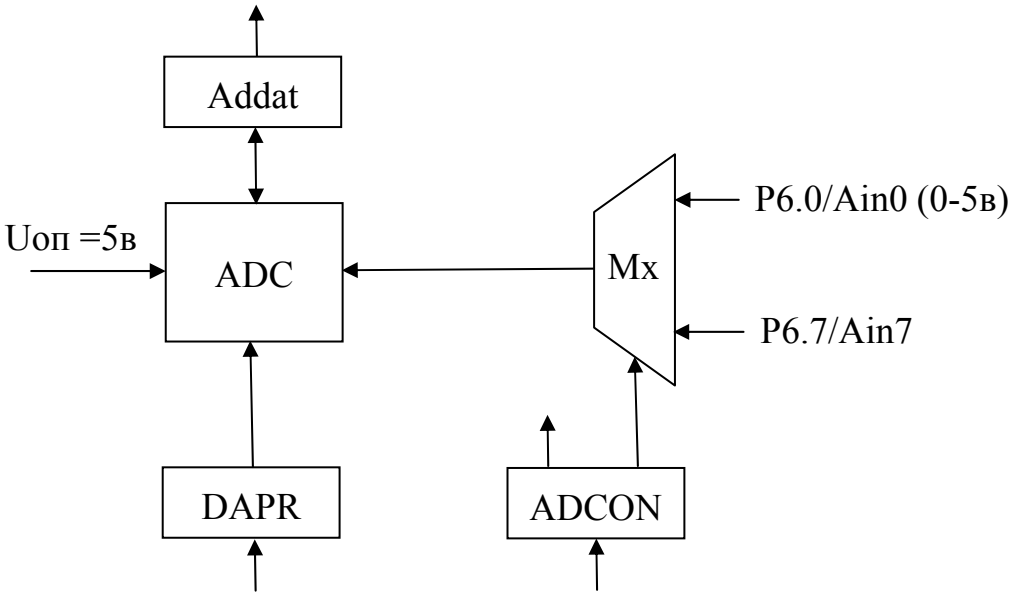


Рис. 3.3. Программируемая схема ADC.

1) 8 адресуемых аналоговых входа Ain0-7 порта P6.

Входной аналоговый сигнал подключается к одному из входов

2) регистр команд ADCON= b.clk.-.bsy.adm.mx[2.0]

Bsy=1 – признак преобразования в ADC.

Adm= 0/1 – одиночное/многократное преобразование.

Mx - адрес входного канала.

3) регистр масштаба DAPR=0 , опорное напряжение 5 в и диапазон входного сигнала 0-5 в.

4) результат преобразования - регистр ADDAT.

5) 8-разрядный ADC-преобразователь S(Ux) последовательного приближения. Завершение преобразования – по сигналу готовности **bsy=0**, по прерыванию или при одиночном преобразовании – по времени (задержка ~ 20 мкс).

Значение аналогового сигнала

$U=U_{оп}/2^8$ *S,

где $U_{оп}/2^8$ – цена бита для 8-разрядного преобразования;

S-двоичный код – результат преобразования;

$U_{оп}$ – максимальное значение сигнала на входе;

$U=U_{оп}$ для $S=2^8 = 0xFF$.

Программа чтения периодического аналогового сигнала с сохранением и обработкой в MCU:

```
        #include <reg515.h>      //в опциях Project выбрать  микросхему SAB8C515 фирмы
                                 // Infenion
        delay(char t) //задержка преобразования
        { while(t--); }

        main()
        {  char i;

         while(1)
              for(i=0; i<100; i++)
                { DAPR=0;   //запуск преобразования с опорным напряжением 5в
                     delay(20);  //задержка для завершения преобразования
                        P3=ADDAT;  //чтение результата и подтверждение его в P3 для Анализатора
                }
        }
```

Сигнальная функция для работы с Логическим анализатором (файл adc.inc)

```
SIGNAL void Signa (unsigned int Time) {   //Сигнальная функция
float x;

twatch (Time);
while (1) {

   //sin(x) –аналоговая float величина , с учетом опорного (и максимального по умолчанию) напряжения  0xff ~5в
    AIN0 =__sin(x)*2 + 2,0;  //масштабирование и смещение в положительной области на 2 вольта
    twatch (Time);   //задержка для последовательного исполнения симулятором  двух программ
        }
}
}
Signa(1000)    //запуск сигнальной функции  -
LA AIN0     // контроль аналогового сигнала на входе
LA PORT3   //чтение целой величины –результата преобразования через порт P3 из программы измерения.
```

Include adc.inc   - командный режим

Signal kill signa – командный режим

Задания.

– измерить частоту, амплитуду и смещение аналогового сигнала по результатам измерения ADC.

```
#include <reg515.h>

        unsigned int volt,tm;  //значение в мв
      unsigned char max=0,min=0;

      delay(char t)
      { while(t--); }

       Adc() //функция преобразования
      {
        DAPR=0;   //запуск преобразования
          delay(20);  //задержка для завершения преобразования
        P3=ADDAT;  //чтение результата и подтверждение его в P3 для
Анализатора
      }

      main()
      {  char i;
       TMOD=1;
       ADCON=0; //выбирается  вход   0 и режим одиночного преобразования
      //найти max и min
       while(INT0)  // ожидание завершения = нажатие клавиши INT0
                    {         adc();
                    max= (P3>max)? P3 : max;
                    min= (P3<min)? P3 : min;
             }
        //измерить период :  начало измерения – ожидание max
          while(P3<max)  adc();

        {TH0=0;TL0=0;TR0=1;} //запуск таймера по max для измерения ½
периода

          while(P3>min) adc(); //ожидание min
               TR0=0;
          tm=(TH0<<8) + TL0; //захват по min

         while(1);
      }
```

3.3. Последовательный интерфейс.

Последовательные каналы (интерфейсы) с минимальным числом линий связи (2-3) широко применяются для подключения к ЭВМ программируемого удаленного оборудования.

Интерфейсы различаются как синхронные и асинхронные.

1. Синхронные Интерфейсы для внутрисхемного (внутриплатного) применения в режиме Ведущий(Master)-Ведомый(Slave)**.** В явном виде используется линия жесткой **побитовой синхронизации** и дуплексная (двунаправленная) линия данных. Синхросигнал формирует Ведущий.

2. Асинхронный интерфейс используется как внешний, так и внутренний – межмодульный и мультимашинный.

Для связи с удаленным периферийным оборудованием или HOST-машиной, требуются помехоустойчивость, согласование уровней и электрическая развязка по питанию. Согласование обеспечивается специальными схемами преобразования сигналов в **стандарте RS232** (1962 г EIA) – физический интерфейс NRZ (точка-точка), расстояние до 15 м, скорость до 19.2 Кбод (в настоящее время- 115 Кбод). Уровни сигналов от -12 до -5в – значение единицы и от +5 до +12в – значение нуля, минимальное число линий 3 (Tx,Rx,Gnd).

Асинхронный протокол обмена данными по внешним каналам передачи данных 8-9 бит включает 8 бит двоичного кода данных и, в частном случае, бит контроля четности, Для выбора байта в последовательности битов используется *старт-бит* низкого уровня и завершающий *стоп-бит* высокого уровня.

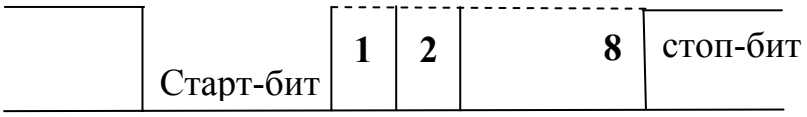


Рис. 3.4. Протокол передачи байта в RS232.

Синхронизация битов обеспечивается:

- многократным 1:16 и более сканированием бита,
- одинаковой скоростью передачи на стороне датчика и приема на стороне приемника.

При этом допускается некоторое рассогласование синхронизации по фазе, что и характеризует такой интерфейс как асинхронный.

RS232 (COM-порт) используется в качестве внешнего интерфейса ПЭВМ для подключения периферии.

В USART **MCS51** совмещены синхронный и асинхронный интерфейсы, предусматриваются 4 режима:

0 – синхронный режим для межсхемного использования полудуплексный двухпроводный с двумя линиями – двунаправленная линия данных и однонаправленная линия синхронизации, скорость передачи 1 Мбод.

1 – асинхронный 8-битовый дуплексный (линия Td- передачи и линия Rd-приема) с программируемой таймером Тм1 скоростью обмена (стандартный ряд скоростей – 480 бод, 960, ..4800, 9600, 19.200, – до 115 кГц). 8-разрядный таймер позволяет получить необходимую скорость до 19.2 Кбод с точностью не менее 3% при частоте 11.059 Мгц.

Завершение обмена контролируется битами готовности TI (завершение передачи), RI (завершение приема) или по прерыванию при установке этих битов.

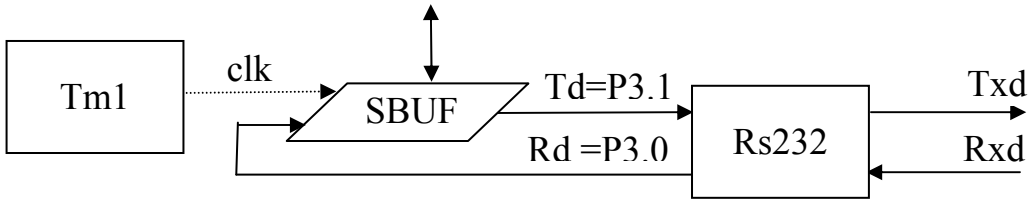


Рис.3.5. Схема работы модуля UART с RS232.

Модуль содержит регистр **данных SBUF** и управляющий регистр

SCON= SM[0.1].SM2.REN.TB8.RB8.Ti.Ri

Линии передачи Td и приема Rd могут быть использованы для соединения модулей в мультимашинной системе. Для организации внешнего интерфейса в стандарте Rs232 используется внешняя схема преобразования уровней.

При **инициализации USART** в регистре **SCON** разрешается чтение **REN=**1, выбирается режим SM[0-1]={0 – синхронный(S), **1- асинхронный(A), 3-асинхронный мультимашинный}.**

Скорость передачи задается таймером Тм**1** (режим 2 – меандр, 8 – разрядный счетчик, частота задается константой в TH1).

Передача начинается записью байта в регистр SBUF=x, биты кода передаются в **линию Txd** младшими разрядами вперед, завершается передача установкой признака **Ti=1;**

Если разрешен прием **(REN=1)**, то поступающая на **вход Rxd** последовательность бит сдвигается в регистр SBUF и устанавливается признак завершения приема **Ri=1**.

Типовая настройка – скорость обмена 9600 бод, 8-бит формат, 1 – стоп бит, нет бита контроля четности, управление обменом – программное, режим асинхронный SM=01.

Стандартные функции из библиотеки **studio.h** языка C51 обмениваются данными через USART.

Функция **char getkey()** – ввести символ

Функция **printf(“text %d\n”, x)** – форматированный вывод в последовательный канал, результат отображается в окне **Serial** системы Keil.

Ввод по прерыванию

```
#include <reg51.h>
#include <stdio.h> //библиотека ввода-вывода C51

Char  i,aa[5];
Int x;

Seria() interrupt 4
{
   s=getkey();
   aa[i++]=s;
  x=x*10+(s&0x0f);   //двоичное число
    If (i==4)  { printf("x= %s3d\n", x);   // форматированный вывод  в USART
                                I=0;
                          }
}

Main()
{
          SCON=0x50; //режим асинхронный 8 бит, ren=1
          TMOD=0x20; //таймер 1 – режим 2
           TH1=0xfd;    //константа автозагрузки – частота 9600 бод
           TR1=1;
             ES=1; //маска прерывания
           EA=1;
             TI=1;  //начальная установка готовности передачи
          While(1);

}
```

Прикладная программа выбирает режим и разрешает обмен.

Сигнальная функция формируют внешнюю передачу через последовательный канал.

В сигнальной функции используется переменная **SIN** для обозначения входа RxD последовательного канала

SIN=0x55;

По умолчанию также предусматривается вывод значения оператором printf(..) в окне SERIAL, выбираемого меню VIEW.

Ниже приведен файл serial.inc **ввода числа**

```
signal void serial(void){
char s;
for(s=0; s<5;s++){
  twatch(1000);
  SIN=s+0x30;  //ввод через usart ASCII-кода  цифры
  }
  }
```

serial() //исполнение функции

Функция serial() формирует символ на входе RxD, в окне Watch отображается введенный текст.

Задание:

- организовать терминальный режим управления с клавиатуры;
- ввести десятичное число с естественной запятой и преобразовать в двоичное с плавающей точкой
- результат вывести в окно дисплея.

Если использовать оператор ASSIGN COM1, то обмен осуществляется через физический порт COM1 PC – можно связаться с внешней программой терминала.

Литература.

1. Help в Keil (C51, Макроассемблер, Система команд MCS51).
2. Сташин В.В. Урусов А.В. Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах, М: Энергоатомиздат, 1990.

Приложение 1.

С и с т е м а к о м а н д MCS51 – мнемокоды.

Арифметика и логика

```
add  a,{ri,@rj,#d,ad}  a←a+{...}, призн c,v,p
addc a,{ .....}  a←a+{...}+c,     ....
subb a,{.....}  a←a-{...}-c, ....
inc  {ri,@rj,ad,dptr,a}   {....}+1
dec  {ri,@rj,ad,a}
mul  ab       ba←a*b v=(a*b>255)     0→c,p
div  ab       a←a/b, b←rest     (b==0)→ov, 0→c
anl  a,{ri,@rj,#d,ad}  a&{..}→a       0→c,p
anl  ad,{#d,a}
orl  a,{ri,@rj,#d,ad}     a v {…}→ a
orl  ad,{#d,a}
xrl  a,{ri,@rj,#d,ad}
xrl  ad,{#d,a}
clr  a
cpl  a        не(a)
rl   a        rol(a)     p
rlc  a        rolc(a), c,p
rr   a        ror(a)     p
rrc  a        rorc(a), c,p
da   a        коррекция
```

Пересылки

```
mov a,{ri,@rj,#d,ad}    a<-{......}
mov {ri,@rj},a          {.....}<-a
mov {ri,@rj},ad         {.....}<-ad
mov ad,{ri,@rj,#d,ad,a} ad<-{.....}
mov {ri,@rj},#d
mov dptr,#d16
movc a,@a+dptr    a←Code(dptr+a)
movc a,@a+pc      a←Code(pc+a)
movx a,{@rj,@dptr}      a←xram{..}
movx {@rj,@dptr},a      xram{..}←a
push ad      Data(+sp)←Data(ad)
pop  ad      Data(sp-)→Data(ad0
xch a,{ri,@rj,ad}      a←→{.....}
xchd a,@rj      a(3-0)←→@rj(3-0)
swap a          a(3-0)←→a(7-4)
```

Команды булевского процессора

mov bit,c mov c,bit
clr {c,bit} anl c,{bit,/bit}
cpl c orl c,{.....}
setb {c,bit} jbc bit,rel
jc rel jnc rel jb bit,rel jnb bit,rel

Управление программой и ветвления

ljmp a16 PC←-a16
ajmp a11 PC(10.0)←a11
sjmp rel PC+rel
jmp @a+dptr PC←a+dptr
jz rel PC+rel,если (a=0)
jnz rel .... ,если (a<>0)
jc rel ....
jnc rel ....
jb bit,rel .... ,если bit=1
jnb bit,rel .... ,если bit=0
jbc bit,rel ... ,если bit=1,bit<-0
djnz {ri,ad},rel {}-1;pc+rel,если {}<>0
cjne {ri,@rj},#d,rel rel,если {}<>#d
lcall a16 стек←pc, PC←a16
acall a11 ...., PC(10-0)←a11
ret PC←стек
reti PC←стек,tf←0
nop пропуск

Обозначения битов SFR									**Адрес**
	7	6	5	4	3	2	1	0	
acc	.	.	.	.	.	.	.	.	e0i
b	.	.	.	.	.	.	.	.	F0i
psw	c	ac	f0	rs1	rs0	ov	.	p	d0i
sp									81
dph									83
dpl									82
ie	ea	.	.	es	et1	ex1	et0	ex0	a8i
p0	.	.	.	.	.	.	.	.	80i
p1	.	.	.	.	.	.	.	.	90i
p2	.	.	.	.	.	.	.	.	a0i
p3	rd	wr	t1	t0	int1	int0	txd	rxd	b0i
ip	.	.	.	ps	pt1	px1	pt0	px0	b8i

tmod gate1 c/t1 m1 m0 gate0 c/t0 m1 m0 89
tcon tf1 tr1 tf0 tr0 te1 it1 ie0 it0 88i
th0 8c
tl0 8a
sbuf 99
th1 8d
tl1 8b
pcon smod . . . gf1 gf0 pd idl 87
scon sm0 sm1 sm2 ren tb8 rb8 ti ri 98i

Обозначения адресов и признаки

ri= {r0,r1,...,r7} rj={r0,r1} **psw=(c,ac,f0,rs1,rs0,v,-,p)**
p - нечетное число единиц в аккумуляторе
f0- признак пользователя, rs1.rs0 - банк регистров
@r0,@r1 - косвенная адресация к внутренней RAM Data,
ad - адрес Data, имя специального регистра
bit - адрес бита в поле битов 00-7f или в специальном регистра-
адрес образуется из собственного адреса регистра, к которому добавляется номер бита;
,разряд специального регистра acc.5, psw.0, ... ,(80i - адеса битов 80,...87 регистра 80)
обозначение бита smod,sm0,....
/bit - инверсия бита
rel - относительный адрес <метка> в доп. коде

Приложение 2.

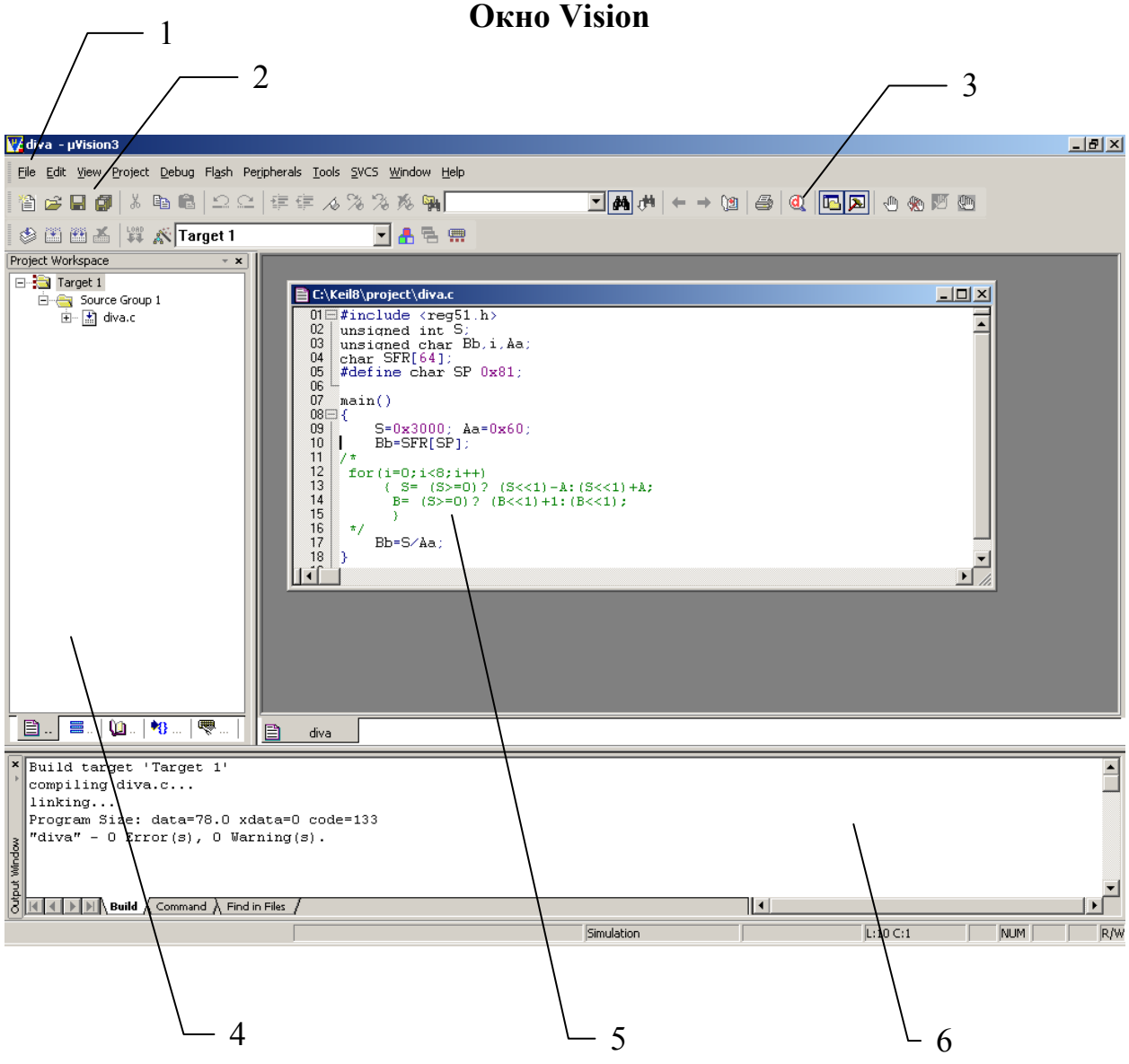
Интегрированная система программирования и отладки Keil.

Назначение Интегрированной среды **IDE:**

- Программирование задач на языке Ассемблера MCS51, C51.
- Создание проекта для работы с программой на разных этапах.
- Синтаксический контроль.
- Компиляция программы в объектный код (HEX-файл и LIST-листинг).
- Загрузка и симуляция выполнения программы с контролем состояния памяти и периферии.

Система содержит полную библиотеку элементов с ядром MCS51, выпускаемых различными фирмами. Библиотека дополняется новыми элементами в последних версиях, которые можно загрузить из Интернета. Система работает во всех версиях ОС Windows.

Окно Vision



1. Основное меню.
2. Кнопки – синтаксический разбор, компиляция и сборка.
3 Кнопка вызова загрузчика и симулятора.
4. Проект.
5. Окно редактирования исходного текста программы.
6. Окно сообщений компилятора.

Стандартное меню Vision

File Edit View Project Debug Flash Peritherial Tools SVCS Window Help

Standart Tools Menu загружается в **Tools** и **View** и содержит символы обращения к различным функциям, локализованным в других ссылках **Menu**

File

New - редактирование текстовых файлов
Open -
Close -
Save - все остальные имеют стандартное назначение

Edit - имеют стандартное назначение

Project

New → μVision project
Import
Open
Close

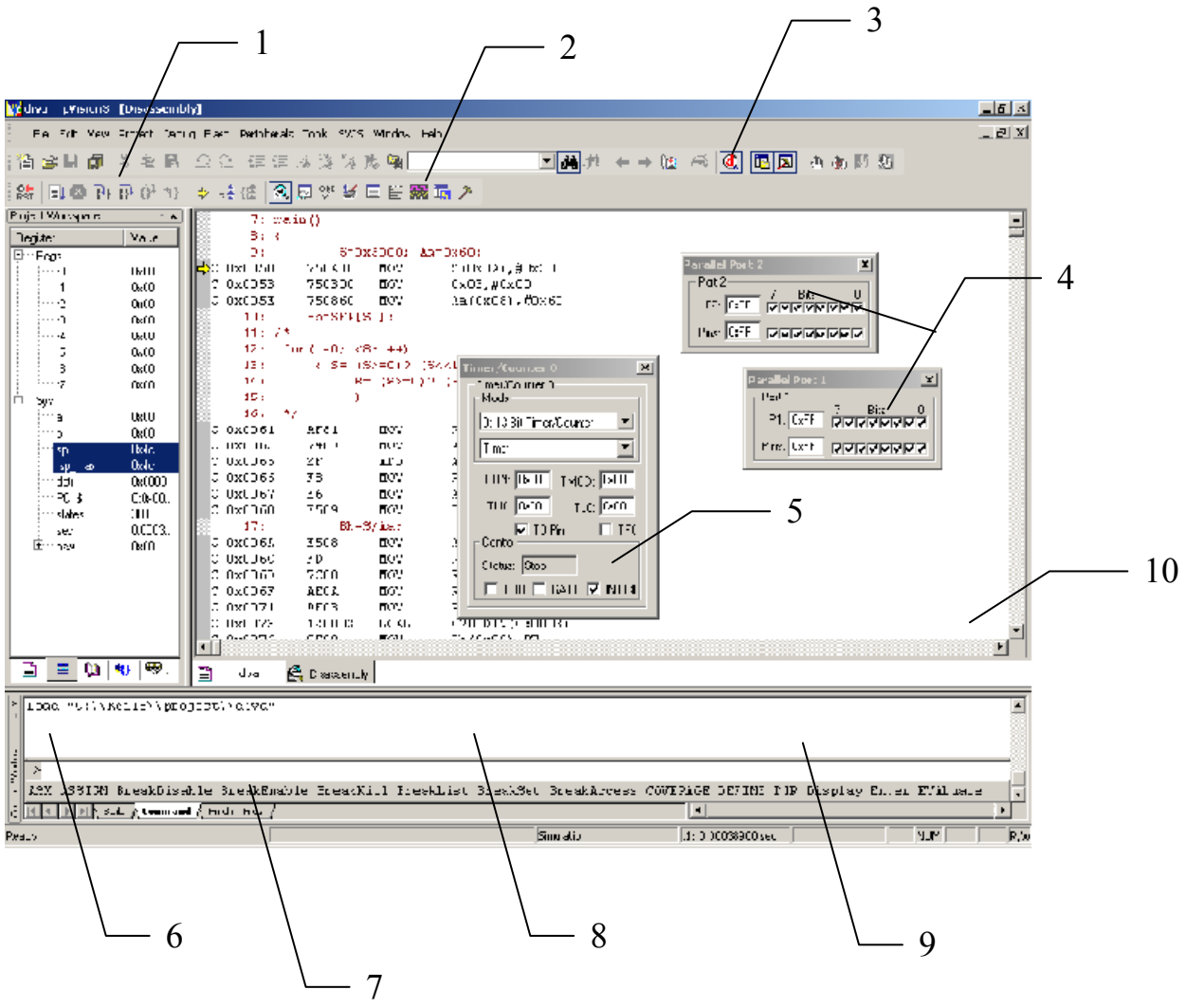
Manage → компоненты, окрестности
Select Device → библиотека элементов
Options → настройки параметров компиляции и загрузки
Device – выбор модуля
Target - выбор частоты MCU
Out - вывод HEX-кода
List – вывод листинга .lst
C51 – размещение таблицы векторов
L51 – размещение программы Code
размещение данных в памяти Xdata

Build - синтаксический разбор и линкирование
Translate –синтаксический контроль

Peritherial –активизируется после загрузки Project и

Содержит ссылки на периферию конкретной выбранной в проекте машины.

Окно Загрузчика (Debug)



1. Кнопки управления исполнением программы – автомат, шаг, ..до маркера.
2. Выбор окна Анализатора.
3. Выход из загрузчика.
4. Окна цифровых портов.
5. Окно таймера выбрано из Периферии.
6. Сообщения загрузчика.
7. Командная строка.
8, 9. Размещение окон Watch, Memory – выбираются в меню View.
10. Загруженный исполняемый файл в смешанной форме.

Приложение 3.

Вопросы по курсу лабораторных работ к зачету и экзамену.

1. Программная модель MCS51 в C51.
2. Программная модель MCS51 в Ассемблере.
3. Структура памяти – адресация.
4. Арифметические и логические операции.
5. Команды управления программой.
6. Преобразование 2/10, 10/2 при вводе-выводе через порты.
7. Символьные преобразования 10/16.
8. Символьные преобразования 16/10.
9. Программа умножения в C51.
10. Программа деления в C51.
11. Вычисление функций с дробными числами – масштабирование
12. Макроассемблирование, применение.
13. Битовые данные.
14. Система прерывания MCS51.
15. Внешние прерывания, применение.
16. Внутренние прерывания от таймеров, применение.
17. Методы измерения временных параметров Захватом и в режиме Gate
18. Широтно-импульсная модуляция.
19. Измерения реального времени – часы.
20. Ввод данных с клавиатуры.
21. Принцип работы ADC SAB515.
22. Последовательный интерфейс UART MCS51.
23. Структура и возможности системы Кейл.

СПбГУ ИТМО стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов России на 2007–2008 годы и успешно реализовал инновационную образовательную программу «Инновационная система подготовки специалистов нового поколения в области информационных и оптических технологий», что позволило выйти на качественно новый уровень подготовки выпускников и удовлетворять возрастающий спрос на специалистов в информационной, оптической и других высокотехнологичных отраслях науки. Реализация этой программы создала основу формирования программы дальнейшего развития вуза до 2015 года, включая внедрение современной модели образования.

КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

О кафедре

Кафедра ВТ СПбГУ ИТМО создана в 1937 году и является одной из старейших и авторитетнейших научно-педагогических школ России.

Первоначально кафедра называлась кафедрой математических и счетно-решающих приборов и устройств и занималась разработкой электромеханических вычислительных устройств и приборов управления. Свое нынешнее название кафедра получила в 1963 году.

Кафедра вычислительной техники является одной из крупнейших в университете, на которой работают высококвалифицированные специалисты, в том числе 8 профессоров и 15 доцентов, обучающие около 500 студентов и 30 аспирантов.

Кафедра имеет 4 компьютерных класса, объединяющих более 70 компьютеров в локальную вычислительную сеть кафедры и обеспечивающих доступ студентов ко всем информационным ресурсам кафедры и выход в Интернет. Кроме того, на кафедре имеются учебные и научно-исследовательские лаборатории по вычислительной технике, в которых работают студенты кафедры.

Чему мы учим

Традиционно на кафедре ВТ основной упор в подготовке специалистов делается на фундаментальную базовую подготовку в рамках общепрофессиональных и специальных дисциплин, охватывающих наиболее важные разделы вычислительной техники: функциональная схемотехника и микропроцессорная техника, алгоритмизация и программирование, информационные системы и базы данных, мультимедиатехнологии, вычислительные сети и средства телеком-

муникации, защита информации и информационная безопасность. В то же время, кафедра предоставляет студентам старших курсов возможность специализироваться в более узких профессиональных областях в соответствии с их интересами.

Специализации на выбор

Кафедра ВТ ИТМО предлагает в рамках инженерной и магистерской подготовки студентам на выбор по 3 специализации.

1. Специализация в области информационно-управляющих систем направлена на подготовку специалистов, умеющих проектировать и разрабатывать управляющие системы реального времени на основе средств микропроцессорной техники. При этом студентам, обучающимся по этой специализации, предоставляется уникальная возможность участвовать в конкретных разработках реального оборудования, изучая все этапы проектирования и производства, вплоть до получения конечного продукта. Дня этого на кафедре организована специальная учебно-производственная лаборатория, оснащенная самым современным оборудованием. Следует отметить, что в последнее время, в связи с подъемом отечественной промышленности, специалисты в области разработки и проектирования информационно-управляющих систем становятся все более востребованными, причем не только в России, но и за рубежом.

2. Кафедра вычислительной техники - одна из первых, начавшая в свое время подготовку специалистов в области открытых информационно-вычислительных систем. Сегодня студентам, специализирующимся а этой области, предоставляется уникальная возможность изучать и осваивать одно из самых мощных средств создания больших информационных систем - систему управления базами данных Oracle. При этом повышенные требования, предъявляемые к вычислительным ресурсам, с помощью которых реализуются базы данных в среде Oracle, удовлетворяются за счет организации на кафедре специализированного компьютерного класса, оснащенного мощными компьютерами фирмы SUN, связанными в локальную сеть кафедры. В то же время, студенты, специализирующиеся в данной области, получают хорошую базовую подготовку в области информационных систем, что позволяет им по завершению обучения успешно разрабатывать базы данных и знаний не только в среде Oracle, но и на основе любых других систем управления базами данных.

3. И, конечно же, кафедра не могла остаться в стороне от бурного натиска вычислительных сетей и средств телекоммуникаций в сфере компьютерных технологий. Наличие высокопрофессиональных кадров в данной области и соответствующей технической базы на кафедре (две локальные вычислительные сети, объединяющие около 80 компьютеров и предоставляющие возможность работы в разных операционных средах - Windows, Unix, Solaris), позволило организовать подготовку специалистов по данному направлению, включая изучение вопросов компьютерной безопасности, администрирования, оптимизации и проектирования вычислительных сетей.