

# Лекция 6. Символический язык транслятора (язык ассемблера)

---

Символический язык для записи исходного текста программы на уровне команд процессора называют языком ассемблера (языком транслятора).

Какие возможности предоставляет транслятор?

- Записывать **команды в символическом виде**
- Использовать **символические обозначения для внутрисегментных адресов** данных и команд.
- Выделять место в памяти для данных** в нужном формате
- Записывать **числовые величины в удобном виде**: в 10-ом, 16-ом или 2-ом виде.
- Записывать **символьные коды в виде символов**, а не обязательно в ASCII-кодах.

# Исходный текст программы для транслятора

---

Исходный текст ассемблерной программы представляет собой описание будущего размещения команд и данных вашей программы в сегментах памяти. Все, что записано внутри одного «бумажного» сегмента, будет так же размещено в реальном сегменте памяти.

Исходный текст состоит из строк 3-х категорий:

- команда процессора
- директива для транслятора
- или строка комментария (тогда она начинается с ;)

Любая строчка исходного текста, включая последнюю, должна заканчиваться нажатием Enter

# Директивы транслятора

---

Это строки специальных указаний (пояснений) для транслятора. О чем они?

- систему команд какого процессора используем
- где начало и конец каждого программного сегмента
- где в сегменте размещать данные и в каком формате
- когда закончить трансляцию и так далее

**!! Директивы трансляции (кроме размещения кодов данных) не порождают после трансляции никаких кодов!!**

# Директивы описания программных сегментов

---

- `.286` или `(.386, .486,...)`
  - система команд какого процессора используется
- имя `segment use16`  
(`use32`)
  - начало программного сегмента, его символическое имя, разрядность сегмента – `use`
- имя `ends`
  - конец сегмента
- `assume sreg : Имя, ...`
  - какие сегментные регистры выбраны в качестве указателей программных сегментов
- `end` адрес 1-команды
  - закончить трансляцию

- 
- *Директивы* **SEGMENT** и **ENDS** отмечают начало и конец описания сегмента в исходном тексте. Символические имена сегментов выбираются произвольные.
  - *Директива* **ASSUME** дает транслятору информацию, какие сегментные регистры будут являться указателями ваших программных сегментов.
  - *Директива* **END** показывает транслятору конец текста исходной программы. В **END** задается символический адрес команды, с которой процессор должен начать чтение и исполнение команд из вашего кодового сегмента.

Структура исходного текста 16-разрядной программы, состоящей из сегмента кода и сегмента данных (синим – директивы для транслятора, красным – команды процессора)

---

```
data segment use16    ; начало описания сегмента данных
... размещение данных или резервирование места для них ...
data ends            ; конец сегмента

cod segment use16     ; начало описания кодового сегмента
assume cs:cod, ds:data
; команды загрузки регистров - указателей сегментов данных
met:    mov ax, data
        mov ds, ax
; команды, реализующие ваш алгоритм действий для процессора
        . . .
; команды для завершения исполнения (вызов в ОС)
        mov ah, 4ch
        int 21h
cod ends            ; конец сегмента
        end met    ; конец исходного текста программы
```

---

# Замечания

---

- Последовательность описания сегментов в исходном тексте не имеет значения;
- Загружать регистр-указатель кодового сегмента CS в программе не надо. Это делает операционная система при загрузке уже исполняемой программы в память;
- Команды для «завершения исполнения» реализуют вызов системного сервиса операционной системы для выгрузки текущего кода из памяти и переключения процессора на исполнение кода другой программы.

## Структура исходного текста односегментной программы

---

```
mycod segment use16 ; начало описания кодового сегмента
assume cs:mycod
; команды, реализующие ваш алгоритм действий для процессора
met: . . .
    . . .
; команды для завершения исполнения
    mov ah, 4ch
    int 21h

; директивы размещения данных или резервирования места
    . . . .
mycod ends ; конец сегмента
    end met
```

# Директивы транслятору для размещения данных

---

Указываем транслятору, какие значение и в каком формате размещать в сегменте

- **db** (defined byte) - 1-байтный формат данных
- **dw** (defined word) - 2-х байтный формат
- **dd** (defined double word) - 4-х байтный формат

<u>Примеры:</u>	<u>Результат трансляции в код (в hex):</u>
db 4	; 04
dw 1, -4	; 0001 и fffc
dd 1	; 00000001
db 1,2,3,5	; 01 02 03 05

# Резервирование места для данных

---

Вместо конкретных значений данных в директиве записывается символ `?`.  
Транслятор выделит место в сегменте нужного формата без размещения конкретных кодов

Указание на повторение выделения места транслятору - `dup`

Примеры использования директив:

`db ?` ; транслятор выделит 1 байт в сегменте

`db ?, ?` ; 2 последовательных байта

`dw ?` ; 1 слово (2 байта)

`dd ?, ?` ; два двойных слова (по 4-байта)

`db 25 dup (?)` ; 25 байт

`db 5 dup (3), 10 dup (?)` ; транслятор разместит в сегменте 5 байт с кодом 3 и 10 нулевых байт.

## Синтаксис символических адресов

---

Требования транслятора к символическим адресам данных и команд:

- латиница
- начинаются с буквы, могут содержать цифры
- по умолчанию, для транслятора нет разницы между строчными и прописными буквами

Примеры символических имен (адресов):

- правильные: a1, vasya, data25, Beg,...
- неправильные: 1f, use16, bx, end, \*bb\_1,...

## Символические адреса данных

---

- Чтобы не высчитывать конкретное значение внутрисегментного адреса данных, начало их размещения в сегменте можно «пометить» **символическим адресом** и использовать его в командах.
- При трансляции символические внутрисегментные адреса транслятор заменяет на **числовые внутрисегментные адреса**

Пример:

**a1** db 34 ; a1 – символический внутрисегментный адрес  
байта

. . . . .  
add bl, ds: **a1** ; используем символический  
внутрисегментный адрес - a1 в команде

## !! Важно

---

- Если размещение нескольких байтов в сегменте задано транслятору одной директивой, символический адрес относится к ее **первому байту**

**a1** db 5, 1, 0, 4 ; a1 – адрес байта 05h

- Адрес любого последующего байта можно задать транслятору как **арифметическое выражение** с использованием символического адреса

*будущее выполнение команды процессором:*

```
mov al, ds: a1+2 ; al ← 00h  
mov bl, ds: a1+3 ; bl ← 04h
```

## Использование символических и числовых прямых внутрисегментных адресов

---

Пример. Содержимое сегмента данных в исходном тексте

```
dseg segment
    x    db  5
    y    dw 10
    mass db  1, -2, 13, 4
dseg ends
```

- После трансляции в сегменте будут созданы коды (в hex):  
с адреса ds:0000 - 05 0A 00 01 FE 0D 04
- Надо прочитать 5-й байт (FE) из сегмента данных в регистр al.  
Прямой адрес байта можно написать транслятору разными способами:  
mov al, ds: [4]  
mov al, ds: mass+1  
mov al, ds: y+3

и т.д.

## Директивы транслятору для указания длины операнда

---

Иногда по тексту исходной программы транслятор не понимает, с какой длиной операнда из памяти должна выполняться команда. И дает сообщения об ошибках при трансляции.

В этих случаях перед адресом операнда для транслятора пишут указание его длины : `byte ptr`, `word ptr` или `dword ptr`.

Пример 1. В директиве размещения данных вы использовали один формат данных, а в команде надо работать с другим форматом.

```
data dw 5 ; формат данных - слово
```

```
    . . .  
    add bh, ds: data ; при трансляции команды в код получите  
предупреждение, т.к. это сложение байтов, а вы размещали число в  
формате слова
```

Поэтому, надо добавить указание «длины операнда»

```
add bh, byte ptr ds: data ;
```

---

## Пример 2.

Вы хотите сложить двухбайтные коды: один - в памяти и адрес задан косвенно, второй – непосредственный операнд.

```
add ds:[si], 4
```

В такой символической команде транслятор не может понять длину используемых операндов. Даст сообщение об ошибке трансляции команды в код

Решение: добавим в команду явное указание «длины операнда»

```
add word ptr ds:[si], 4
```

# Символические адреса команд (метки команд)

---

Место размещения команды в кодовом сегменте можно «пометить» **символическим адресом** (записывается с двоеточием : ) и использовать этот адрес в командах передачи управления.

Пример:

```
adr:  add  ds:[si], bx
```

```
. . . . .
```

```
    jmp  adr      ; переход на команду с  
                    внутрисегментным адресом adr
```

# Запись числовых величин в исходном тексте

---

Числовые непосредственные операнды для транслятора можно записать в 2-м, 8-м, 16-м или 10-м виде. Он переведет число в машинный код. Для числа в любой системе, кроме 10-й, надо указать транслятору его **признак**:

**b** – записано в 2-м виде (binary), **q** - 8-м виде, **h** - 16-м виде (hex)

- Если число в hex начинается **с буквы** (например, **F7**), перед буквой надо писать ноль - **0F7h**, чтобы транслятор понял, что это число, а не символическое имя

Примеры записи чисел в командах процессора и директивах транслятора:

```
mov bl, 31      ; число без знака в 10-м виде
add bx, -9      ; число со знаком в 10-м виде
add bl, 1111b   ; число в 2-м виде
mov bl, 0F7h    ; число в 16-м виде
```

```
db 1, 1Fh, -4, 5
dw 10 dup (0FFh)
```

# Запись символьных данных

---

Символ для транслятора надо записывать **в кавычках** .  
Транслятор преобразует его в **однобайтный ASCII код**.

Пример:

mov al, 'T' ; 'T' будет заменен на 54h (ASCII код)

mov ax, '25' ; ax ← 32 35h (32h - код ASCII символа «2»  
35h - код ASCII символа «5» )

# Размещение последовательности символов в памяти

---

Разместить в сегменте последовательность из 4 символов. Как записать для транслятора?

; можно записать каждый символ в отдельных кавычках

```
st db '1', '!', '3', '*'
```

; можно последовательностью в общих кавычках

```
st db '1!3*'
```

Каков символический внутрисегментный адрес символа \* ?

`st+3`

## Пример: Исходный текст программы с символическими внутрисегментными адресами данных и команд (синим)

Цель: Получить сумму двух однобайтных беззнаковых чисел.

Наш личный выбор и решение:

- 1) Структура исходного кода: пусть будет односегментная - только кодовый сегмент
- 2) Какие данные размещаем в памяти:
  - числовые байты (их адреса `cs:a1` и `cs:a2`)
  - двухбайтную сумму (адрес `cs:sum`)
- 3) Алгоритм для процессора:
  - расширить байты беззнаково до 2-х байтных форматов пересылкой в двухбайтные регистры (`AX`, `BX`)
  - сложить содержимое регистров и сумму оставить в `BX`
  - записать сумму из регистра `BX` в память по адресу `cs:sum`

```
.386
cseg segment use16
assume cs: cseg
m1:  movzx ax, cs:a1
      movzx bx, cs:a2
      add  bx, ax
      mov cs:sum, bx
;завершение исполнения вызовом в
ОС
      mov ah, 4ch
      int 21h
; размещение данных
a1  db 3
a2  db 75h
sum dw ?
cseg ends
end m1
```