Лекция №1

-Введение.

-Классификация языков программирования.

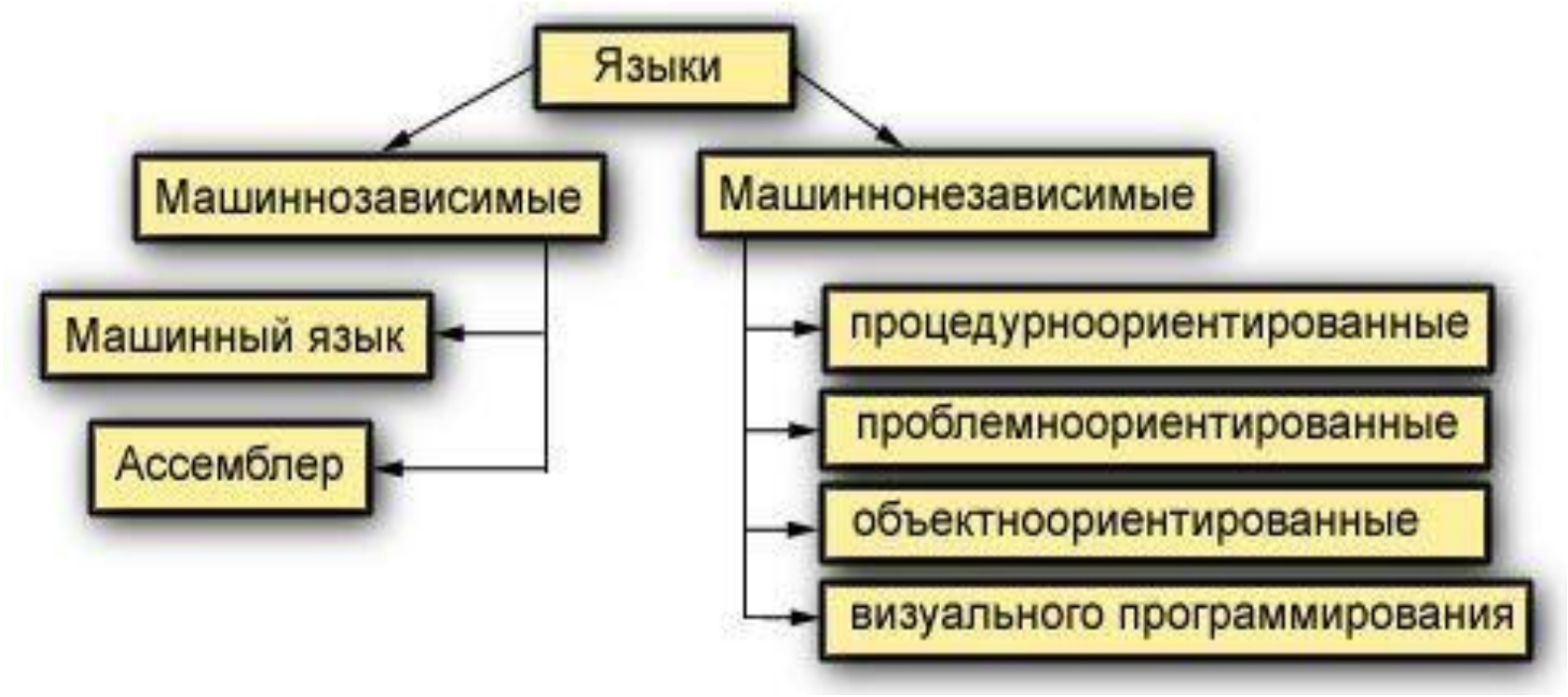
- Машинный язык и язык ассемблера.

-Структурная схема компьютера.

Литерарура

- Тищенко В.И. Учебное пособие по курсу «Системное программирование»;
- Тищенко В.И. Лабораторный практикум по курсу «Системное программирование»;
- Тищенко В.И. Лабораторный практикум «Разработка оверлейных и резидентных программ»;
- Юров В. Ассемблер – учебник;
- Юров В. Ассемблер – практикум.

Классификация языков программирования



Машинный язык программирования

Машинный язык программирования – это язык, непосредственно воспринимаемый компьютером.

Каждая его команда интерпретируется аппаратурой ЭВМ.

Машинная команда имеет структуру вида:

код операции, операнд1, операнд2

Операнды - это данные или адреса, над которыми будет выполняться действие, определенное кодом операции.

Структура данных в оперативной памяти называется форматим данных.

Ассемблер как язык программирования

Языки ассемблерного типа используют мнемоническое обозначение адресов и кодов операций.

Ассемблер включает в себя:

- машинные команды,
- символические адреса,
- макросы,
- комментарии.

Этапы развития языков программирования

Выделим 5 основных поколений:

1. (конец 50-х г.) – Fortran, Algol;
2. (середина 60-х г.) - Cobol, Lisp;
3. (70-е годы) - PL/1, Pascal;
4. (80-е годы) - Object Pascal, C^{++}, Ada;
5. (90-е годы) - Visual Basic, Delphi, Builder.

Функциональные возможности языков и технологии программирования

- **с развитием аппаратных средств появились**:
  функции ввода-вывода,
  поддержка файловой системы,
  взаимодействие с операционной системой;
- **с усложнением задач:**
  поддержка подпрограмм,
  механизм передачи параметров (основа для методологии **структурного программирования**);

Функциональные возможности языков и технологии программирования (продолжение)

- возможность создания больших программ на основе подпрограмм изменили архитектуру языков и подход к компоновке программ (**механизм раздельной трансляции программ и понятие модульности**);
- абстракция данных, типизация и модульность – основа **технологии объектно-ориентированного программирования**;
- появление среды Windows породило **технологию визуального программирования.**

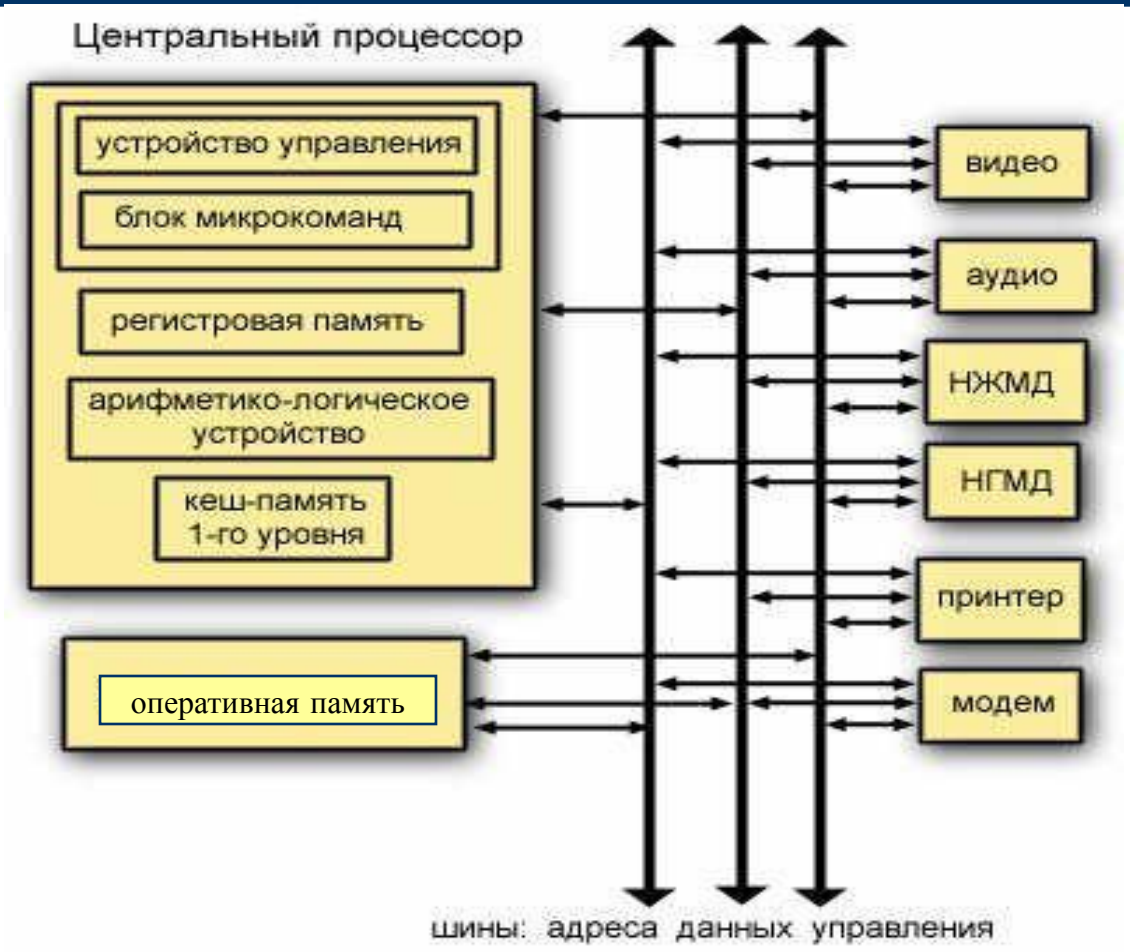
Архитектура ЭВМ

Архитектура ЭВМ – это абстрактное представление ЭВМ, которое отражает ее структурную, схемотехническую и логическую организации.

Архитектура ЭВМ

- Общие принципы построения ЭВМ
  - Архитектура ЭВМ
    - Структурная схема ЭВМ
    - Средства и способы доступа к элементам структурной схемы ЭВМ
    - Способы представления и форматы данных ЭВМ
    - Набор и доступность регистров
    - Организация и способы адресации памяти
    - Форматы машинных команд
    - Набор машинных команд ЭВМ
    - Организация ввода/вывода ЭВМ
    - Обработка нештатных ситуаций (прерываний)
  - Принцип Фон-Неймана
  - Схема выполнения программы в компьютере

Структурная схема компьютера



Лекция №2

1. Классификация регистров.
2. Назначение регистров.
3. Адресация памяти.
4. Физическая адресация памяти.

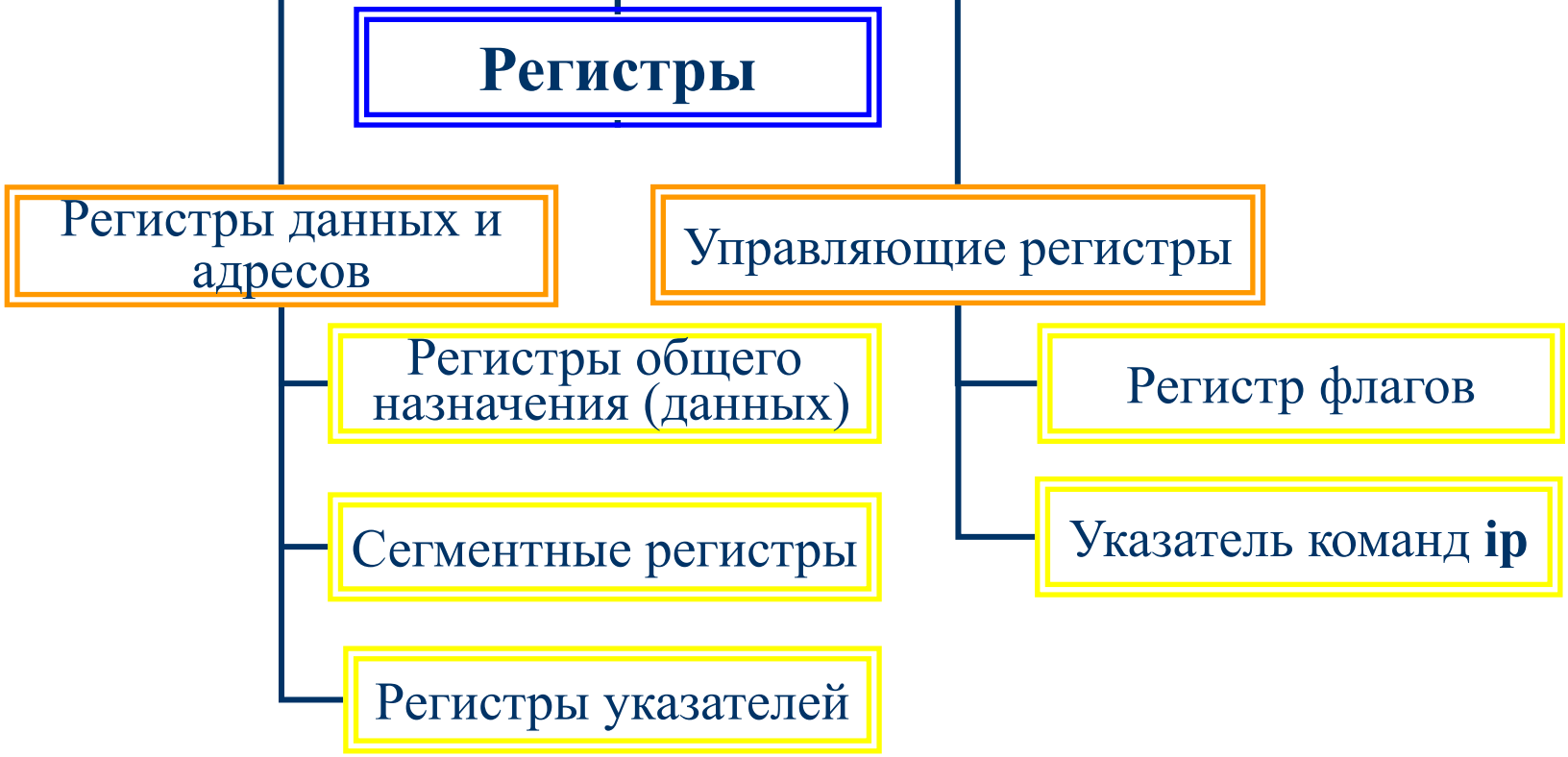
Регистры

Электронное устройство, предназначенное для временного хранения информации, называется регистром.

Расположены на кристалле МП. Характеризуются размером:

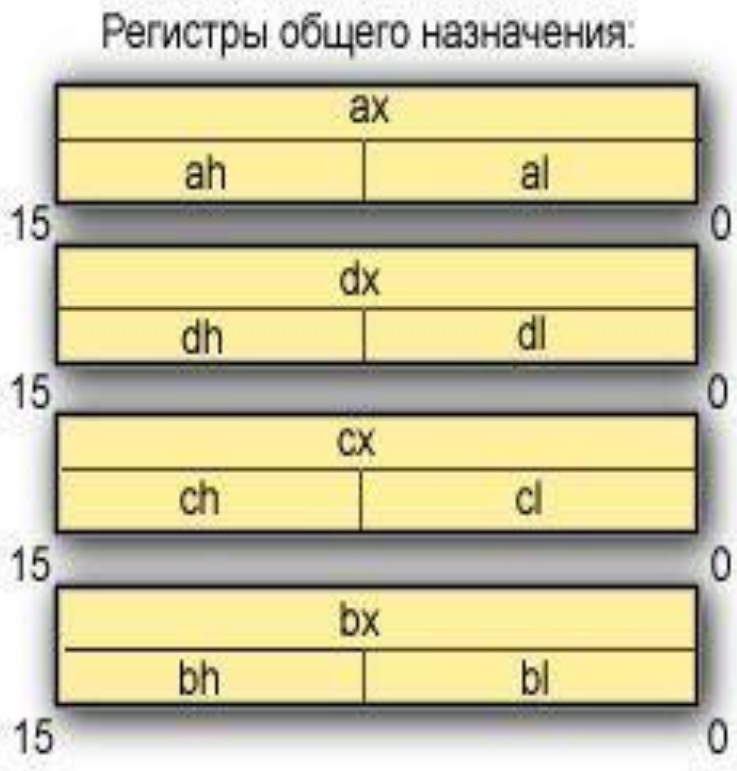
8-разрядные, 16-разрядные, 32-разрядные, 64-разрядные.

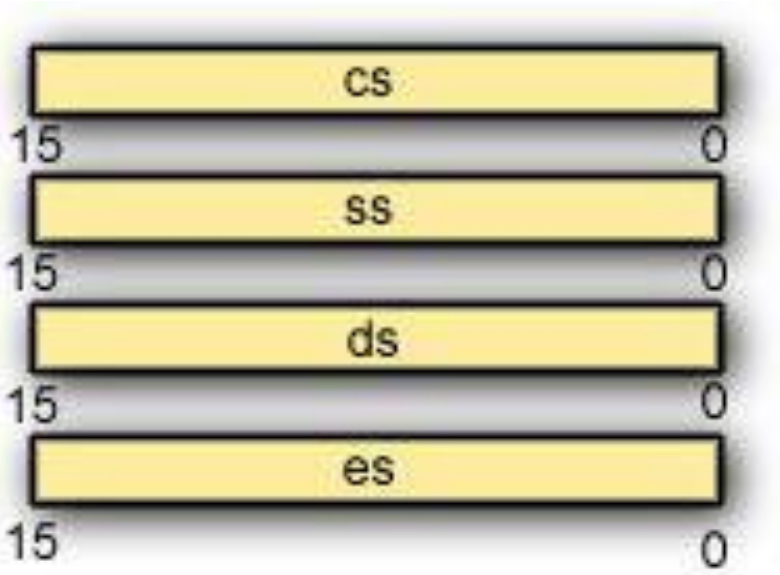
Регистры IBM/PC (intel 8086/8088)



Регистры данных

Сегментные регистры





Регистры индексов и указателей

- sp – указатель стека;
- bp – указатель базы;
- si – индекс источника;
- di -индекс результата.

Адрес памяти задается двумя значениями – сегмент и смещение, например :

ds:dx, es:bx, ss:sp, ss:bp.

Текущая исполняемая команда определяется **cs:ip**.

Управляющие регистры

- **ip** – указатель команд,
- **регистр флагов**.

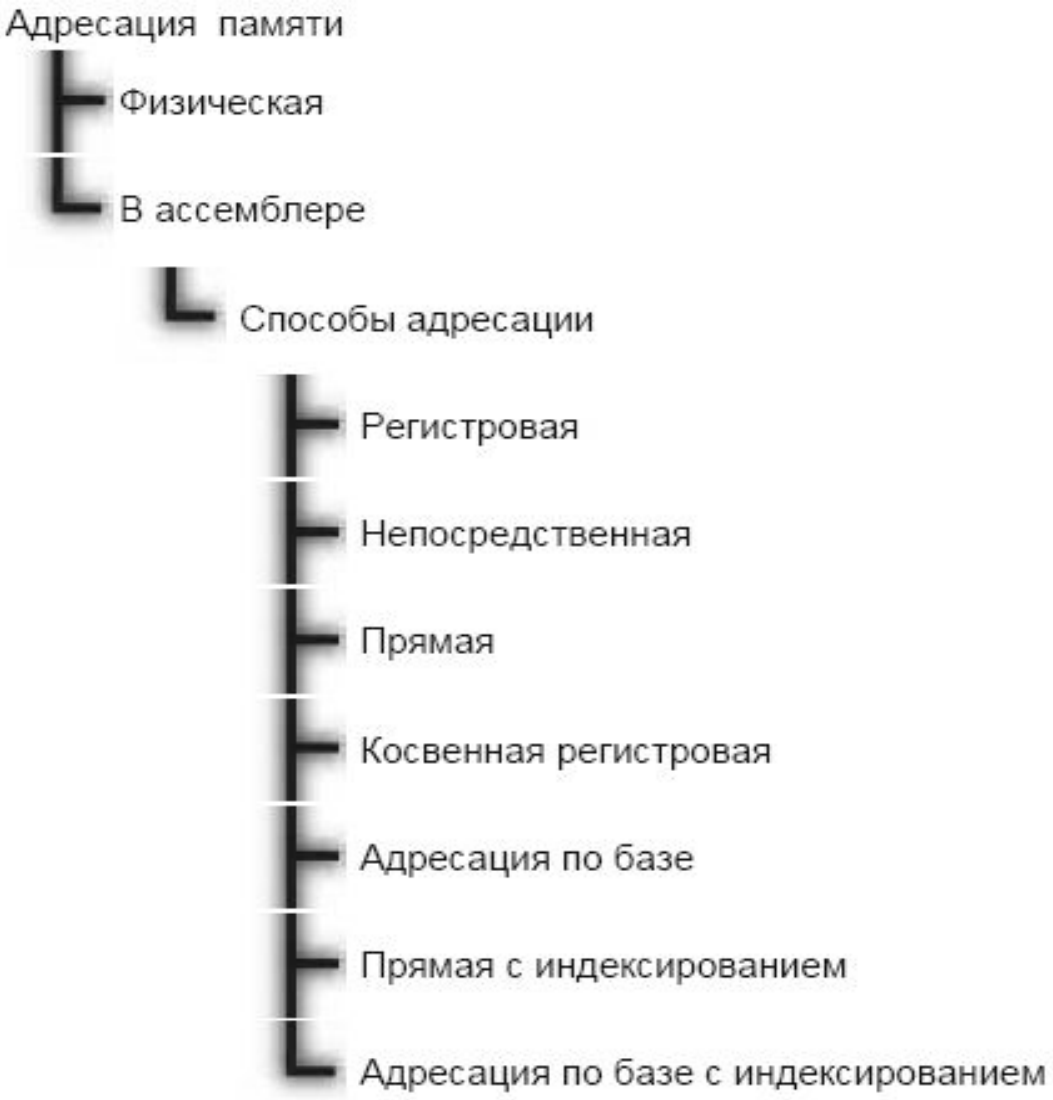
Указатель команд - содержит смещение следующей команды в кодовом сегменте.

Регистры 32- разрядного МП Pentium

- 16 – системных;
- 16 – пользовательских:

- 8 РОН, индексных и указателей по **32** разряда **eax**/ax/ah/al, **ebx**/bx/bh/bl, **edx**/dx/dh/dl, **ecx**/cx/ch/cl, ……..
- 6 сегментных по 16 разрядов: cs, ds, ss, es, fs, gs;
- 2 регистра состояния и управления по 32 разряда: **eip**/ip и **eflags**/ flags.

Адресация памяти



Некоторые константы

2^{16} =64 кб, 2^{32} = 4Гб, 2^{20} = 1Мб, 2^{24} = 16 Мб.

Для МП intel 8088 размер машинного слова – 16 бит или 2 байта, шина имела 20 линий, поэтому адрес 20- разрядный.

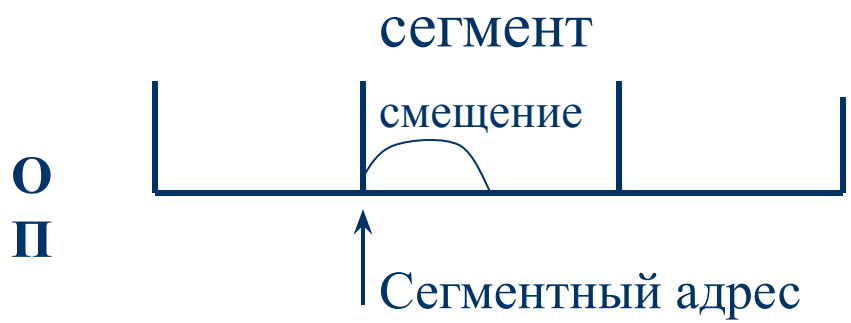
Физическая адресация памяти

Адрес, выдаваемый на шину адреса, называется **физическим.**

Физический адрес = (сегментный адрес)*16 + смещение

или

Физический адрес = (сегментный адрес)*10h + смещение.



Пример вычисления физ. адреса

Пусть содержимое сегментного регистра равно 2011h, смещение равно 15h,

тогда ФА=20110h+15h= 20125h

Расположение машинного слова в памяти

Младший байт записывается в ячейку с меньшим адресом, старший – в ячейку с адресом на 1 больше.

Пример:

пусть число 1234h размещено с адреса 1927:0000, т.е. занимает ф.а. 19270h и 19271h.

Тогда цифры 34h – по адресу 19270h,

а 12h – по адресу 19271h.

Назначение регистров - РОН

AX – аккумулятор.

BX – как вычислительный регистр, но может быть адресным.

CX – счетчик в некоторых командах.

DX – расширитель аккумулятора.

Назначение регистров адресации

si, di, bp, bx – основное назначение – хранить 16 – разрядное значение при формировании адреса.

Назначение регистров - управляющие регистры

- **ip** – указатель команд,
- **регистр флагов**.

Указатель команд - содержит смещение следующей команды.

Методы изменения порядка выполнения команд:

1. последовательный порядок команд,
2. переход внутри сегмента (**near** – переход),
3. переход в другой сегмент (**far** – переход).

Указатель стека sp

Определяет смещение текущей вершины стека.

Адрес стека определяется как **ss:sp** или **ss:bp**.

Пример загрузки сегментных регистров cs в ds:

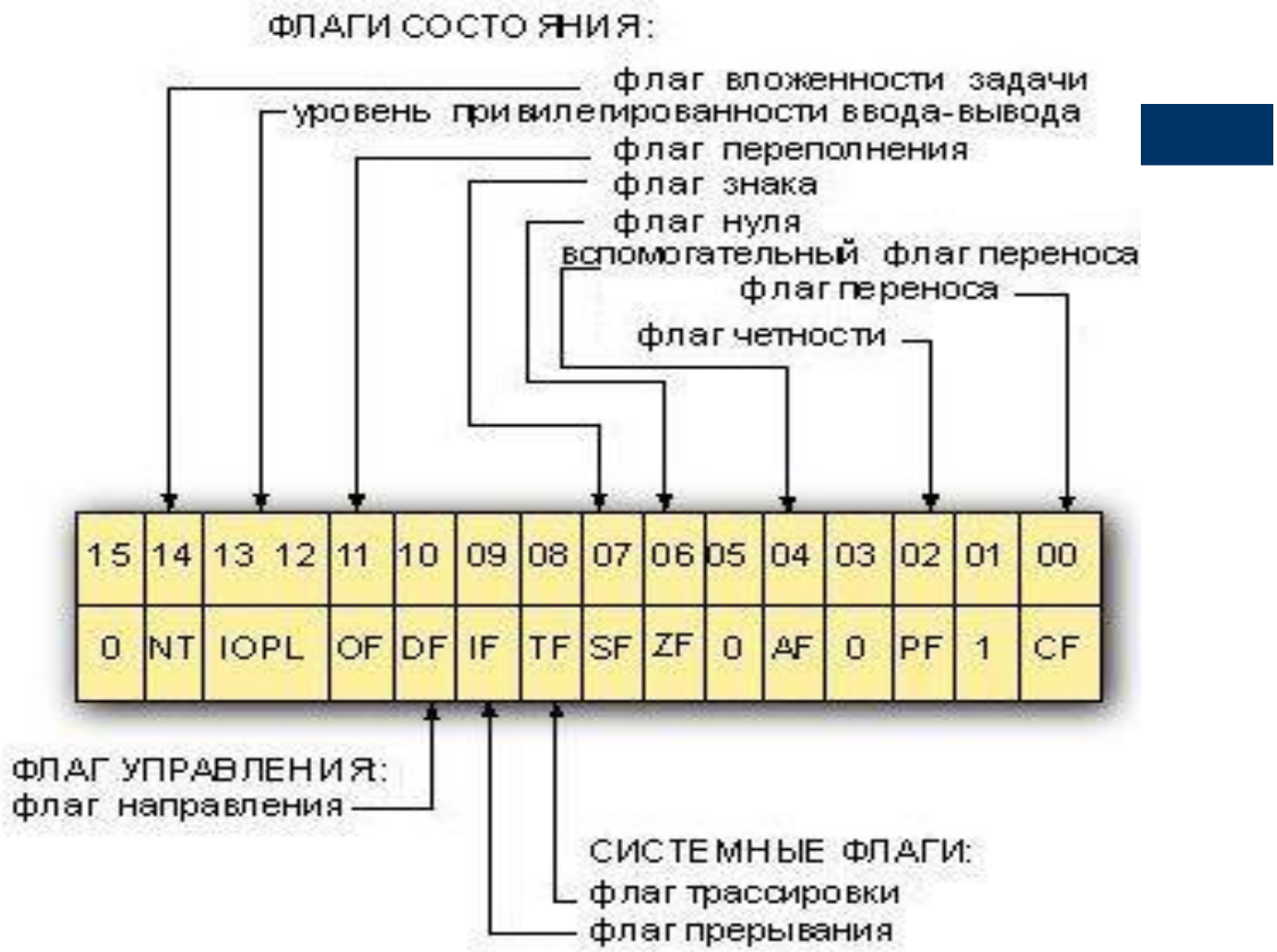
а) mov ax, cs
   mov ds, ax

в) push cs
   pop ds

Лекция №3

1. Регистр флагов.
2. Механизм формирования физического адреса.
3. Форматы данных.
4. Директивы определения данных.

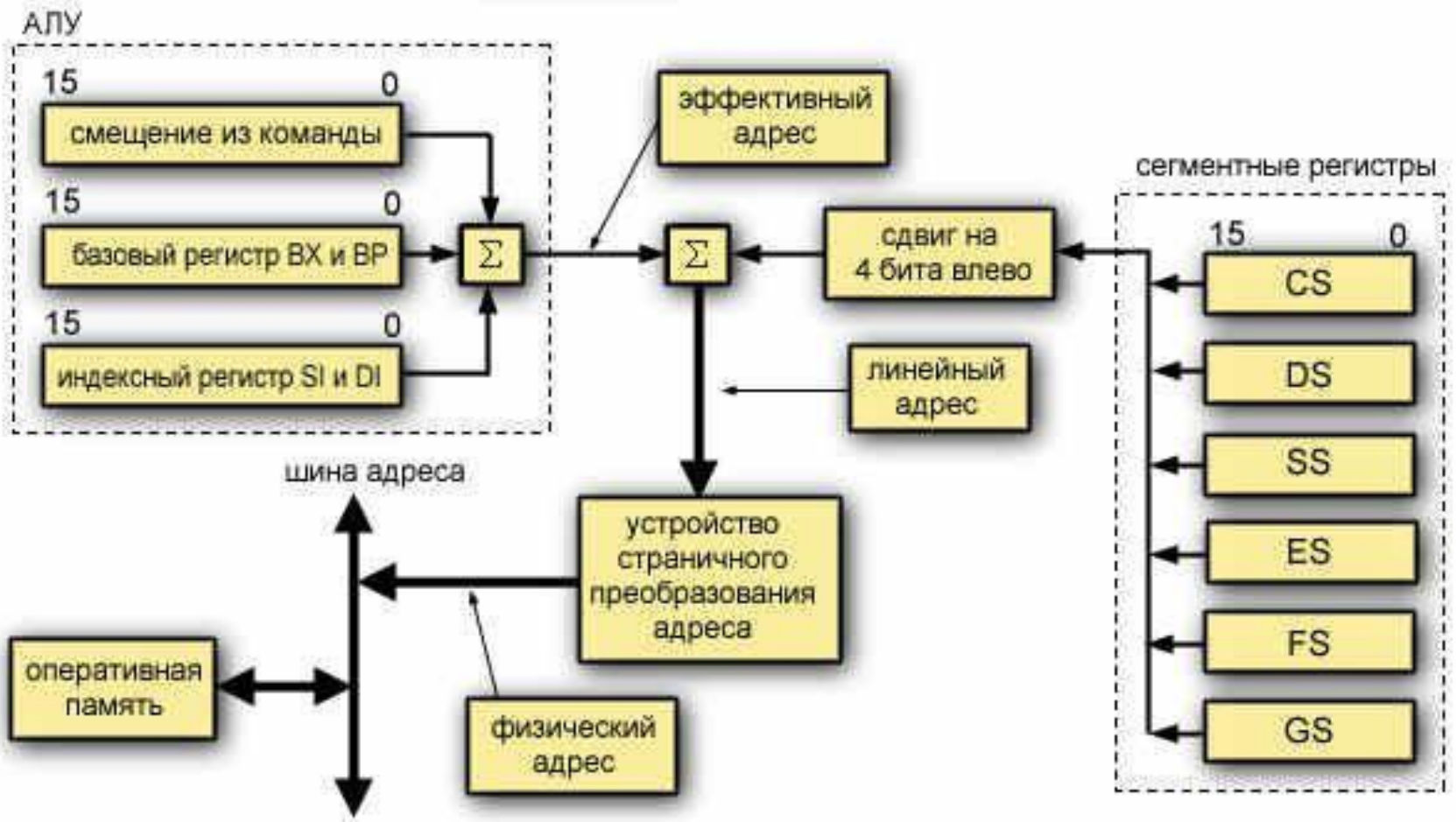
Содержимое регистра flags



Обозначения регистров под отладчиком

имя флага	**1**	**0**
переполнение (да/нет) overflow	OV	NV
направление (↑/↓) directory	DN	UP
прерывание (разрешено/запрещено)	EI	DI
знак (-/+) sign	NG	PL
нуль (да/нет) zero	ZR	NZ
дополнительный перенос(да/нет)	AC	NA
четность(чет/нечет) parity	PE	PO
перенос (есть/нет) carry	CY	NC

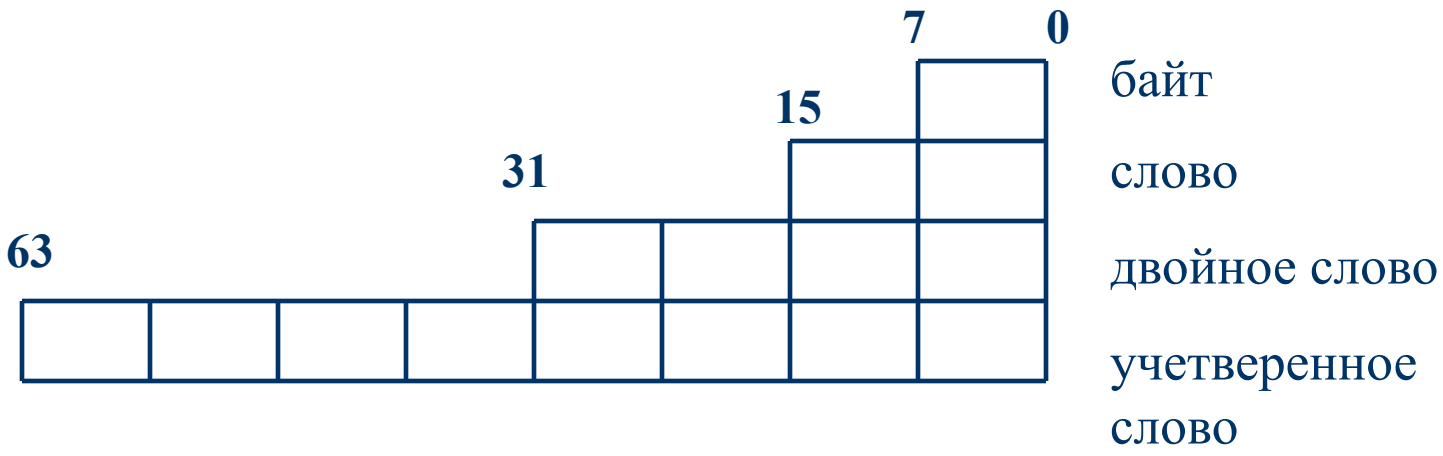
Механизм формирования физического адреса в реальном режиме



Типы данных

Классификация данных по разрядности

(поддерживается МП на аппаратном уровне)



Типы арифметических данных: логическая структура (см. стр.12-14 пособия)

Форматы данных сопроцессора

8 регистров данных длиной 80 бит.

Оперирует 7 типами данных:

- 3 типа целых (слово 16 бит, короткое целое 32 бита, длинное целое 64 бита);
- 3 типа вещественных (короткое 32 бита, длинное 64 бита, временное 80 бит):
  знак, **характеристика**, **мантисса**
  1 бит **8, 11** или **15 бит** **23, 52** или **64 бита**;
- Упакованные двоично-десятичные числа.

Операторы ассемблера

Общий вид оператора ассемблера:

метка КОП операнд_1,операнд_2

Оператором может быть:

- *машинная команда;*
- *директива транслятора;*
- *макрокоманда;*
- *комментарий.*

Директивы транслятора для определения данных в ассемблере

формат директивы:


```
a  dw  10     ; в десятичной системе счисления
b  dw  10h    ; использование шестнадцатеричной
                системы счисления
```

Выражение
в директиве определения данных
может быть:

- константой:
  ABC1 dw 1234h
- списком:
  ABC2 db 1,2,3
- строкой:
  ABC3 db ‘stroka’
- с операцией дублирования:
  ABC4 db 4 dup (0)

Лекция №4

-Режимы адресации в ассемблере.

Режимы адресации

Способы задания операндов в операторах ассемблера

1. Регистровая адресация

mov ax,bx

mov al,dl

2. Непосредственная адресация

mov ax,1234h

mov cl,‘a’

mov ah,5

3. Прямая адресация

.data

ABC dw 1234h

.code

mov dx,ABC

Пусть адрес ABC = ds:0000,

тогда команда под отладчиком выглядит так:

mov dx, word ptr [0000] или **mov dx, [0000]**

Для вычисления адреса операнда по умолчанию используется сегментный регистр **ds**.

4. Косвенная регистровая адресация

Смещение, которое вычисляется аппаратно для доступа к операнду в памяти, **называется исполнительным (эффективным) адресом (EA)**

.data

ABC dw 1234h

.code

…….

mov bx, offset ABC

mov ax,[bx]

Для вычисления адреса операнда по умолчанию используется сегментный регистр - **ds**

5. Адресация по базе

Эффективный адрес EA вычисляется:

$$EA = \begin{cases} [bx] + \text{индексное смещение} \\ [bp] + \text{индексное смещение} \end{cases}$$

Размер индексное смещение (сдвига) - 0, 1 или 2 байта.

Пример: обращение к 2-му элементу массива слов

```
.data
    ARRAY dw 1,2,3,4,5
 .code
    mov bx,offset ARRAY
    mov ax,[bx]+2
```

6. Прямая с индексированием

Эффективный адрес EA вычисляется:

$$EA = \begin{cases} [si] + \text{индексное смещение} \\ [di] + \text{индексное смещение} \end{cases} + \text{смещение прямого адреса}$$

Пример: загрузить 5-й элемент массива байтов в регистр al.

```
.data
      table db 0Ah,0Bh,0Ch,0Dh,0Eh,0Fh
.code
      mov di,0002   или  mov di,2
      mov al, table[di+2]
```

7. По базе с индексированием

Эффективный адрес EA вычисляется:

EA= [bx] [si] + + индексное смещение
[bp] [di]

Пример: задан массив записей, каждая запись состоит из 6 слов.
Переслать 3-е слово 2-ой записи в регистр ax.

```
.data
    table dw 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,……
.code
    mov si,12    или mov si,2*6
    mov bx,offset table
    mov ax, [bx+si+4 ]
```

Форма записи операнда

Для адресации по базе с индексированием возможны следующие комбинации регистров:

[bx][si] +сдвиг совместно с регистром ds

[bx][di] +сдвиг совместно с регистром ds

[bp][si] +сдвиг совместно с регистром ss

[bp][di] +сдвиг совместно с регистром ss

Используются разные формы записи операнда:

[bx][di] +4, [bx+di] +4, [bx+di+4]

Сводная таблица используемых регистров адресации

r/m	адрес операнда	reg	регистры	
000	[bx+si+инд. смещение]	000	ax	al
001	[bx+di+инд. смещение]	001	cx	cl
010	[bp+si+инд. смещение]	010	dx	dl
011	[bp+di+инд. смещение]	011	bx	bl
100	[si+инд. смещение]	100	sp	ah
101	[di+инд. смещение]	101	bp	ch
110	[bp+инд. смещение]	110	si	dh
111	[bx+инд. смещение]	111	di	bh

Размеры индексного смещения

- сдвиг отсутствует, длина поля равна 0;
- занимает 1 байт, значение в диапазоне -128 до +127;
- занимает 2 байта, значение в диапазоне -32768 до +32767.

Лекция №5

- Принципы и свойства архитектуры ЭВМ.

-Иерархия памяти.

Принципы архитектуры

1. **Принцип хранимой программы** (Джона фон Неймана) – код программы и данные хранятся в оперативной памяти (ОП).
2. **Принцип микропрограммирования** – для каждой команды есть набор действий- сигналов, генерируемых для ее выполнения.
3. **Принцип адресности** – пространство ОП линейно, т.е. совокупность последовательно пронумерованных ячеек памяти. Номер ячейки – ее адрес (0,1,2,…).
4. **Принцип программного управления –** последовательное выполнение команд программы. Для изменения порядка выполнения используются специальные команды.

Принципы архитектуры

5. **Принцип однородности памяти –** для процессора нет принципиальной разницы между данными и командами. Над командами можно выполнять такие же действия как и над данными.
6. **Принцип двоичного кодирования** – необходимо четко разделять пространство данных и команд, т.к. процессор трактует двоичную информацию в зависимости от назначения адресного пространства .
7. **Принцип безразличие к целевому назначению данных** – процессору не важна логическая назрузка обрабатываемых данных.

Индивидуальные особенности процессоров

Способы кеширования кода и данных:

- в i486 – один блок встроенного кеша размером 8 кб для кодов и данных;
- в Pentium - два блока по 8 кб, один для кода, другой для данных. Возможен одновременный доступ к коду и данным.

Иерархия памяти

Кеш - память

Располагается между основной памятью и процессором.

Основное назначение - улучшение эффективной скорости взаимодействия с памятью и увеличение быстродействия процессора.

Подразделяется на кеш I уровня (на кристалле) и кеш II уровня (на кристалле или вне его).

Концепция кеш – памяти

Предвосхищение наиболее вероятного использования процессором данных из ОП путем их копирования в кеш-память.

Данные передаются блоками, состоящими из нескольких слов.

Среднее время доспупа к кеш – памяти:

в 3 раза быстрее, чем к ОЗУ,

в 10 раз быстрее, чем к ПЗУ.

Оперативная память (ОП)

Физическая память, к которой МП имеет доступ по шине адреса, называется ОП.

Выполнена ОП на дешевых и медленно действующих полупроводниковых устройствах.

Реально реализована как последовательность ячеек – байтов. Каждому **байту** соответствует уникальный **адрес**, называемый **физическим**.

Аппаратный механизм управления ОП

Он обеспечивает:

- компактность хранения адреса в команде;
- гибкость механизма адресации;
- защиту адресного пространства задачи;
- поддержку виртуальной памяти.

Модели использования ОП

МП аппаратно поддерживает модели:

- сегментированную;
- страничную.

Режимы работы МП:

- режим реальных адресов;
- защищенный;
- виртуального процессора.

Реальный режим работы МП intel 8086/88. Основные понятия

Сегментация – механизм адресации, обеспечивающий существование нескольких независимых адресных пространств (как в пределах одной задачи, так и в системе в целом) для защиты от взаимного влияния.

Сегмент – независимый, поддерживаемый на аппаратном уровне блок памяти.

Программно возможен непосредственный доступ только к 4(6) сегментам. Каждый сегмент имеет специальное назначение.

Размещение сегментов программы

Первоначально начальные физические адреса сегментов программы неизвестны.

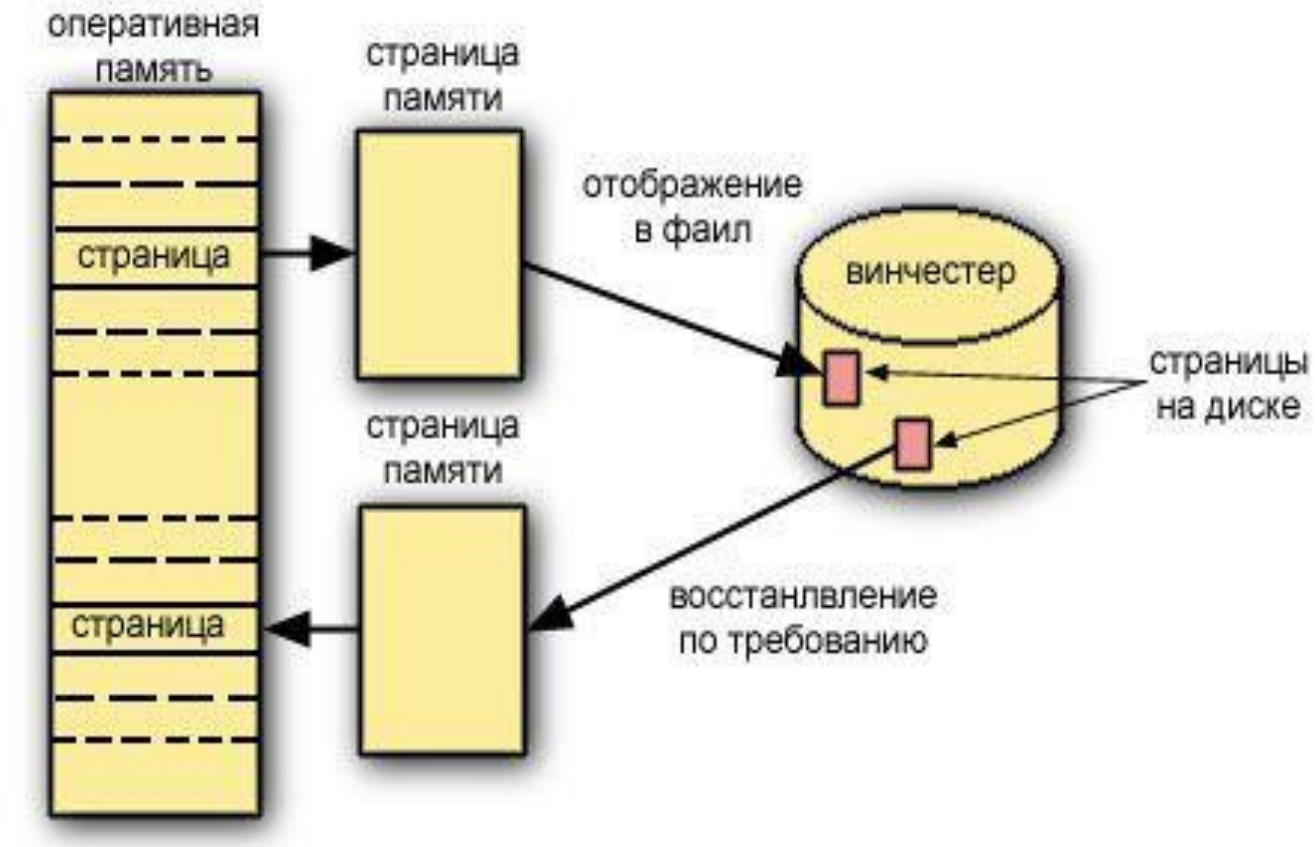
ОС распределяет память и помещает адреса:

в реальном режиме - в сегментные регистры;

в защищенном – в специальную дескрипторную таблицу.

Под **физическим** (линейным) адресом понимается **адрес, выдаваемый на шину адреса.**

Виртуальная память



Лекция №6

- Виды операндов, поддерживаемые транслятором.
- Структура команды мп intel 80386.
- Байт mod r/m.
- Формат команды mov (1-2).

Общий вид оператора ассемблера

метка КОП операнд_1,операнд_2

Оператором ассемблера может быть:

- ***машинная команда;***
- ***директива транслятора;***
- ***макрокоманда;***
- ***комментарий.***

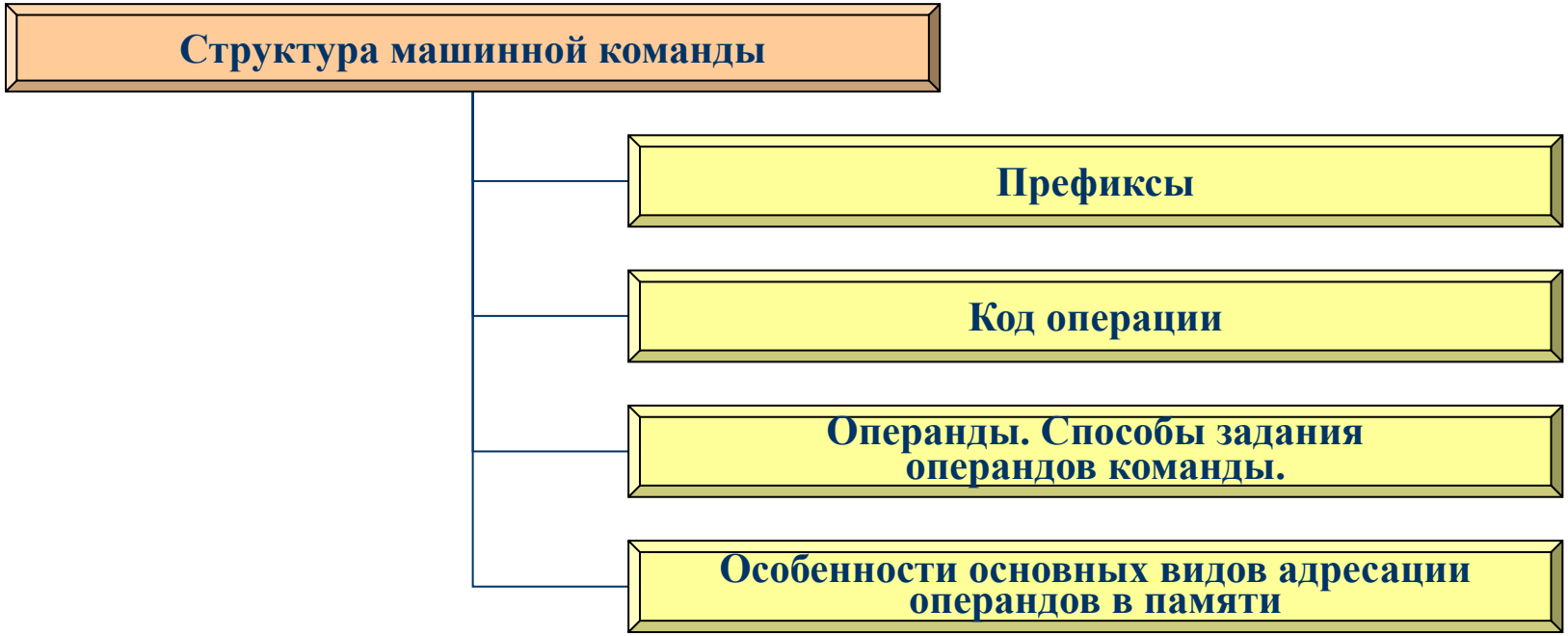
Виды операндов, поддерживаемые транслятором TASM

- Постоянные или непосредственные (число, строка): ABC equ 3 или ABC1=ABC1+120/5;
- Адресные (сегмент:смещение): ds:0001;
- Перемещаемые – адреса, непривязанные к конкретному физическому адресу памяти;
- Текущее значение счетчика адреса ($): mov ax,$+5;
- Регистровые: ax, cx, dx и т.д.;
- Базовый и индексный операнды: bx, di, si;
- Арифметические операторы в выражении: +, -, *, /;

Виды операндов (продолжение)

- Операторы сравнения: eq, ne, lt, le, gt, ge и т.д.
- Логические операторы: and, or, xor.
- Индексный оператор [ ]: mov ax, ABC [si]
- Оператор определения типа (приписывает операнду указанный тип):
  формат: тип ptr выражение
  пример: abc dw 12h
  mov al, byte ptr abc
- Получение сегментной части адреса или смещения:
  mov ax, seg ABC
  mov dx, offset ABC

Машинная команда



Структура машинной команды МП intel 8086

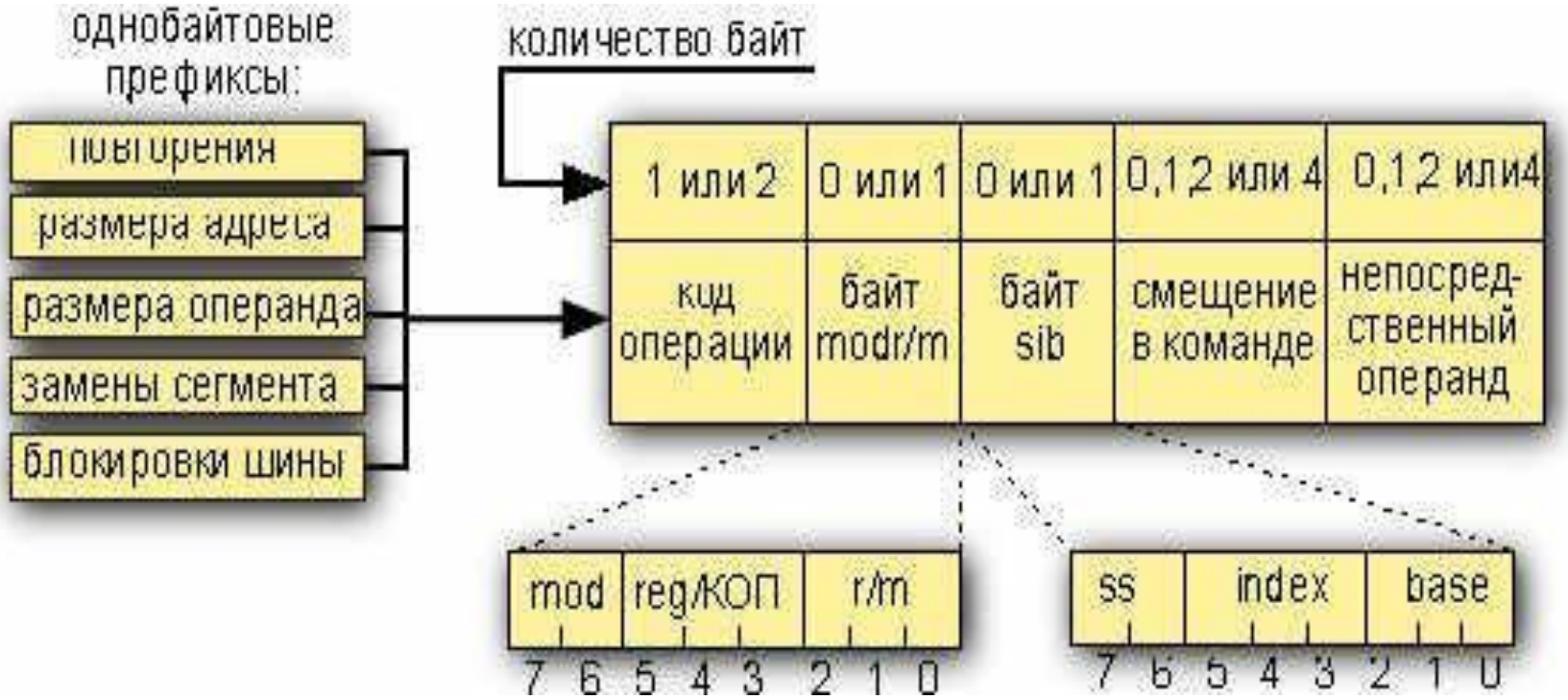
Префикс **КОП** байт_mod_r/m **сдвиг** данное

0,1 1 0,1 0,1,2 0,1,2

Длина команды: min - 1 байт,

max - 7 байт.

Формат машинной команды МП intel 80386



Префиксы

Каждый префикс может занимать 1 байт.

Есть 5 типов префиксов:

- повторения (в цепочечных командах);
- размера адреса;
- размера операнда;
- замены сегмента;
- блокировки шины.

Структура байта mod r/m

| mod | reg/коп | r/m |

Поле mod – 2 бита, кодировка:

00 – индексное смещение отсутствует;

01 – смещение занимает 1 байт;

10 - смещение занимает 2 байта;

11 – поле r/m определяет регистр.

Поля reg и r/m имеют длину по 3 бита.

Определяют регистр и способ адресации.

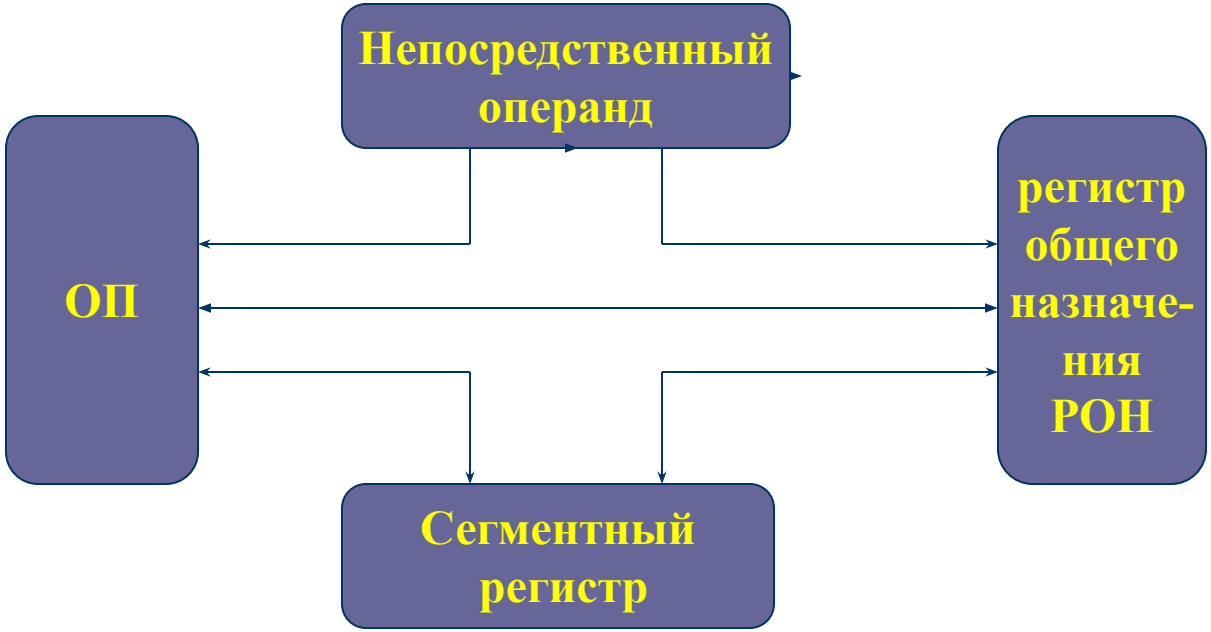
Сводная таблица используемых регистров адресации

r/m	адрес операнда	reg	регистры	
000	[bx+si+инд. смещение]	000	ax	al
001	[bx+di+инд. смещение]	001	cx	cl
010	[bp+si+инд. смещение]	010	dx	dl
011	[bp+di+инд. смещение]	011	bx	bl
100	[si+инд. смещение]	100	sp	ah
101	[di+инд. смещение]	101	bp	ch
110	[bp+инд. смещение]	110	si	dh
111	[bx+инд. смещение]	111	di	bh

Особые случаи при кодировании байта mod r/m

- При регистровой адресации поле mod = 11, а в поле r/m - код второго регистра.
- Для прямой адресации поле mod = 00, r/m=110 и за байтом mod r/m стоят 2 байта, указывающих смещение прямого адреса.

Область действия команды mov



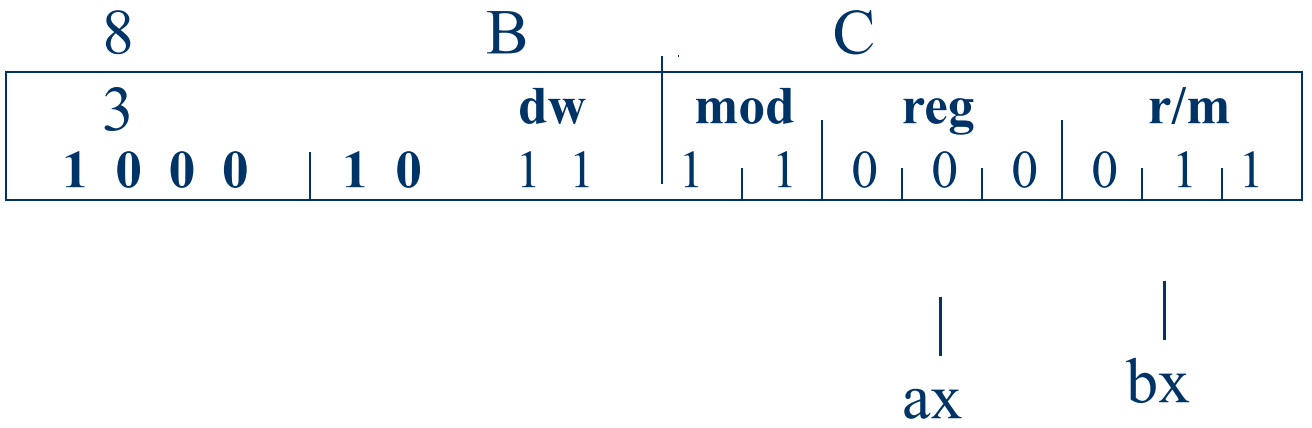
mov ax, @data

mov ds, ax

Форматы машинных команд

1. Пересылка регистра/памяти в/из регистра:

   mov ax,bx



Параметры d и w

- **d** определяет направление перемещения:

d =
- 0 – из регистра,
- 1 – в регистр.

- **w** определяет размер операнда:

w =
- 0 – 1 байт,
- 1 – 2 байта.

Лекция №7

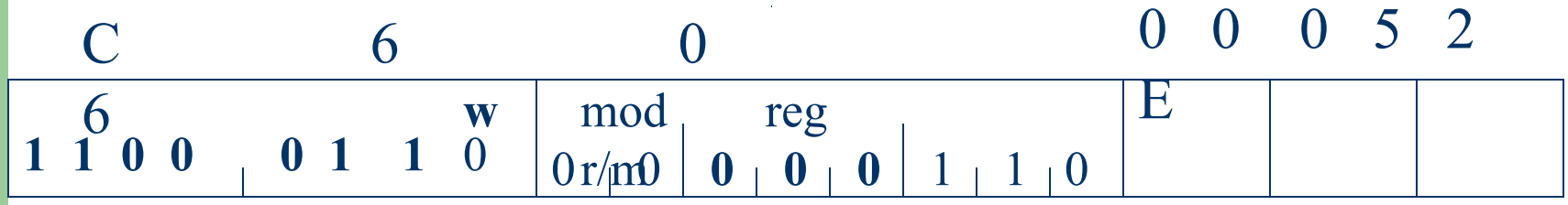
- Форматы команды MOV
- Префикс замены сегмента.
- Система машинных команд МП intel 8086 (п.1-2).

Форматы машинных команд

2. Непосредственный операнд в регистр/память

mov ABC,46

Пусть смещение ABC равно 0005



Длина команды 5 байт

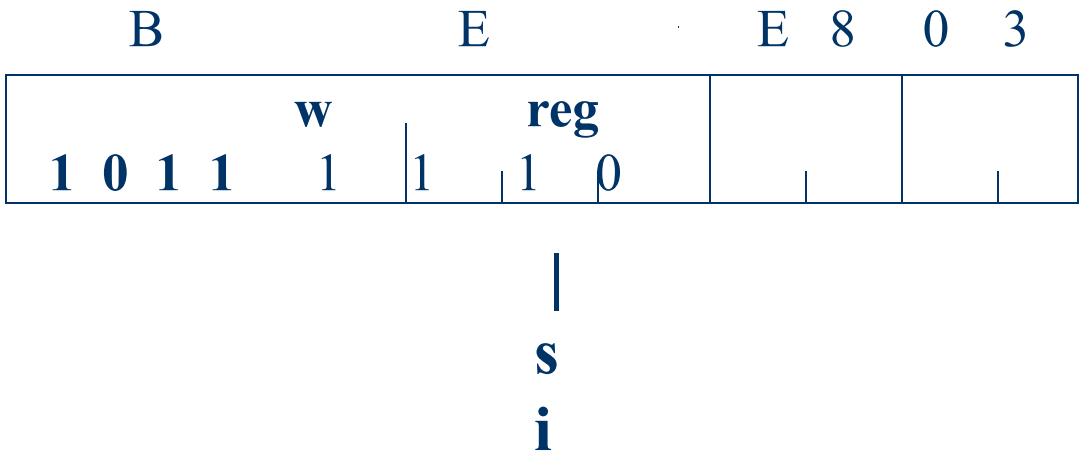
Смещение ABC

$(46)_{10}$

Форматы машинных команд

3. Непосредственный операнд в регистр

mov si,1000 (1000=03E8h)



Длина 3 байта

Форматы машинных команд

4. Память в аккумулятор

mov ax,exword ; если адрес exword = ds:0002, то

A 1 02 00

1 0 1 0 **0 0 0** w	адрес младший	адрес старший	

Длина 3 байта

Форматы машинных команд

5. Аккумулятор в память

mov exbyte,al ; если адрес exbyte = ds:0004, то

A 2 04 00

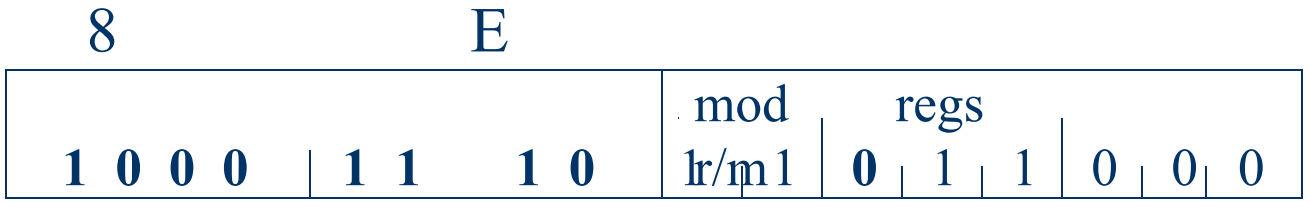
1 0 1 0	**0 0 1 w 0**	адрес младший	адрес старший

3 байта

Форматы машинных команд

6. Регистр/память в сегментный регистр

mov ds,ax



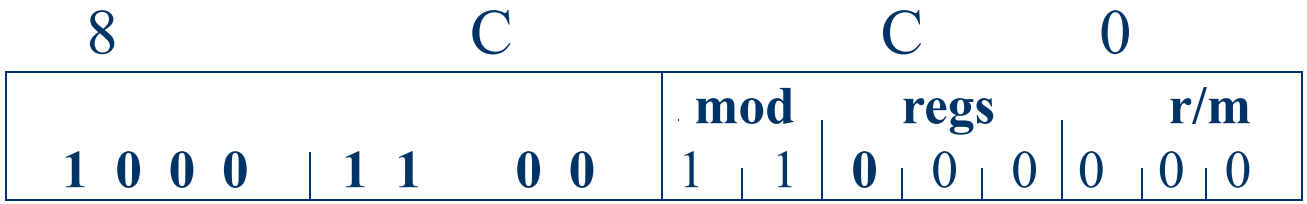
2 байта

regs	описание
00	es
01	cs
10	ss
11	ds

Форматы машинных команд

7. Сегментный регистр в регистр/память:

mov ax,es



2 байта

regs	описание
00	es
01	cs
10	ss
11	ds

Префикс замены сегмента

Префикс занимает 1 байт и имеет вид:

001 regs 110

Кодировка сегментных регистров:

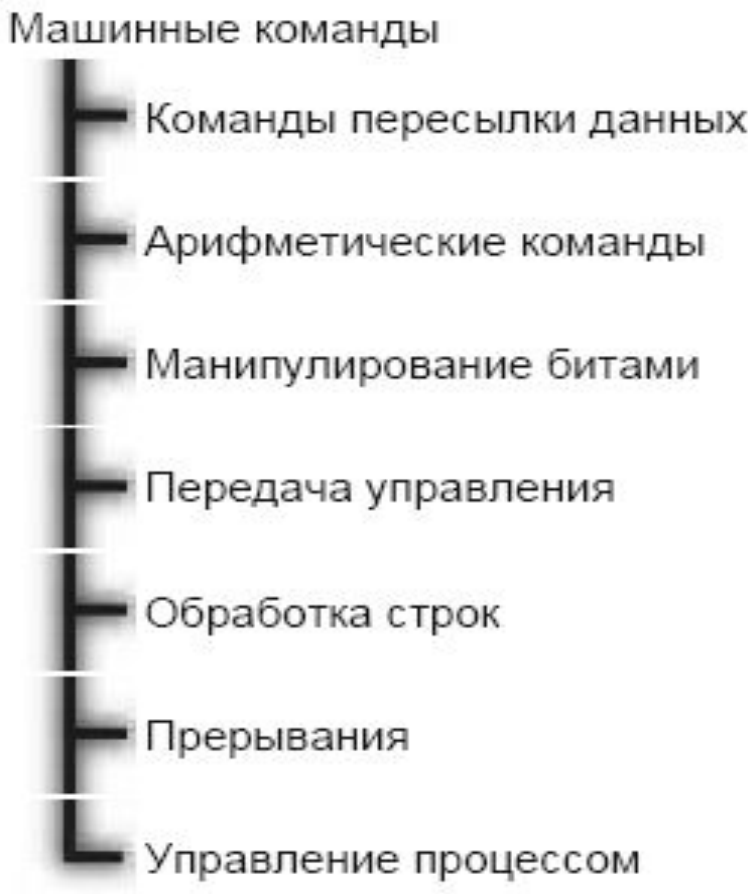
regs	описание
00	es
01	cs
10	ss
11	ds

Пример: переменная var определена в сегменте cs, тогда

в исходном модуле - **inc cs:var**,

под отладчиком - **cs: inc var**

Система команд микропроцессора



1. Команды общего назначения

Выполняют обмен информации между регистрами, ячейками памяти и портами ввода-вывода:

а) **команды пересылки данных (mov, lea, xchg);**

пример:

```
mov bx,offset abc
lea bx,abc
xchg    ax,bx
```

б) **стековые операции (push, pop, pushf, popf)**.

Пример:

```
push    ds
pop     es
```

СТЕК

Стек – это **область оперативной памяти,** специально выделенная **для временного хранения данных** программы.

Работает по принципу **LIFO** в сторону уменьшения адресов.

Используются 3 регистра:

ss - сегментный регистр,

sp – указатель стека,

bp – указатель базы кадра стека.

Организация стека в оперативной памяти

---------- 0000:0000

……

---------- **Сегмент стека SS:0000**

Вершина стека SS:SP

Дно стека SS:FFFF

……

Работа стековых команд

push – запись значения в вершину стека:

1. **sp=(sp)-2**;
2. Запись операнда по адресу **ss:sp**.

pop – извлечение из вершины стека:

1. Извлечение операнда по адресу **ss:sp**
2. **sp=(sp)+2**;
3. Запись операнда.

pusha – групповая запись в стек регистров

ax, cx, dx, bx, sp, bp, si, di

popa – групповое извлечение из стека в регистры

Работа стековых команд с регистром флагов

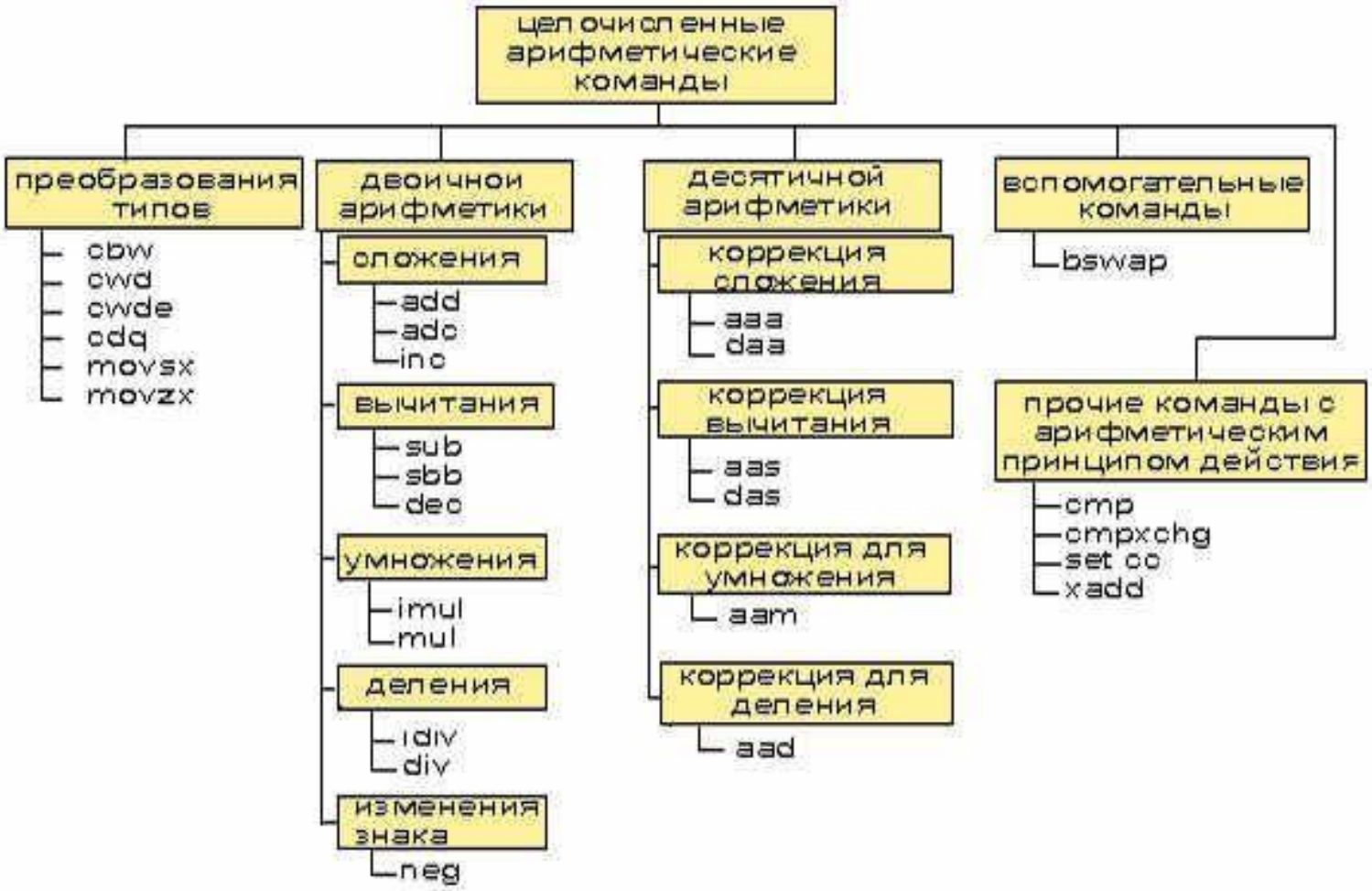
pushf – загрузка содержимого регистра флагов в вершину стека:

1. **sp=(sp)-2**;
2. Запись содержимого регистра флагов по адресу **ss:sp**.

popf – извлечение информации из вершины стека и загрузка в регистр флагов:

1. извлечение операнда по адресу **ss:sp**;
2. **sp=(sp)+**2;
3. загрузка в регистр флагов.

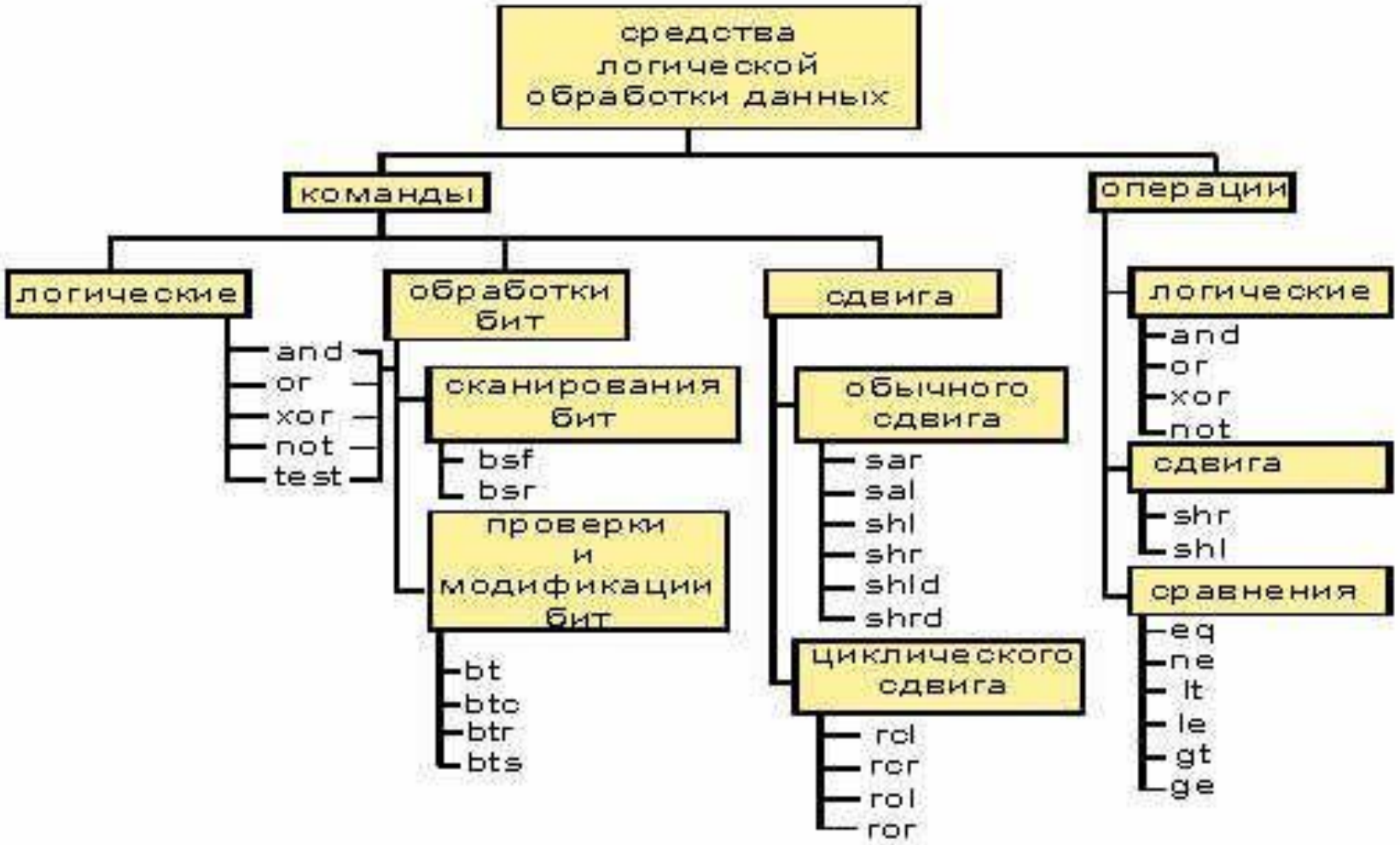
2. Арифметические операции над целыми двоичными числами



Лекция №8

- Система команд процессора (п.3-7).
- Прерывания.
- Классификация прерываний.

3. Команды манипулирования битами



4. Команды передачи управления

Типы адресов: short, near, far

Существует 4 способа передачи управления.

Команды перехода	**Длина смещения**
• безусловного перехода: jmp	**2,** 4 байта
• условного перехода: j xxx	**1** байт
• перехода с вызовом процедур: call	2, 4 байта
• управления циклами: loop	**1** байт

Пример: jmp short label

Замена длины смещения в условном переходе

Если относительный адрес перехода превышает 128 б, то меняют команду (а) на две команды (в):

а)

```
        cmp dl,'a'
        jz zero
continue:
        ……
  zero:
        ……..
```

в)

```
        cmp dl,'a'
        jnz continue
        jmp zero
Continue:
        ……
Zero:
```

Директива JUMPS (nojumps)

Замену команд для условного перехода можно сделать с помощью директивы транслятора jumps.

Тогда транслятор автоматически заменит условный переход на пару переходов.

Команда цикла LOOP

Использует значение регистра CX, уменьшает его при каждом шаге на 1 и проверяет на 0.

Если не равно 0, то переход по адресу операнда.

```
      mov cx,10
      mov ax,0
abc:   inc ax
          ……
        loop abc
ddd:  ……..
```

5. Команды обработки строк

Перемещают, сравнивают, сканируют строки данных.

Работают с последовательностями элементов размером в байт, слово, двойное слово.

Используются с префиксом повторения (**rep**).

Например, команда movs:

movs**b**

movs**w**

movs**d**

Алгоритм работы команд обработки строк

1. Установить флаг **df** командами **cld** (по возрастанию) или **std** (по убыванию);
2. Загрузить адреса цепочек в **ds:si** и **es:di**;
3. Загрузить в **cx** количество элементов для обработки;
4. Выполнить команду (например, movsw) с префиксом **rep**:

   rep movsw

6. Команды прерывания

Для обработки специфический ситуаций существует 3 команды:

int, iret, into

7. Команды управления процессом

Назначение: установка и сброс флагов, изменение режима функционирования процессора.

Например,

cld – сбросить флаг направления (флаг=0),

std – установить флаг направления (флаг=1).

Прерывание. Основные понятия

1. **Прерывание** – это сигнал, заставляющий микропроцессор менять обычный порядок исполнения команд.

1. **Прерывание** называется ситуация, приводящая к временному или окончательному прекращению выполнения команд одной программы и переходу к другой программе.

Назначение

Механизм прерываний обеспечивает эффективное взаимодействие устройств ввода-вывода с микропроцессором.

Обработка прерываний – это прерогатива программирования на ассемблере.

Микропроцессор может распознать **256 типов** прерываний.

Для каждого типа разработана своя **программа обработки**, называемая **обработчиком прерываний.**

Вектора прерываний

Адрес программы обработки прерывания конкретного типа называется **вектором прерываний.** Размер – 4 байта: **сегмент: смещение**

Все векторы собраны в **таблицу векторов прерываний.**

Размер таблицы 4*256=1024 байта.

Расположена в младших адресах памяти.

Команды прерываний

2 команды вызова пррываний:

int тип_прерывания

into (прерывание по переполнению).

1 команда возврата - **iret**

Лекция № 9

- Схема обработки прерываний.
- Функции int 21h для работы с файлами.
- Примеры использования команды int 21h для работы с файлами.

Классификация прерываний

Классификация прерываний

По месту возникновения:

внешние (аппаратные),

внутренние (программные).

По типу системных ресурсов:

BIOS,

DOS.

Прерывания BIOS (тип 0 -1f)

- Векторы прерываний микропроцессора (деление на 0, переполнение);
- Векторы прерываний микроконтроллера (системный таймер, клавиатура, гибкий диск);
- Входные точки процедур системы BIOS (обмен данными с клавиатурой, дисплеем, …);
- Вызов процедур пользователя;
- Указатели системных таблиц (параметры гибкого и жесткого дисков).

Прерывания DOS (типы с 20h)

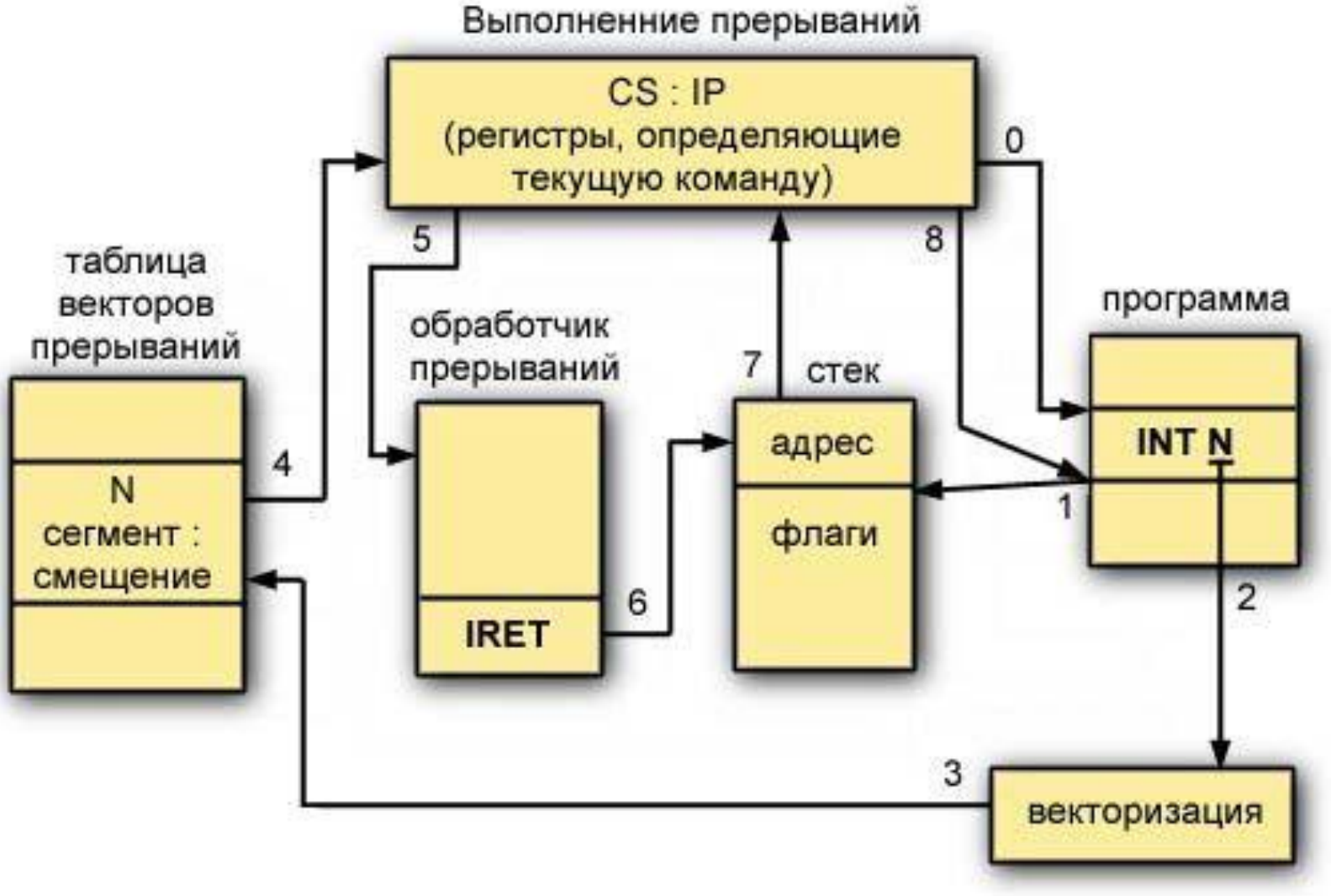
- 20h – завершение программ;
- 21h- вызов функций DOS;
- 23h- обработка клавиш Ctrl+ Break;
- 25h- абсолютное чтение с диска;
- 26h- абсолютная запись на диск.

INT 21h – вызов функций DOS

Номер функции задают в регистре **ah**, дополнительную информацию через другие регистры, например, **ds:dx**.

Выходная информация выдается через регистр **al** или другие регистры.

Схема обработки прерываний



Функции int 21h для работы с файлами

3ch - Создание файла;

6ch - Создание и открытие существующего;

3dh - открытие;

3eh - закрытие;

3fh – чтение файла;

40h - запись в файл;

42h – позиционирование указателя записи.

Создание файла через функцию 3ch

Входные данные:

ah – 3ch,

ds:dx - адрес ASCIIZ-строки с именем файла,
cx - атрибут файла: 0 – обычный.

Выходные данные:

если cf=0, то в **ax** - логический номер файла
(дескриптор файла),

если cf=1, то в **ax** - код ошибки:
3 – нет указанного пути,
4 – нет свободного дескриптора, 5 – отказано в доступе.

Обработка флага cf

Функция **3ch** на выходе передает код ошибки при **cf=1**.

Для обработки этой ситуации используются команды:

jc – переход при cf=1;

jnc - переход при cf=0.

Атрибут файла

Задается в регистре побитно:

0 бит = 1 –только для чтения,

0 бит = 0 – обычный;

1 бит = 1 – скрытый файл;

2 бит = 1 – системный файл;

и т.д.

Лекция №10

- Примеры работы с прерываниями.
- Структура программного сегмента.
- Префикс программного сегмента (PSP).
- Буфер обмена DTA.

Пример1: использования команды int 21h для создания файла через функцию 3ch

```
.data
        handle dw 0
        filename db ‘myfile.txt’,0
        point_fname dd filename
.code     ……..
        xor cx,cx                  ; обнуляем cx
        lds dx,point_fname         ; формируем указатель на файл
        mov ah,3ch
        int 21h
        jc exit                    ; переход по ошибке
        mov handle,ax
          ……..
exit:
```

Открытие существующего файла через функцию 3dh

Входные данные:

ds:dx - адрес ASCIIZ-строки с именем файла,

al =0 для чтения,

al =1 для записи,

al=2 для чтения и записи.

Выходные данные:

ax - логический номер файла.

Открытие существующего и создание нового файла через функцию 6ch

Входные данные:

cx - атрибут файла, 0- для обычного файла,

bx – режим доступа, 2 – чтение-запись;

dx – **1** - для существующего файла открыть доступ, **10h** – создать и открыть;

ds:si - адрес ASCIIZ-строки с именем файла.

Выходные данные:

ax - логический номер файла.

Закрытие файла

Входные данные:

AH -3Eh,

BX - логический номер файла.

Чтение из или запись в файл

Входные данные:

ah=**3Fh** - для чтения, **40h** - для записи в файл,

bx - логический номер файла,
cx - число считываемых байтов,
ds:dx - адрес буфера ввода-вывода.

Выходные данные:

ax - число фактически считанных (или записанных) байтов.

Пример2: использования команды int 21h для создания файла через 6ch

```
.data
        handle dw 0
        filename db ‘myfile.txt’, 0
        point_fname dd filename
.code
……..
        xor cx,cx                   ; атрибут файла
         mov bx,2                    ; режим доступа: чт-запись
         mov dx,1                    ;если сущ-ет, то открыть
        lds si,point_fname      ; формируем указатель на файл
        mov ah, 6ch
        int 21h
        jnc ABC                      ; переход, если существует
```

Пример2- продолжение

```
        mov dx,10h          ; создать и открыть
         mov ah,6ch
        int 21h
        jc exit                    ; переход по ошибке
ABC: mov handle, ax
                ……..
exit:                              ; обработка ошибки
```

Пример 3: вывод строки на экран

```
.data
filename db ‘вывод строки’,13,10,$
……..
.code
        mov ax,@data
        mov ds,ax
        mov dx, offset filename
       mov ah, 9h
       int 21h
```

Чтение системной даты

Функция **2ah** засылается в ah.

Выходные данные:

cx – год в формате типа 2013,

dh – месяц,

dl – день.

Структура программного сегмента

Область памяти, начинающаяся с минимального адреса загрузки программы пользователя, называется **программным сегментом**.

Этот адрес определяется при вызове программы, т.е. при выполнении операции OS - **EXEC**.

Программный сегмент состоит из:

- **префикса программного сегмента** (PSP), расположенного по смещению 0000;
- **тела загрузочного модуля** (по смещению 0100h).

Структура PSP

смещение	длина	пояснение
+0	2	**int 20h** (cd20h)
+2	2	вершина доступной памяти (параграф)
+6	4	размер прогр -ного сегмента в байтах
0Ah	4	область сохранения векторов прерываний 22h, 23h, 24h типов
0Eh	4	
12h	4	
+2Ch	2	**адрес среды DOS (номер параграфа)**
+50h	5	команда вызова диспетчера DOS
+80h	1	**длина командной строки**
+81h	7Fh	**буфер DTA**, который содержит командную строку

Пояснения к таблице

Прерывания :
22h – завершение процесса;
23h – нажатие клавиш Ctrl+Break;
24h – фатальная ошибка.
Область сохранения вектора имеет вид:
2 байта – **смещение**, 2 байта –**сегмент.**

Адрес среды - занимает 2 байта , задается сегментным адресом.
Вызов диспетчера функций DOS (5 байт):
call – 1 б, адрес обработчика - 4 б (смещение, сегмент).
Номер функции выбирается из регистра ah.

Лекция №11

- Буфер обмена DTA.
- Системное окружение.
- Структура dos и карта памяти.

Буфер DTA

DTA (Disk Transfer Area) –рабочий буфер обмена с диском.

Содержит **символы командной строки** после имени программы, включая все пробелы, разделители и код **0dh**.

Пример вызова программы в командной строке: abc.exe bbbbb 5

Содержимое dta: **20**4242424242**20**35**0d**

При нажатии клавиши **Enter** в DTA записывается код **0dh**.

Максимальная длина командной строки 140 байт.

Среда dos или системное окружение (environment)

Передаваемая среда является копией родительского процесса.

Представляет собой последовательность строк ASCIIZ в виде:

параметр=значение0

Общая длина строк – до 32 кб, по умолчанию -512 б.

Пример окружения

Строки среды	в мнемонике ассемблера
Имя_1=значение_1<00>	db ‘comspec=c:\command.com’,0
Имя_2=значение_2<00>	db ‘prompt=pg”,0
……..	…….
Имя_n=значение_n<00>	db ‘path=d:\;c:\apps’,0
<00>	db 0
<0100>	dw 1
_имя_программы<00>	db ‘c:\abc\abc.exe’,0
<00>	db 0

Основные смещения в PSP для программирования

- 2ch – адрес среды;
- 80h – длина рабочего буфера;
- 81h – начальное смещения для содержимого командной строки.

Способы завершения программы

- int 20h;
- переход по адресу 0000 в программном сегменте;
- int 21h с ah=4ch;
- Косвенный переход по адресу 0050 в PSP.

Загрузка регистров exe- файла

- **DS, ES** указывают на начало PSP;
- **IP, SP** получают значения, указанные при редактировании программы в заголовке загрузочного модуля;
- **CS, SS,** получают значения из заголовка загрузочного модуля, модифицированные на адрес начала программного сегмента.

Загрузка регистров com- файла

- **DS, ES, CS, SS** указывают на начало PSP;
- **IP** равен 0100h;
- **SP** указывает на конец программного сегмента, длина сегмента в ячейке 6 PSP уменьшается, чтобы освободить пространство для стека;
- в вершину стека записывается нулевое слово.

Структура dos

1. Блок начальной загрузки (**boot record**);
2. Интерфейс с BIOS;
3. Встроенные команды dos;
4. Командный процессор (command.com).

Структура dos - 1) блок начальной загрузки

Блок начальной загрузки занимает 1 сектор.

Размещается:

на дискете - на нулевом треке;

на диске – в первом секторе раздела dos.

Структура dos – 2) интерфейс с bios

Содержит команды взаимодействия с bios. Обеспечивает интерфейс низкого уровня с подпрограммами работы с устройствами через bios.

Структура dos – 3) встроенные команды dos

Команды dos обеспечивают пользовательским программам интерфейс высокого уровня. Включают операции :

- управления файлами;
- распределения оперативной памяти;
- блочного обмена с дисками;
- управления двигателем нгмд и др.

Командный процессор

Состоит из трех частей:

1. **резидентной**;
2. **инициализации**;
3. **нерезидентной**.

(1) содержит подпрограммы обработки прерваний (22h, 23h, 24h) и подзагрузки нерезидентной части.

(2) включает обработку файла autoexec.bat и определяет начальный адрес загрузки программы пользователя.

3. Нерезидентная часть командного процессора

Состоит из:

- интерпретатора команд;
- системного загрузчика нерезидентных команд и программ.

Загрузчик вызывается операцией OS **exec** - вызов и загрузка программ.

Карта распределения памяти в dos

0000:0000 таблица векторов прерываний;
0040:0000 глобальные переменные BIOS;
0050:0000 глобальные переменные DOS;
xxxx:0000 BIO.COM;
xxxx:0000 DOS.COM;
xxxx:0000 2 части command.com;
xxxx:0000 резидентные программы;
xxxx:0000 нерезидентные программы и команды;
xxxx:0000 нерезидентная часть command.com

Лекция №12

- Операторы ассемблера;
- директивы данных;
- варианты вызова процедур.
- директивы управления листингом.

Операторы программы на ассемблере

[метка] мнемоника [операнды]
(код операции)

Оператор ассемблера может быть:

- машинной командой;
- псевдооператором или директивой транслятора;
- макрокомандой;
- комментарием.

Директивы (псевдооператоры) транслятора ассемблера TASM

[метка] мнемоника [операнды]
(код операции)

Псевдооператоры (директивы ассемблера) подразделяются на 2 класса:

1. директивы данных;
2. директивы управления листингом.

Директивы данных

1. Определение идентификаторов:

имя equ выражение

Пример: count equ cx

N equ 1024

2. Определение данных:

резервируют память - db (1 байт), dw (2 байта), dd (4 байта), df, dp (6 байтов), dq (8 байтов), dt (10 байтов)

Директивы данных.
3. Определение сегмента

Директивы segment и ends – определяют в программе начало и конец сегмента.

Формат директив:

имя **segment** [тип подгонки,] [тип связи,]‘класс’, длина адреса

Например, ABC segment para public ‘code’,use16

……

ABC **ends**

Определение сегментного регистра

Регистр адресации задается директивой **assume**.

Формат:

assume сегментный_регистр:имя_сегмента [,]

Пример: mycode segment para public ‘code’

```
        assume cs:mycode,ds:mydata
begin: mov ax,seg mydata
       mov ds,ax
       ……..
mycode ends
```

Директивы данных.
4. Определения процедур

Формат: имя **proc** [атрибут дальности]

…….

ret

имя **endp**

Атрибут дальности: **near** или **far**

Пример:
```
.code
startABC proc near
…….
  ret
startABC endp
```

Механизм вызова – сохранение контекста программы в стеке.

Контекст программы – это информация о состоянии программы в точке вызова процедуры.

Вызов процедур (call имя_процедуры)

Пусть ABC1 - имя процедуры типа near,
ABC2 – имя процедуры типа far, adr1, adr1 – ссылки:
adr1 dw offset ABC1
adr2 dw offset ABC2,seg ABC2

Варианты вызова процедур:

- Прямая адресация в сегменте (ближний вызов): call near ptr ABC1
- Прямая адресация между сегментами (дальний вызов):
  call far ptr ABC2
- Косвенная адресация в сегменте:
  call word ptr adr1
- Косвенная адресация между сегментами:
  call dword ptr adr2

Директивы данных.
5. Определение внешних ссылок

public имя – делает указанное имя доступным для других программных модулей, которые впоследствии могут загружаться вместе с данным модулем.

extrn имя: тип - описывает идентификатор, определенный в другом модуле и описанный там в операторе public.

Тип для данных: byte, word, dword

Тип для процедур: near, far

include имяфайла - вставка в текущий файл текста из файла

Пример связи модулей по данным

1 модуль:

```
 public ABC
ABC dw 1234h
```

2 модуль:

```
extrn ABC:word
……..
mov ax,ABC
```

Директивы данных.
6. Директива управления трансляцией

end имя_программы

Директивы управления листингом

page [число строк] [число столбцов]

10-255, **57** 60-132, **80**

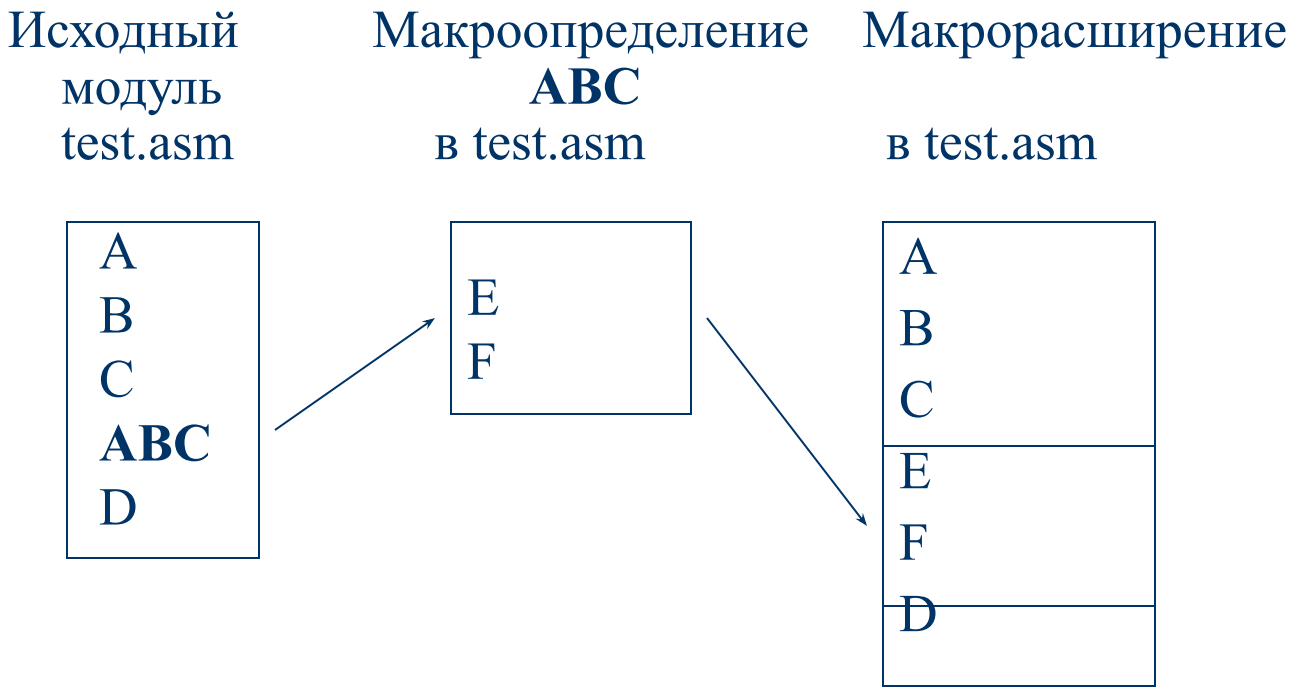
title текст1

subttl текст2

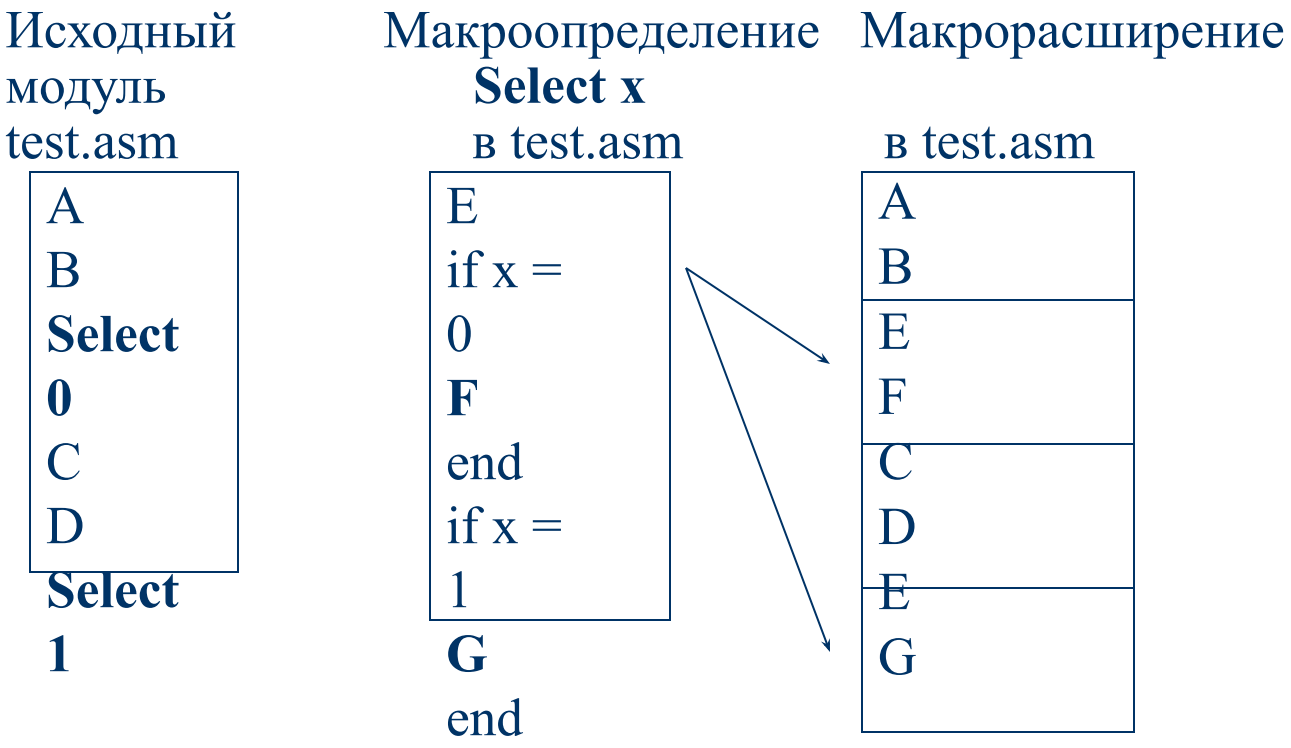
Лекция №13

- Возможности макросов.
- Основные понятия.
- Классификация директив макросов.

Возможности макросредств



Возможности макросредств



Основные понятия макросов

Поименованный набор операторов ассемблера называется **макрокомандой**.

Группа команд, определяющая действие макрокоманды, называется **макроопределением.**

Процесс включения в исходный текст программы команд из макроопределения называется **макрорасширением или макрогенерацией.**

Этапы использования макросов

1. Определение макрокоманды.
2. Вызов макрокоманды.

Определение макрокоманды

Формат:

имя MACRO список_формальных_параметров

тело макроопределения

ENDM

Список_формальных_параметров
состоит из элементов вида:

имя_формального_аргумента [тип]
где тип:

- **:REQ** – для параметров, задаваемых явно;
- =<строка> для стандартного значения параметра.

Примеры прототипа макроса

1. ADD_Word MACRO OP1:REQ,OP2:**REQ**,SUM

2. ADD_Word MACRO OP1,OP2,SUM=dx

Вызов макрокоманды

Вызов макрокоманды осуществляется **по имени** макроса с указанием **списка фактических параметров.**

Процесс замены формального параметра соответствующим фактическим значением при макрорасширении называется **подстановкой аргументов.**

Пример: сложение двух значений размером в слово

Определение:

```
ADD_Word MACRO    OP1,OP2,SUM
         MOV     AX,OP1
         ADD     AX,OP2
         MOV     SUM,AX
         ENDM
```

Макрокоманда:

```
ADD_Word BX,CX,DX
```

Макрорасширение:

```
MOV AX,BX
ADD AX,CX
MOV DX,AX
```

Продолжение примера

Второй вариант макрокоманды:

ADD_Word price, tax, cost

Макрорасширение:

```
MOV ax, price
ADD ax, tax
MOV cost, ax
```

Классификация директив макросов

1) директивы общего назначения:
MACRO, ENDM, LOCAL
2) директивы повторения: REPT, IRP, IRPC
3) условные: IF, IFDEF, IFDIF, IFIDN, IFB, IFNB
4) выхода: EXITM
5) управления листингом: LALL, SALL, XALL

1. Директивы общего назначения

```
aaa   macro bbb
      local next
      push cx
      mov cx,bbb
……..                ; группа команд
 next: loop next
       pop cx
       endm
```

Вызов макроса

Макрокоманда:

aaa 100

Макрорасширение:

```
push cx
        mov cx,100
…….....      ; группа команд
 ??0001: loop ??0001
         pop cx
```

Лекция №14

- Директивы повторения.
- Условные директивы.
- Макрооперации.

2. Директивы повторения

REPT выражение

……

ENDM

Пример: зарезервировать L байтов и присвоить им знач-я от 1 до L.

```
ALLOCATE  MACRO  TLABEL, L
          TLABEL  EQU  THIS  BYTE
          VALUE = 0
          REPT  L
          VALUE = VALUE+1
          DB  VALUE
          ENDM
    ENDM
```

Использование макрокоманды allocate

Вызов:

.data

Allocate table,40

Макрорасширение в точке вызова:

```
table EQU  THIS  BYTE
VALUE = 0
VALUE = VALUE+1
DB  1
VALUE = VALUE+1
DB  2
……
VALUE = VALUE+1
DB  40
```

Директивы повторения

IRP параметр ,<список аргументов>

……

ENDM

Пример создания таблицы из четырех слов:

```
.data
 IRP  ABC ,<1,2,3,4>
 DW  ABC *ABC
 ENDM
```

Расширение макроса для создания таблицы из четырех слов

```
.data
DW  1 *1
 DW  2 *2
DW  3 *3
DW  4 *4
```

Директивы повторения

IRPC параметр,<строка>

Пример: IRPC RG, <ABCD>

PUSH RG&X

ENDM

Макрорасширение : PUSH AX

PUSH BX

PUSH CX

PUSH DX

3. Условные директивы

IF задает начало условно ассемблируемого блока , если <выражение> **истинно** или имеет **ненулевое значение**.

Формат:

IF <выражение>

…….

ENDIF

В выражении можно использовать операции:

EQ, NE, GT, GE, LT, LE

Примеры вызова процедуры ReadBuf **при** DoBuf ≠ 0

1. Без расширения оператора условия

```
.data
BufNum dw 5
DoBuf db 0
.code
……
if  DoBuf
mov ax, BufNum
call ReadBuf
endif
……..
```

Примеры вызова процедуры ReadBuf **при** DoBuf ≠ 0

2. С расширением условного оператора

```
BufNum dw 5
DoBuf db 1
.code
……
if  DoBuf
mov ax, BufNum
call ReadBuf
endif
……..
```

расширяется в:

```
  mov ax, 5
  call ReadBuf
```

Условные директивы IFB , IFNB

Операторы альтернативной обработки пустых операторов:

IFB <параметр>

IFNB <параметр>

Параметр всегда задается в угловых скобках и определяет имя формального аргумента макроса.

Примеры условных директив

Пример макроопределения:

```
PRINT_T MACRO MSG
    IFB <MSG>
        MOV SI, DEFMSG
    ELSE
        MOV SI, MSG
    ENDIF
        CALL SHOW_T
ENDM
……….
DEFMSG db ‘no’
```

макрокоманда:

PRINT_T ‘y’

макрорасширение:

MOV SI, ‘y’
SHOW_T

макрокоманда:

PRINT_T

макрорасширение:

MOV SI, ‘no’
SHOW_T

Пример извлечения параметров из стека

```
POPREGS  MACRO REG1, REG2
    IFNB <REG1>
        POP REG1
    ENDIF
    IFNB <REG2>
        POP REG2
    ENDIF
ENDM
```

Вызов и расширение:

1) POPREGS ax
   POP ax
2) POPREGS ,bx
   POP bx
3) POPREGS ax, bx
   POP ax
   POP bx

Условные директивы IF1, IF2, IFDEF

IF1

IF2

Пример: IF1 INCLUDE TEXTMACRO.TXT

Ассемблирование, если символическое имя определено:

IFDEF символическое имя

Пример: IFDEF **SIZE**

BUF db **SIZE** DUP(?)

endif

Условные директивы IFDIF, IFIDN

Ассемблирование, если параметры различны:

IFDIF <параметр1><параметр2>

Ассемблирование, если параметры тождественны:

IFIDN <параметр1><параметр2>

Макрооперации

1. & - операция замещения
2. ;; - подавление комментария
3. % - вычисление выражения
4. ! - операция литерального ввода символа
5. <> - операция литерального ввода строки

Макрооперация замещения

1. **Операция замещения**

Формат: & имя параметра

Пример:

```
makemsg MACRO str, n
    msg&n db ‘&str’
    endm
```

Вызов макроса:

makemsg <Введите значение:>,5

Расширение:

```
msg5 db ‘Введите значение:’
```

Макрооперации

3. Вычисление выражения

Формат: %выражение

Пример: makemsg <строка>,%3+5

4. Операция литерального ввода символа

Формат: !символ

Пример: makemsg <нельзя вводить число!>100>,3

5. Операция литерального ввода строки

Формат: <строка>

Лекция №15

- Директивы управления листингом.
- Упрощенные директивы TASM.
- Модели памяти.
- Этапы разработки программы.
- Отладчик Turbo Debugger (td).

Директивы управления листингом

- lall;
- xall;
- sall.

Упрощенные директивы tasm

model [модификатор] **модель памяти** [имя кодового сегмента]

Модификатор: use16, use32, dos

Tasm создает идентификаторы: @code, @data, @stack, ….

Упрощенные директивы определяют сегменты:

.code - кода

.stack - стека

.data - инициированных данных типа near

.fardata - инициированных данных типа far

.const – постоянных данных

.data? - неинициированных данных типа near

Модели памяти

- tiny
- small
- medium
- compact
- large
- huge

Сегменты для модели памяти

модель	Кол-во код. сегментов	Кол-во сег. данных	Ссылки по управл.	Ссылки на данные
tiny	1	-	near	near
small	1	1	near	near
medium	n	1	far	near
compact	1	n	near	far
large	n	n	far	far
Huge (32p)	n	n	far	far
Flat (win32)	1	-	near	near

Порядок выполнения программы на ассемблере

- **tasm** имя_исх._модуля [, имя_объектного_модуля] [, имя_lst] [, имя_crf] [опции]

  tasm имя , , ,

  tasm имя /l /c
- **tlink** список объектных модулей [, имя_exe_файла] [, имя_ map_файла] [, список lib_файлов] [опции]
- **debug** или **td**

Для **td**:

tasm /zi имя_исходного модуля

tlink /v имя_объектного модуля

Этапы разработки программы на ассемблере.

1. **Постановка и формулировка задачи**

- Назначение и требования к программе;
- представление исходных данных и результатов;
- структура входных и выходных данных;
- ограничения и допущения на исходные и выходные данные.

Этапы разработки программы на ассемблере.
2. Проектирование

- формулировка ассемблерной модели задачи;
- выбор метода реализации;
- разработка алгоритма реализации;
- разработка структуры программы в соответствии с моделью памяти.

Этапы разработки программы на ассемблере.
3. Кодирование

- уточнение структуры данных и определение ассемблерного представления формата;
- программирование;
- комментирование текста программы и составление предварительного описания программы.

Этапы разработки программы на ассемблере. *4.* Отладка и тестирование

- составление тестов для проверки правильности работы программы;
- обнаружение, локализация и устранение ошибок в программе, выявленных в тестах;
- корректировка кода программы и описания.

Этапы разработки программы на ассемблере.
5. Эксплуатация и сопровождение

- настройка программы на конкретные условия использования;
- обучение пользователей работе с программой;
- сбор сведений о сбоях в работе программы;
- модификация программы.

Отладчик Turbo Debugger (td)

Для работы в Turbo Debugger (td) необходимо создать загрузочный модуль:

tasm /zi имя

tlink /v имя

Управление работой в отладчике ведется посредством меню двух типов:

- глобальное (вызов по F10);
- локальное (вызов по Alt-F10 или правой кнопкой мыши).

Запуск программы на выполнение

Используется один из четырех режимов:

- безусловное выполнение (F9);
- по шагам:
  а) F7: Run|Trace into - с пошаговым выполнением процерур и прерываний;
  б) F8: Run|Trace over - процеруры и прерывания выполняются как одна команда;
- до текущего положения курсора (F4);
- с установкой точек прерывания (breakpoints).

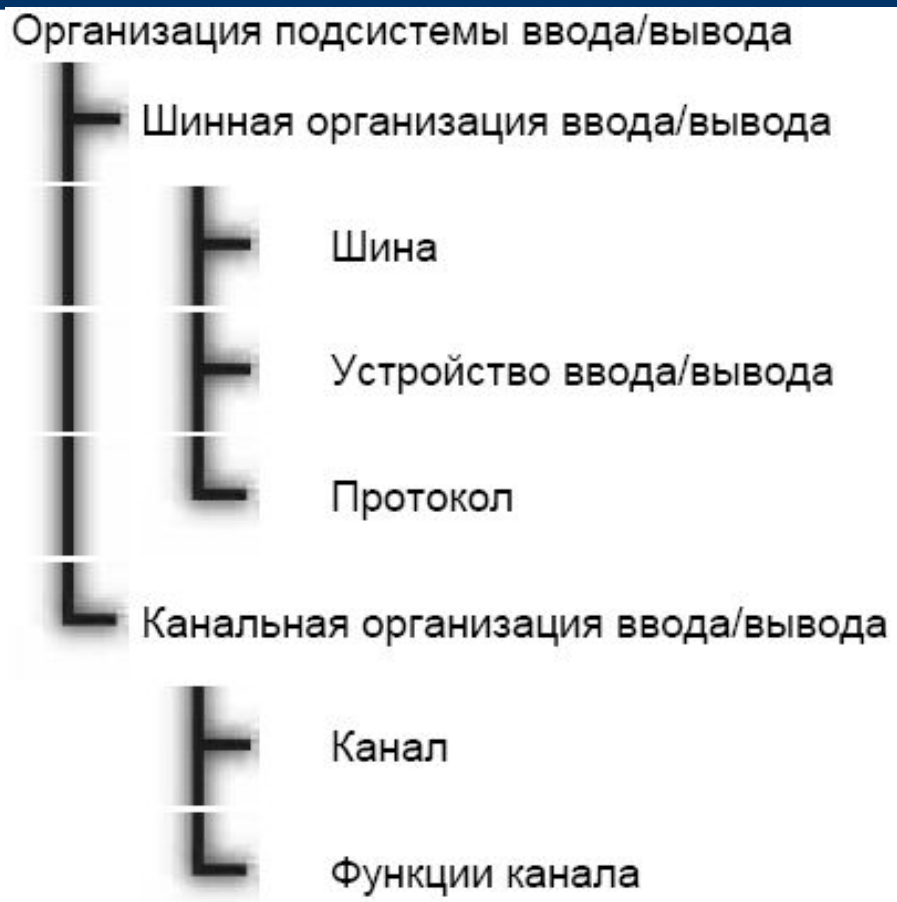
Установка точек прерывания

Сначала устанавливаются точки прерывания курсором и F2,

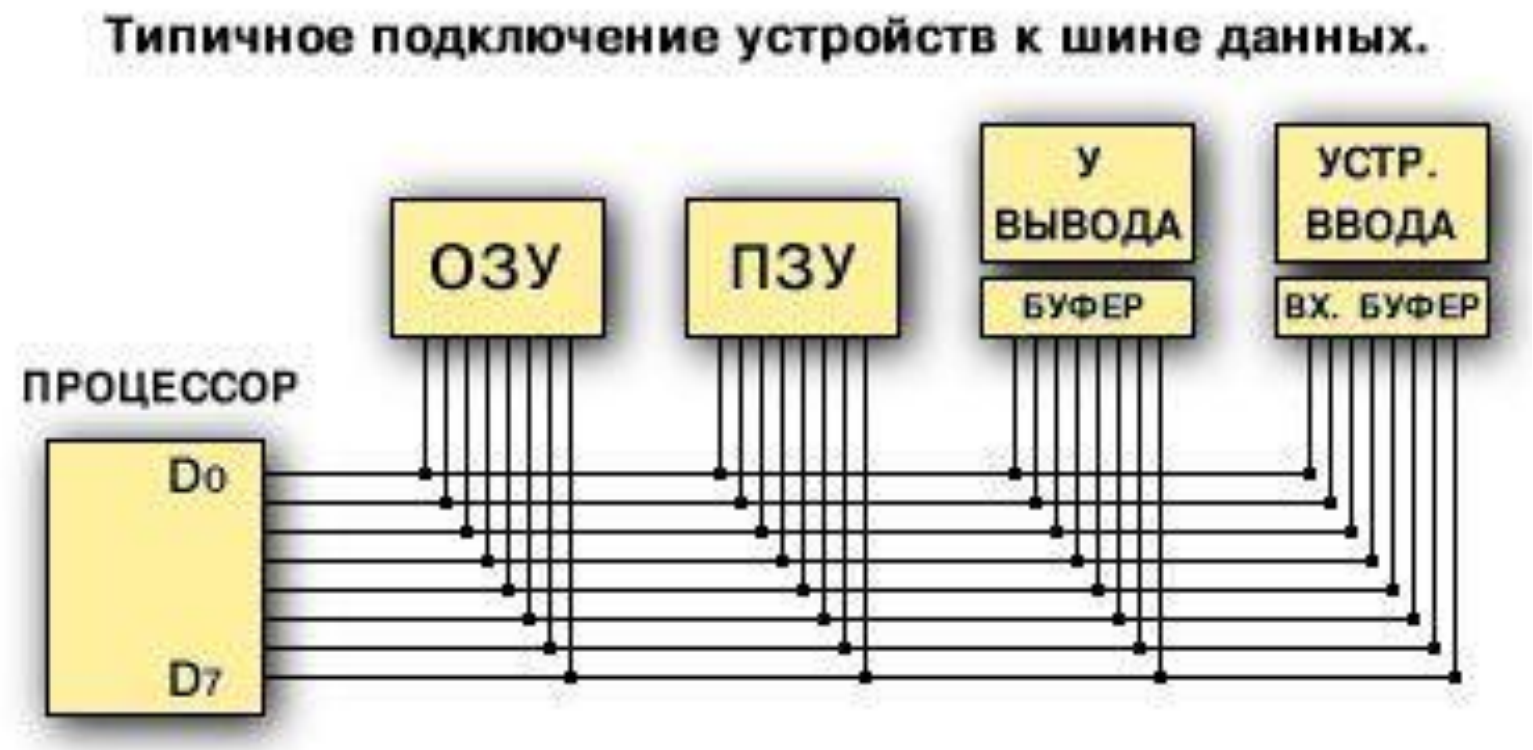
затем – F9.

Прервать выполнение программы – Ctrl+F2

Подсистема ввода/вывода



Шинная организация ввода/вывода



Канальная организация ввода/вывода

Лекция №16

- Подсистема ввода/вывода