



Тема 3:

Написание программ AVR-МК. Основные команды и директивы ATmega16.

к.т.н., доцент каф.501
Мазуренко А.В.

Мнемоника – сокращение (3-5 символов) от слова или выражения, обозначающего действие, соответствующее команде.

Основные программные средства разработки:

- AVR Studio
- IAR
- CodeVision AVR
- Proteus, VMLab



Технология написания и отладки программ в ISP AVR Studio

DEVICE - Определить устройство для которого компилируется программа

Синтаксис: **.DEVICE** <имя модели AVR-МК>

CSEG – Определить начало программного сегмента

Синтаксис: **.CSEG**

DSEG - Определить начало сегмента данных в ОЗУ

Синтаксис: **.DSEG**

ESEG – Определить начало сегмента данных в ЭСППЗУ

Синтаксис: **.ESEG**

ORG - Установить положение в сегменте

Синтаксис: **.ORG** <значение или математическое выражение>

DEF - Назначить регистру символическое имя

Синтаксис: **.DEF** <символическое_имя> = <стандартное имя РОИ>

Обозначения, использованные при описании команд:

Rd – результирующий (и исходный) регистр общего назначения;

Rr – исходный регистр общего назначения;

b – константа (3 бита), может быть константное выражение;

AdrIO – константа (5-6 бит), может быть константное выражение;

K8 – константа (8 бит), может быть константное выражение;

AdrRAM – константа (размер зависит от инструкции и модели МК), может быть константное выражение;

k – константа (размер зависит от инструкции), может быть константное выражение;

X, Y, Z – регистры косвенной адресации ($X=R27:R26$, $Y=R29:R28$, $Z=R31:R30$).

Флаги регистра статуса:

C – флаг переноса;

Z – флаг нулевого значения;

N – флаг отрицательного результата операции;

V – флаг переполнения дополнительного кода;

S – флаг для проверок со знаком ($N \oplus V$);

H – флаг полупереноса;

T – бит хранения пользовательского флага;

I – бит глобального разрешения\запрещения прерываний.

Обозначения систем счисления числовых величин:

0b – префикс для обозначения двоичной системы счисления;

0 – префикс для обозначения восьмеричной системы счисления;

0x (или \$) – префиксы для обозначения шестнадцатеричной системы счисления;

Без префиксов – обозначение десятичной системы счисления.

LDI – Load Immediate – Загрузить константу в POH

Операция: $Rd \leftarrow K8$

| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
|------------|---------------------|----------------------|
| ldi Rd, K8 | $16 \leq d \leq 31$ | $PC \leftarrow PC+1$ |

Флаги на которые воздействует команда: не воздействует

Количество тактов выполнения операции: 1.

LDS – Load Direct from data space – Прямая загрузка из памяти данных

Операция: $Rd \leftarrow RAM(AdrRAM)$

| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
|----------------|--|----------------------|
| lds Rd, AdrRAM | $0 \leq d \leq 31, 0 \leq AdrRAM \leq 65535$ | $PC \leftarrow PC+2$ |

Флаги на которые воздействует команда: не воздействует

Количество тактов выполнения операции: 2.

STS – Store Direct to data space – Прямая загрузка в память данных

Операция: $RAM(AdrRAM) \leftarrow Rr$

| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
|----------------|--|----------------------|
| sts AdrRAM, Rr | $0 \leq r \leq 31, 0 \leq AdrRAM \leq 65535$ | $PC \leftarrow PC+2$ |

Флаги на которые воздействует команда: не воздействует

Количество тактов выполнения операции: 2.

CLR – Clear Register – Очистить регистр

Операция: $Rd \leftarrow \$00$

| | | |
|------------|--------------------|----------------------|
| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
| clr Rd | $0 \leq d \leq 31$ | $PC \leftarrow PC+1$ |

Флаги на которые воздействует команда: $S \leftarrow 0, V \leftarrow 0, N \leftarrow 0, Z \leftarrow 1$

Количество тактов выполнения операции: 1.

SER – Set Register – Установить регистр

Операция: $Rd \leftarrow \$FF$

| | | |
|------------|---------------------|----------------------|
| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
| ser Rd | $16 \leq d \leq 31$ | $PC \leftarrow PC+1$ |

Флаги на которые воздействует команда: не воздействует

Количество тактов выполнения операции: 1.

SBR – Set Bits in Register – Установить биты в регистре

Операция: $Rd \leftarrow Rd \vee K8$

| | | |
|------------|---------------------|----------------------|
| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
| sbr Rd,K8 | $16 \leq d \leq 31$ | $PC \leftarrow PC+1$ |

Флаги на которые воздействует команда: $S, V \leftarrow 0, N, Z$

Количество тактов выполнения операции: 1.

ADD – Add without Carry – Сложить без учета переноса

Операция: $Rd \leftarrow Rd + Rr$

| | | |
|------------|-----------------------|----------------------|
| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
| add Rd,Rr | $0 \leq d, r \leq 31$ | $PC \leftarrow PC+1$ |

Флаги на которые воздействует команда: H, S, V, N, Z, C
Количество тактов выполнения операции: 1.

ADC – Add with Carry – Сложить с учетом переноса

Операция: $Rd \leftarrow Rd + Rr + C$

| | | |
|------------|-----------------------|----------------------|
| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
| adc Rd,Rr | $0 \leq d, r \leq 31$ | $PC \leftarrow PC+1$ |

Флаги на которые воздействует команда: H, S, V, N, Z, C
Количество тактов выполнения операции: 1.

SUB – Subtract without Carry – Вычесть без учета переноса

Операция: $Rd \leftarrow Rd - Rr$

| | | |
|------------|-----------------------|----------------------|
| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
| sub Rd,Rr | $0 \leq d, r \leq 31$ | $PC \leftarrow PC+1$ |

Флаги на которые воздействует команда: H, S, V, N, Z, C
Количество тактов выполнения операции: 1.

SBC – Subtract with Carry – Вычесть с учетом переноса

Операция: $Rd \leftarrow Rd - Rr - C$

| | | |
|------------|----------------------|------------------------|
| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
| sbc Rd,Rr | $0 \leq d,r \leq 31$ | $PC \leftarrow PC + 1$ |

Флаги на которые воздействует команда: H, S, V, N, Z, C

Количество тактов выполнения операции: 1.

RJMP – Relative jump – Относительный переход

Операция: $PC \leftarrow PC + 1 + k$

| | | |
|------------|-----------------------|----------------------------|
| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
| rjmp k | $-2K \leq k \leq +2K$ | $PC \leftarrow PC + 1 + k$ |

Флаги на которые воздействует команда: не воздействует

Количество тактов выполнения операции: 2.

JMP – Jump – Длинный относительный переход

Операция: $PC \leftarrow PC + 1 + k$

| | | |
|------------|--------------------|----------------------------|
| Синтаксис: | Операнды: | Счетчик команд: |
| jmp k | $0 \leq k \leq 4M$ | $PC \leftarrow PC + 1 + k$ |

Флаги на которые воздействует команда: не воздействует

Количество тактов выполнения операции: 3.

Задание:

Написать ПО МК ATmega16, которое бы выполняло:

- 1) суммирование двух двухбайтных беззнаковых чисел N и K, которые размещаются в ячейках ОЗУ с адресами N - RAM(\$60:\$61) и K - RAM(\$62:\$63);
- 2) запись всех байтов результата в ячейки ОЗУ с адресами, начиная с \$6A.

Решение:

- 1) создать проект ПО и исходный текстовый файл программы AVR-МК на языке Ассемблер в AVR Studio (смотри файл «**Описание AVR Studio 4.18 (rev.1.1).pdf**» - стр.16-18);
- 2) написать исходный текстовый файл программы в текстовом редакторе (смотри файл: «**Subject_3.asm**»);
- 3) компилировать программу компилятором AVR Studio (смотри файл «**Описание AVR Studio 4.18 (rev.1.1).pdf**» - стр.24-25);
- 4) выполнить отладку программы с помощью программного симулятора AVR Studio (смотри файл «**Описание AVR Studio 4.18 (rev.1.1).pdf**» - стр.25-31);

Понятие «бесконечного» цикла работы программы!