# Лекция 11. Команды передачи управления. Реализация разветвлений

Команды передачи управления позволяют принудительно изменить адрес памяти следующей команды в командном цикле процессора. То есть, значения регистров CS и IP.

Это дает возможность реализовать разветвления и циклы в программной логике

В группу команд передачи управления входят:

- безусловные (JMP) и условные переходы (J…)
- вызов и возврат из процедур (CALL, RET)
- программные прерывания (INT)

# Безусловные переходы: JMP

Безусловные переходы различаются:

- по типу:
  - «внутрисегментный» переход в текущем кодовом сегменте. Изменяет только регистр IP
  - «межсегментный» переход в другой кодовый сегмент. Изменяет CS и IP
- по способу указания адреса перехода:
  - «прямой» - адрес перехода указан в команде
  - «косвенный» - адрес перехода задан в регистре/памяти

# Прямой внутрисегментный JMP

```
        jmp  m1   ; переход на команду с симв. адресом m1
next:  команда
       .  .  .  .  .
m1:   mov  ax, bx
```

Машинный код внутрисегментного JMP содержит не адрес перехода, а «расстояние» перехода в байтах. Расстояние перехода в сегменте (Δ) вычисляется транслятором так:

Δ = адрес перехода – адрес следующей за JMP команды

Для нашего примера это будет разница адресов: m1 – next

Выполнение процессором прямого внутрисегментного JMP:

IP ← текущий IP + Δ

# «Короткий» прямой внутрисегментный JMP

Указание short для транслятора позволяет сократить создаваемый им машинный код команды, если ваше расстояние перехода - в диапазоне от +127 до -128 байт. Транслятор будет выделять не 2 байта на расстояние, а 1 байт.

Примеры: протоколы трансляции обычного и короткого внутрисегментных JMP.

jmp n3

```
1  0000                cseg  segment use16
2                      assume cs:cseg
3  0000  B8 0003           n1:   mov ax,3
4  0003  EB 04 90               jmp n3
5  0006  B8 0004           n2:   mov ax,4
6  0009  D1 E0             n3:   shl ax,1
7  000B                cseg  ends
8                      end n1
```

jmp short n3

```
1  0000                cseg  segment use16
2                      assume cs:cseg
3  0000  B8 0003           n1:   mov ax,3
4  0003  EB 03                  jmp short n3
5  0005  B8 0004           n2:   mov ax,4
6  0008  D1 E0             n3:   shl ax,1
7  000A                cseg  ends
8                       end n1
```

# Косвенный внутрисегментный JMP

Новое значение для регистра IP задается для процессора косвенно: в регистре или в памяти.

При исполнении косвенного внутрисегментного JMP процессор заносит в IP новое значение.

| Примеры: | Команда | Исполнение процессором |
|---|---|---|

- переход по адресу, заданному в регистре BX

```
JMP  BX          ; IP ← BX
```

- переход по адресу, записанному в память по адресу ds: [si].

```
JMP word ptr ds:[si]          ; IP ← слово из ds:[si]
```

# Прямой межсегментный JMP

Используют в программах с несколькими кодовыми сегментами

JMP far ptr имя сегмента:
внутрисегментный адрес

Указание far ptr позволяет транслятору отличить межсегментный переход от внутрисегментного

Пример: два кодовых сегмента

```
code1   segment use16
assume cs:code1
n1:   mov ax,3
      . . . . . .
      jmp far ptr code2:m1
code1   ends

code2 segment use16
assume cs:code2
m1: mov ax,10
    . . . . . .
code2 ends
end n1
```

# Косвенный межсегментный JMP

Значения CS и IP для перехода в другой кодовый сегмент считываются процессором из памяти: первое слово - в IP, следующее слово – в CS.

Для транслятора надо давать указание dword ptr, чтобы он отличил межсегментный косвенный переход от внутрисегментного.

Пример:

- Межсегментный переход по адресу, записанному в памяти по адресу ds:[bx]

```
JMP dword ptr ds:[bx]
```

Исполнение команды процессором: IP ← слово из ds:[bx]
CS ← слово из ds:[bx+2]

# Условные переходы: Jxx

- Команда условного перехода выполняется процессором только, если соблюдается условие перехода. Иначе, она пропускается
- Условием перехода может быть состояние арифметического флага или соотношение двух величин
- Условные переходы бывают только одного типа - прямые внутрисегментные

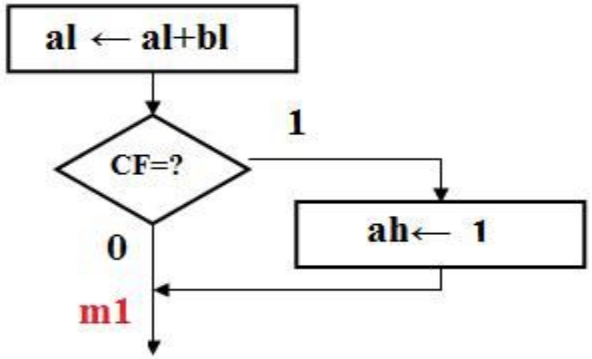
*Замечание:* в системе команд в описании команд условных переходов через слэш (/) записаны альтернативные мнемоники этих команд. Использовать можно любую.

# Переходы по состоянию арифметических флагов

Есть условные переходы по состоянию флагов CF, SF, ZF, PF и OF:

JC m1; переход по адресу m1, если CF=1
JNC .. ; переход, если CF=0
JZ … ; переход, если ZF=1
JNZ .. ; переход, если ZF=0
Аналогично:
JS и JNS – переходы по SF
JP и JNP - переходы по PF
JO и JNO – переходы по OF

Фрагмент алгоритма: если при сложении кодов из AL и BL возник перенос, занести в AH единицу.




Реализация:

```
        add al, bl
        jnc m1        ; переход на m1, если CF=0
        mov ah, 1
m1:     ....
```

# Переходы по соотношению двух величин

- Сначала надо сравнить две величины командой CMP, что сформирует актуальные арифметические флаги

- Далее, использовать команду условного перехода по нужному соотношению величин (см. систему команд):

  >, <, =, ≠ , =>, <=

  Для проверки соотношения величин процессор проверяет как отдельные флаги, так и комбинации арифметических флагов
- Команды условных переходов по соотношению различны для беззнаковых и знаковых сравниваемых величин !!

# Команды условных переходов по соотношению величин

Система команд содержит две группы команд условных переходов по соотношению двух кодов: одна – для беззнаковых, другая – для знаковых.

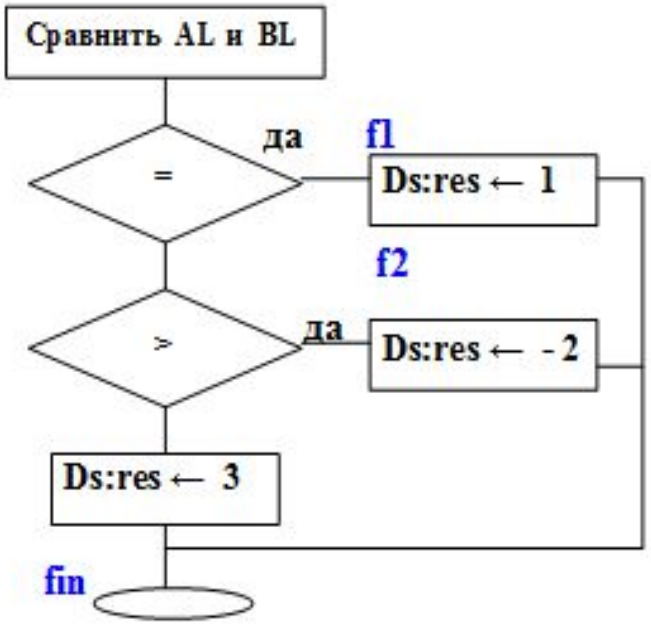
- для соотношения беззнаковых кодов используются термины «выше» и «ниже»
- для соотношения знаковых кодов – «больше» и «меньше»
- «равно» - для любых кодов

Примеры:

- cmp al, bl
  JA m1 ; переход на m1, если al > bl («выше»). Коды в регистрах процессор рассматривает, как беззнаковые

- cmp al, bl
  JG m1 ; переход на m1, если al > bl («больше»). Коды в регистрах процессор рассматривает, как знаковые

Пример. В регистрах al и bl находятся беззнаковые коды. Если они равны, в байт памяти с адресом ds:res записать 1. Если al > bl, то записать число 2, иначе - 3




```
        cmp   al, bl
        je short f1    ; если =
        ja short f2    ; если >
        mov ds:rez, 3
fin:    mov ah, 4ch
        int 21h
f1:     mov ds:rez, 1
        jmp short fin
f2:     mov ds:rez, -2
        jmp short  fin
```

ВАЖНО:
Условие разветвления ставьте так, чтобы по «нет» идти в алгоритме вниз, по «да» - в бок

!! При реализации алгоритма пишите код, проходя алгоритм по «нет» до завершения. Затем – дописывайте ветки ответвлений «в бок».

## Практика

Задача: Из беззнаковых кодов в регистрах al, ah и bh определить наибольший и сохранить в регистре dh.

1. Структура программы – односегментная. Кодовый сегмент cod, указатель сегмента – cs.
2. Размещение данных: в регистрах al, ah и bh – исходные, в регистре dh – результат (наибольшее значение)
3. Детальный алгоритм (максимально эффективный)
4. Исходный текст