

Системы счисления

Позиционные:

1. Десятичная (2009_{10})
2. Двоичная (11111011001_2)
3. Восьмеричная (3731_8)
4. Шестнадцатеричная ($7D9_{16}$)

Непозиционные:

1. Римская (MMIX)

В позиционных системах счисления **количественный эквивалент числа A** , состоящего из n цифр a_k ($k = 0, \dots, n-1$) в системе счисления с основанием p записывается в виде последовательности цифр

$$A_{(p)} = a_{n-1}a_{n-2}\dots a_1a_0, \text{ где } a_k < p.$$

Значение количественного эквивалента числа в позиционной системе счисления с основанием p можно представить в виде многочлена:

$$A_{(p)} = a_{n-1} * p^{n-1} + a_{n-2} * p^{n-2} + \dots + a_1 * p^1 + a_0 * p^0, \text{ где } a_k < p, p > 0$$

Переводы натуральных чисел между системами счисления I

восьмеричная <-> двоичная <-> шестнадцатеричная

Если основание системы счисления можно представить как степень 2,

$$p=2^m, \quad m=1,2,\dots,k$$

то перевод осуществляется через двоичную систему.

1. Сначала число в восьмеричной или шестнадцатеричной системе записываем в двоичном представлении:

$$7D9_{16} = 0111\ 1101\ 1001_2$$

$$3731_8 = 011\ 111\ 011\ 001_2$$

2. разряды согласно основанию p системы счисления, в которую выполняем перевод числа:

$$0111\ 1101\ 1001_2 = 011\ 111\ 011\ 001_2$$

$$011\ 111\ 011\ 001_2 = 0111\ 1101\ 1001_2$$

3. Записываем число в представлении с основанием p системы счисления, в которую выполняем перевод числа:

$$3731_8$$

$$7D9_{16}$$

Переводы натуральных чисел между системами счисления II

десятичная -> двоичная



двоичная -> десятичная

$$\begin{aligned}
 11111011001_2 &= \\
 &= 1 \cdot 2^{10} + 1 \cdot 2^9 + 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \\
 &= 1024_{10} + 512_{10} + 256_{10} + 128_{10} + 64_{10} + 0 + 16_{10} + 8_{10} + 0 + 0 + 1_{10} = \\
 &= 2009_{10}
 \end{aligned}$$

Переводы натуральных чисел между системами счисления III

десятичная -> восьмеричная

2009

$\begin{array}{r} 10 \\ \underline{2008} \end{array}$

$\begin{array}{r} 8 \\ \underline{251} \end{array} \begin{array}{r} 8 \\ \underline{31} \end{array} \begin{array}{r} 8 \\ \underline{24} \end{array} \begin{array}{r} 8 \\ \underline{0} \end{array}$

1 3 7 3

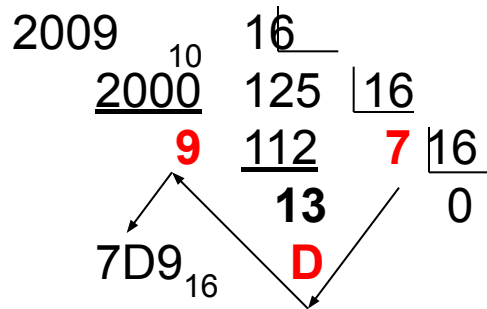
3731₈

восьмеричная -> десятичная

$$\begin{aligned} 3731_8 &= \\ &= 3 \cdot 8^3 + 7 \cdot 8^2 + 3 \cdot 8^1 + 1 \cdot 8^0 = \\ &= 1536_{10} + 448_{10} + 24_{10} + 1_{10} = \\ &= 2009_{10} \end{aligned}$$

Переводы натуральных чисел между системами счисления IV

десятичная -> шестнадцатеричная



шестнадцатеричная -> десятичная

$$\begin{aligned} 7D9_{16} &= \\ &= 7 \cdot 16^2 + 13 \cdot 16^1 + 9 \cdot 16^0 = \\ &= 1792_{10} + 208_{10} + 9_{10} = \\ &= 2009_{10} \end{aligned}$$

Отрицательные числа

Старший разряд - знаковый,
1 в знаковом разряде означает, что число
отрицательное

$$0101_2 = 5_{10}$$

Прямой код

Обратный код

Дополнительный код

0101

0101

0101

$$\mathbf{1101} = -5_{10}$$

$$\mathbf{1010} = -5_{10}$$

$$\mathbf{1011} = -5_{10}$$

-1 1001

1110

1111

+ 0 0000 1000

0000 1111

0000

1 0001

0001

0001

Ассемблер

- Язык ассемблера — тип языка программирования низкого уровня, представляющий собой формат записи машинных команд, удобный для восприятия человеком.

Часто для краткости его называют просто *ассемблером*, что, строго говоря, не верно.

- Ассемблер — также это программа-компилятор для языка ассемблера.

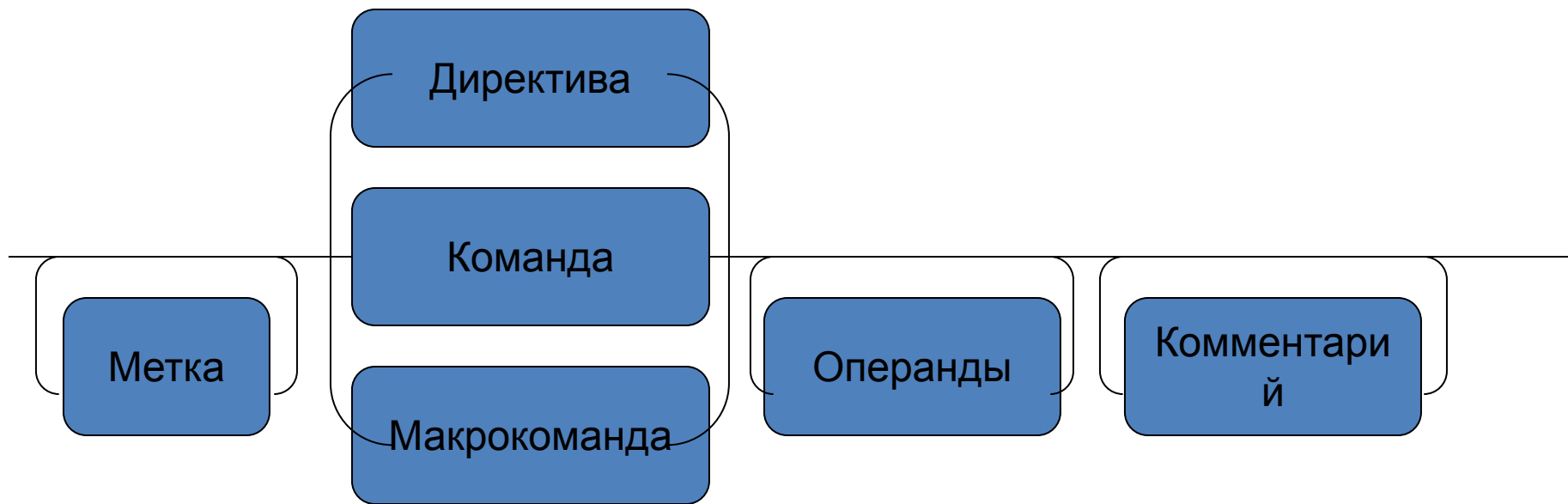
Команды микропроцессора

- Команда – указание процессору выполнить определенное действие.
- Мнемоника команды – удобная символьная запись команды.

Примеры мнемоники команд:

<i>mov</i>	<i>loop</i>	<i>cmp</i>	<i>ja</i>
<i>add</i>	<i>sub</i>	<i>mul</i>	<i>div</i>
<i>jmp</i>	<i>and</i>	<i>xor</i>	<i>in</i>

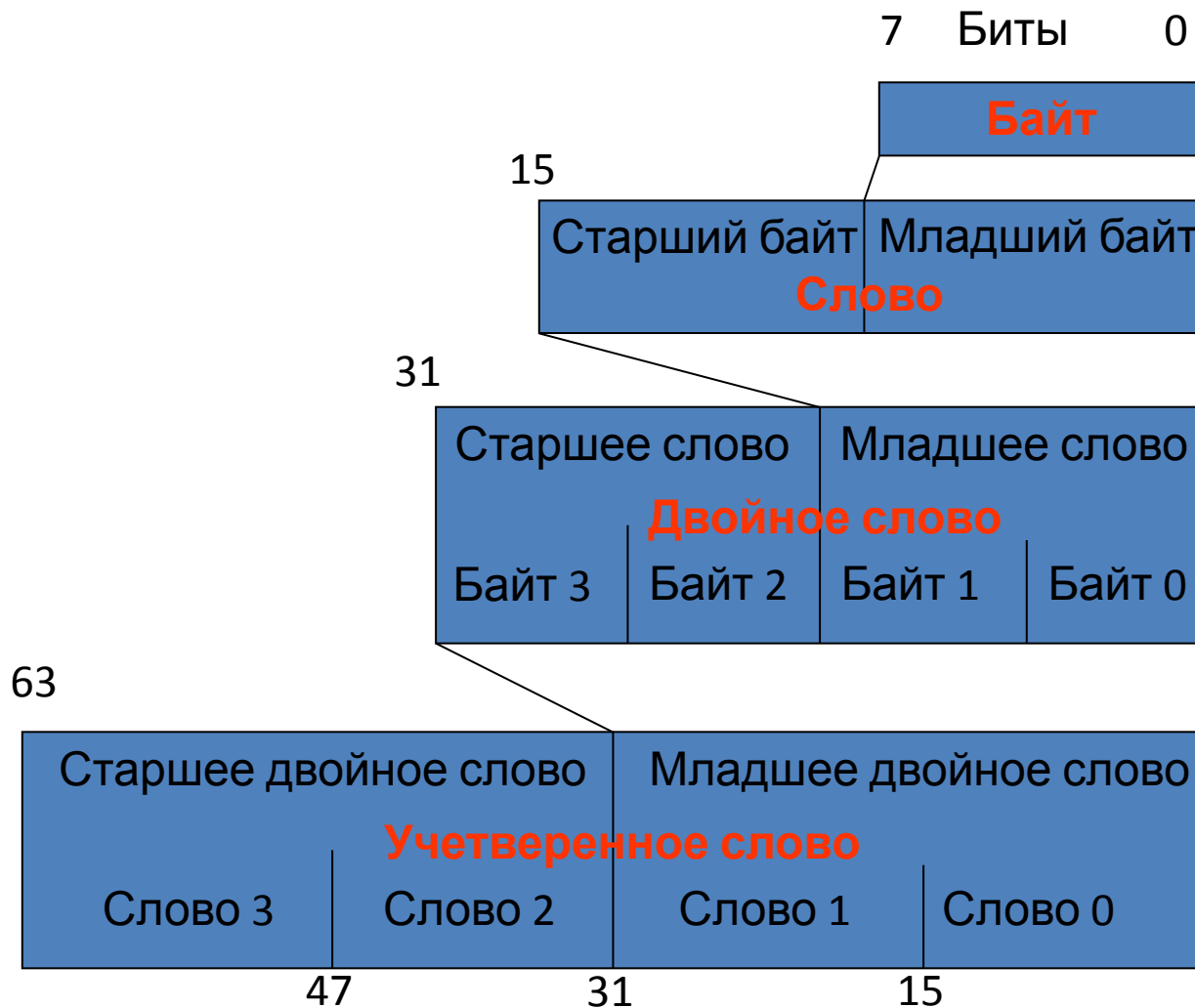
Формат инструкции на языке ассемблера



Примеры инструкций:

```
mov cx,10
start: mov ax,bx
      loop start ; возврат на
                ; начало цикла
```

Типы данных по размеру (разрядности)



Типы данных по представлению (логической интерпретации)

1. **Беззнаковый целый тип** – двоичное значение без знака.

Диапазон значений определяется разрядностью:

Байт без знака – $[0, 255]$;

Слово без знака – $[0, 65535]$;

Двойное слово без знака – $[0, 2^{32}-1 = 4\ 294\ 967\ 295]$

2. **Знаковый целый тип** – двоичное значение со знаком.

Знак записывается в старший бит.

Отрицательные числа представляются в дополнительном коде.

Диапазон значений определяется разрядностью:

Байт со знаком – $[-128, 127]$;

Слово со знаком – $[-32768, 32767]$;

Двойное слово со знаком – $[-2^{31}=2\ 147\ 483\ 648, 2^{31}-1=2\ 147\ 483\ 647]$.

3. **Битовое поле** – битовая последовательность, содержащая до 32 независимых битов (флагов).

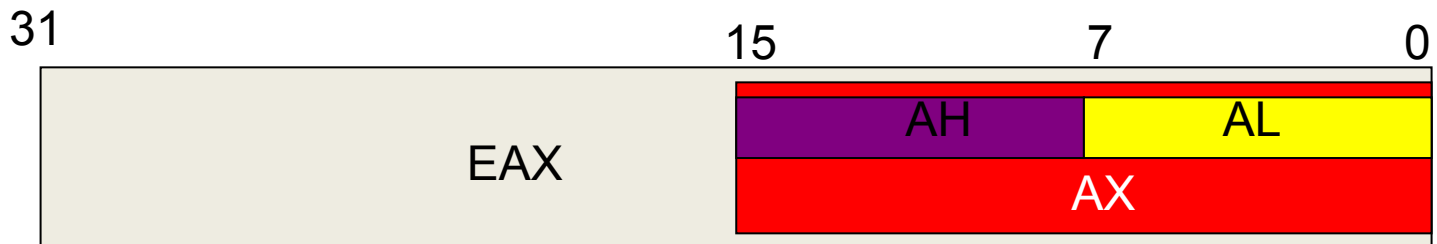
Регистры процессора

Регистры – специальные ячейки памяти, конструктивно расположенные внутри процессора, предназначенные для кратковременного хранения и обработки данных

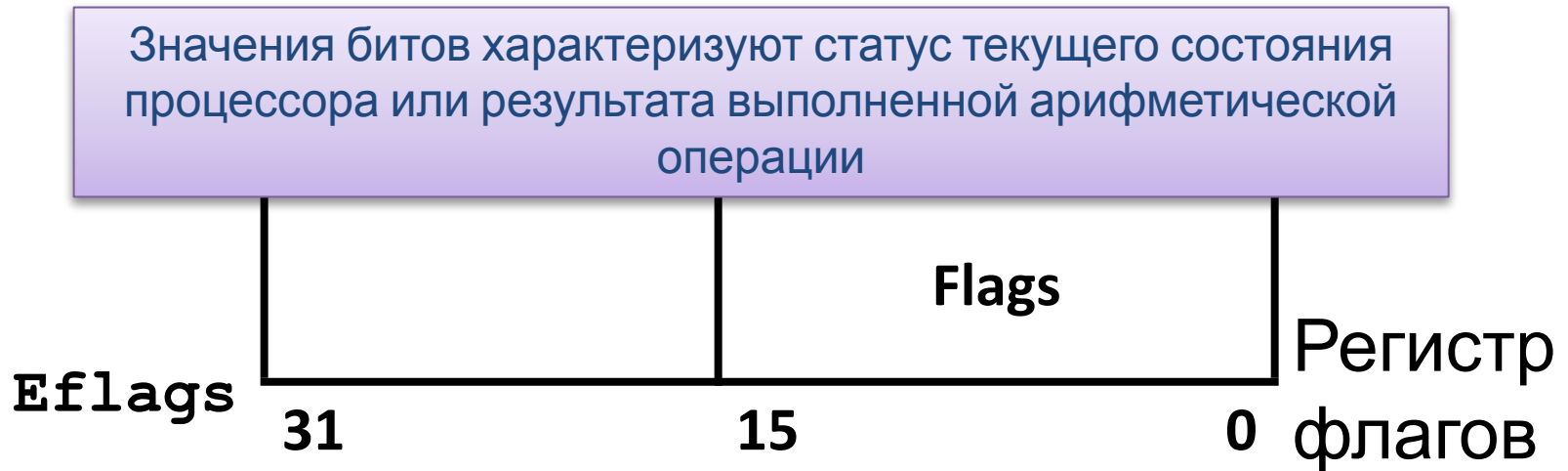
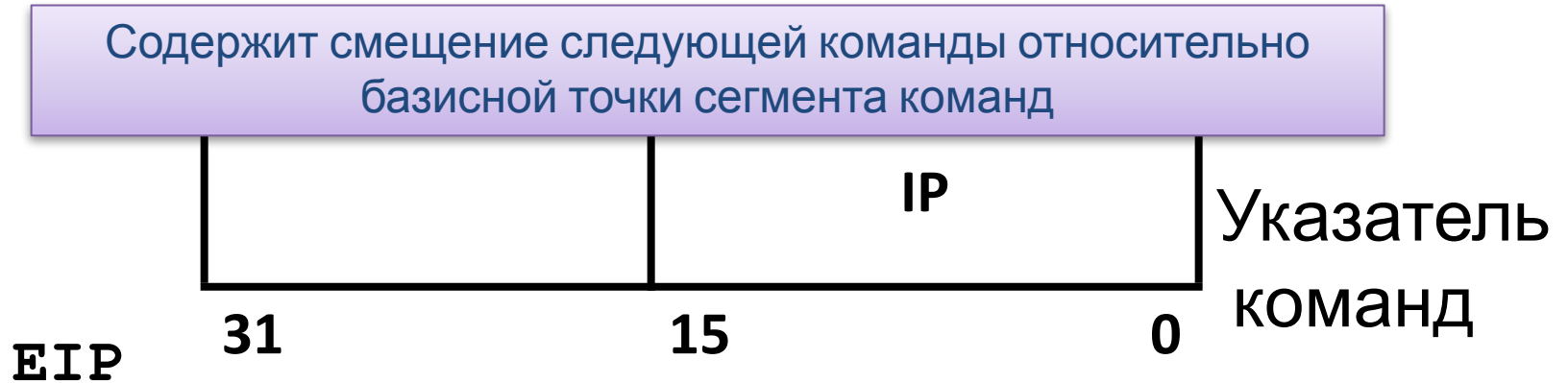
Регистры общего назначения.

Предназначены для хранения данных и адресов.

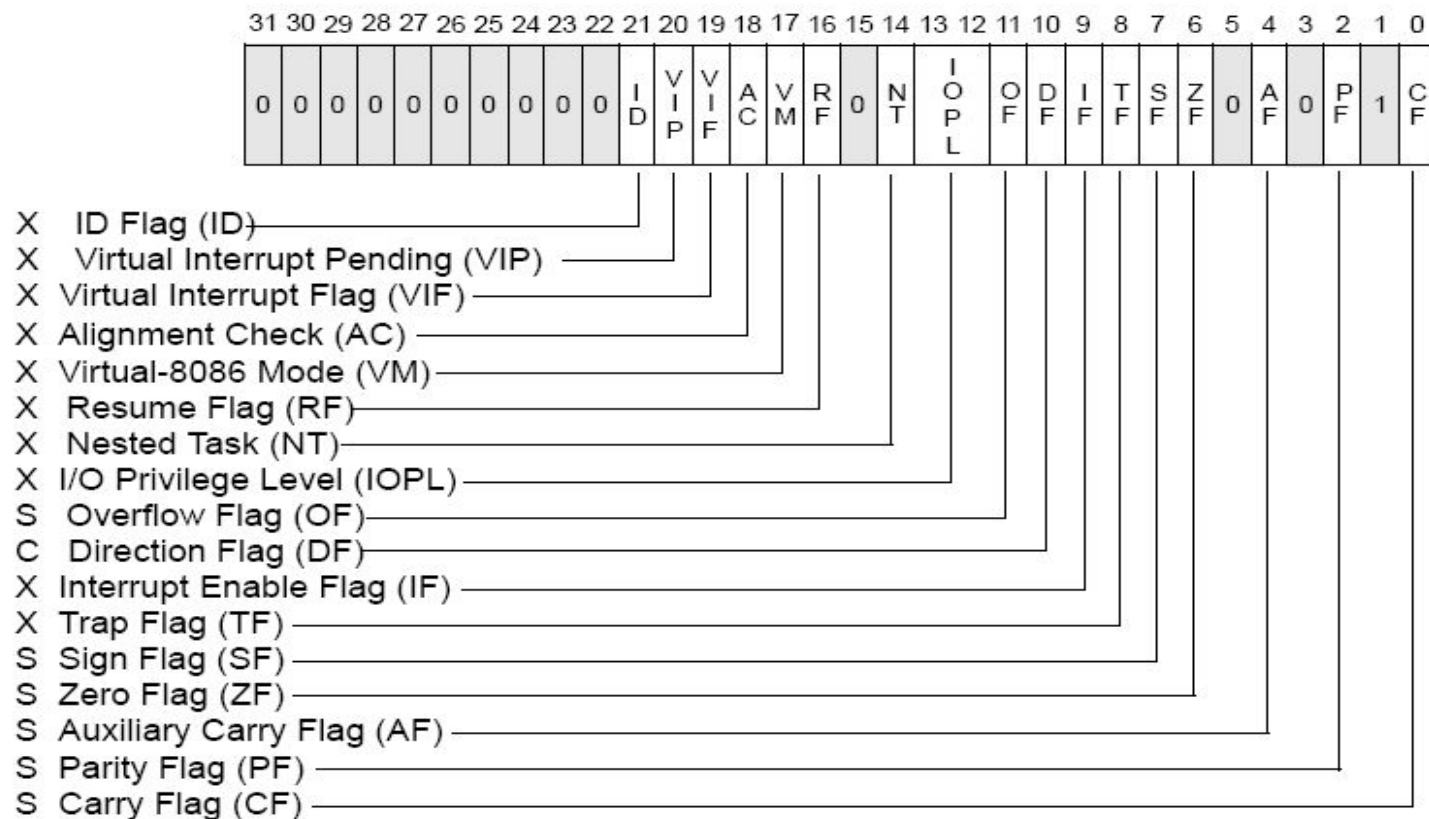
- EAX/AX/AH/AL – accumulator register для проведения арифметических операций
- EBX/BX/BH/BL – base register для хранения базового адреса объекта
- ECX/CX/CH/CL – count register для организации циклов
- EDX/DX/DH/DL – data register для хранения промежуточных данных
- ESI/SI – source index register для текущего адреса элемента источника
- EDI/DI – destination index register для текущего адреса элемента приёмника
- ESP/SP – stack pointer register - указатель вершины стека в текущем сегменте стека
- EBP/BP – base pointer register для доступа к данным в стеке



Регистры состояния




Регистр флагов



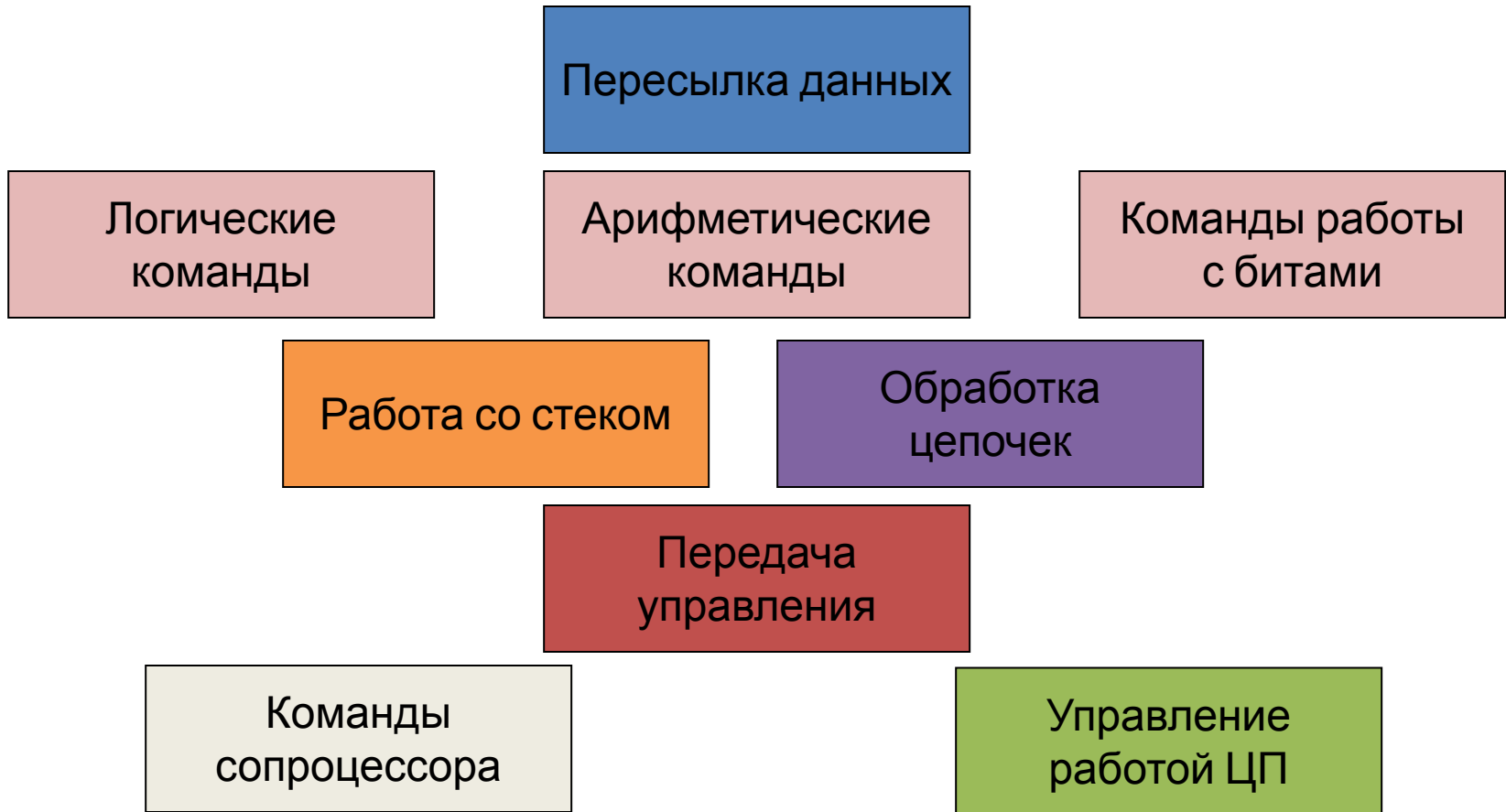
- S Indicates a Status Flag
- C Indicates a Control Flag
- X Indicates a System Flag

Reserved bit positions. DO NOT USE.
Always set to values previously read.

Флаги состояния

№ бита	Мнемоника	Флаг	Содержание и назначение
0		Carry Flag Флаг переноса	1 - арифметическая операция произвела перенос из старшего бита результата. Старшим является 7-й, 15-й или 31-й бит в зависимости от размерности операнда; 0 - переноса не было.
6		Zero Flag Флаг нуля	1 - результат нулевой; 0 - результат ненулевой.
7		Sign Flag Флаг знака	отражает состояние старшего бита результата (биты 7, 15 или 31 для 8, 16 или 32-разрядных операндов соответственно).
11		Overflow Flag Флаг переполнения	фиксирует факт потери значащего бита при арифметических операциях. 1 - произошел перенос(заем) из(в) старшего или знакового бита; 0 – произошел перенос(заем) из(в) старшего и знакового бита или переноса не было.

Основные команды ассемблера

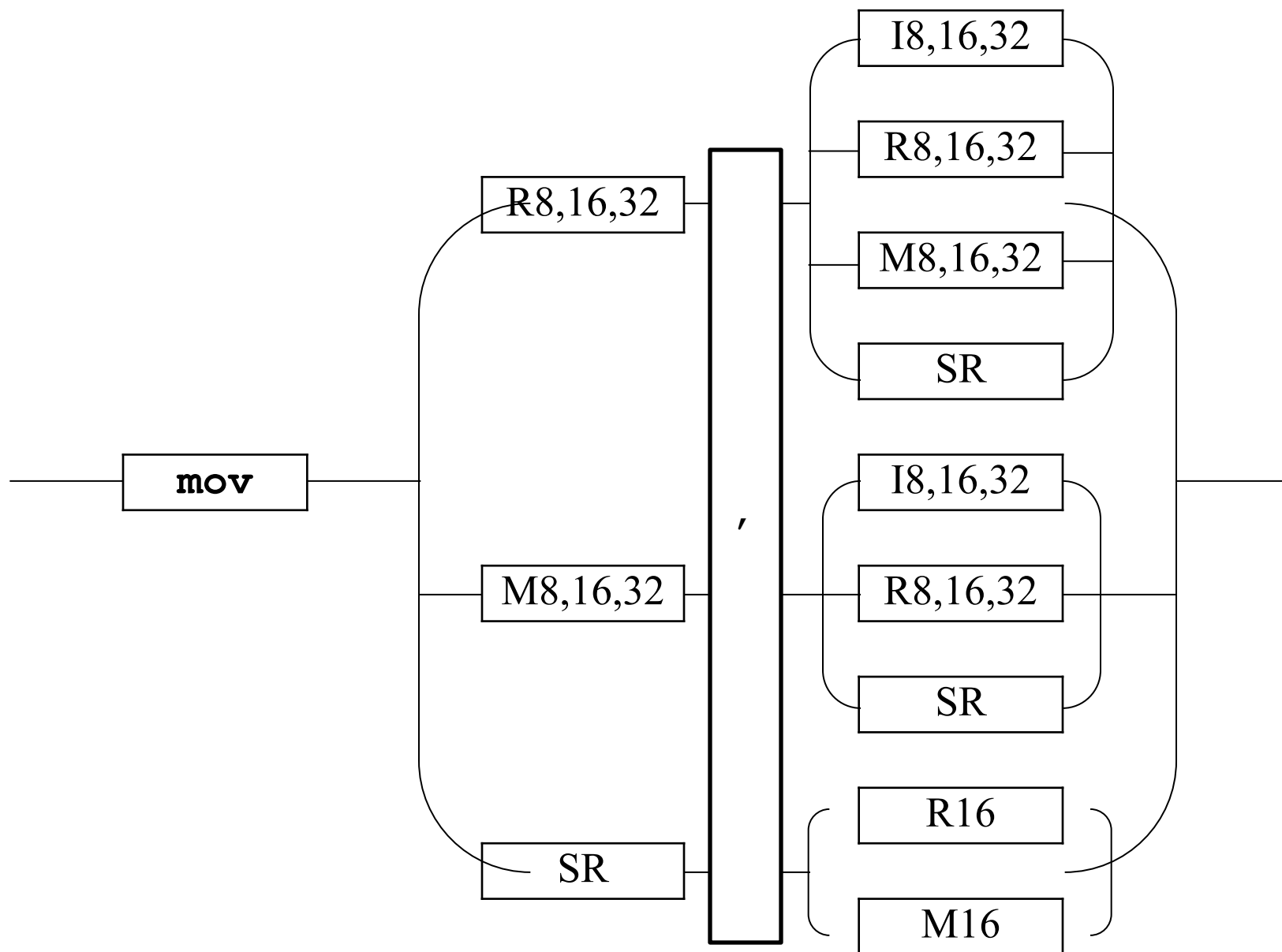


Обозначения

- SR – сегментный регистр
- R8, R16, R32 – регистр общего назначения
- M8, M16, M32 – адрес области памяти
- I8, I16, I32 – непосредственное значение (константа)

Команда mov

Пересылка данных



Использование команд встроенного ассемблера

```
#include <iostream.h>
void main() {
    int mem;
    __asm mov mem, 5;
    // то же, что и mem=5;
    cout << "mem=" << mem << endl;
}
```

Результат: mem=5

Использование команд встроенного ассемблера

```
#include <iostream.h>
void main() {
    int mem;
    __asm {
        mov mem, 5;
    }
    cout << "mem=" << mem << endl;
}
```

Результат: mem=5

Описание стека

Работа со стеком

Стек – область памяти, организованная для хранения и извлечения данных по принципу «первым зашёл, последним вышел»

- Назначение
 - Временное хранение данных
 - Хранение адреса возврата из вызванной функции
 - Передача параметров между функциями
- Сохранение состояния регистров
- Пересылка “без регистров”
- Единица данных – байт
- Вершина стека – **esp**
- Заполнение от старших адресов к младшим
- Настройка стека
 - явной загрузкой регистров
 - операционной системой
- Минимальная глубина
 - если не используем, то 128 байт
 - если используем, то своё+128 байт
- Доступ к элементам – **ebp**

Команды работы со стеком

Работа со стеком

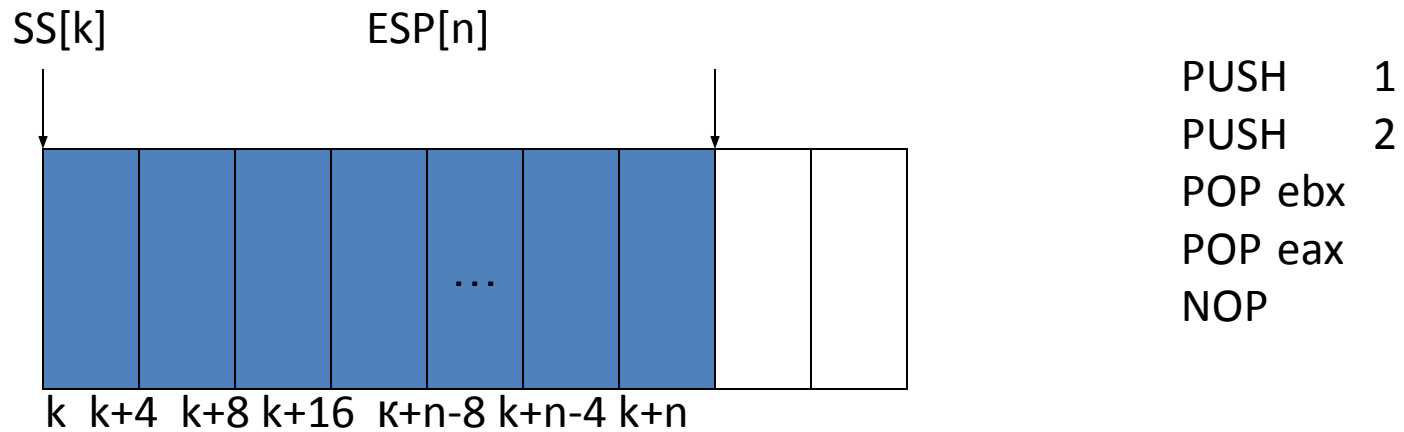
- `push`
- `pop`

- `pusha`
- `popa`

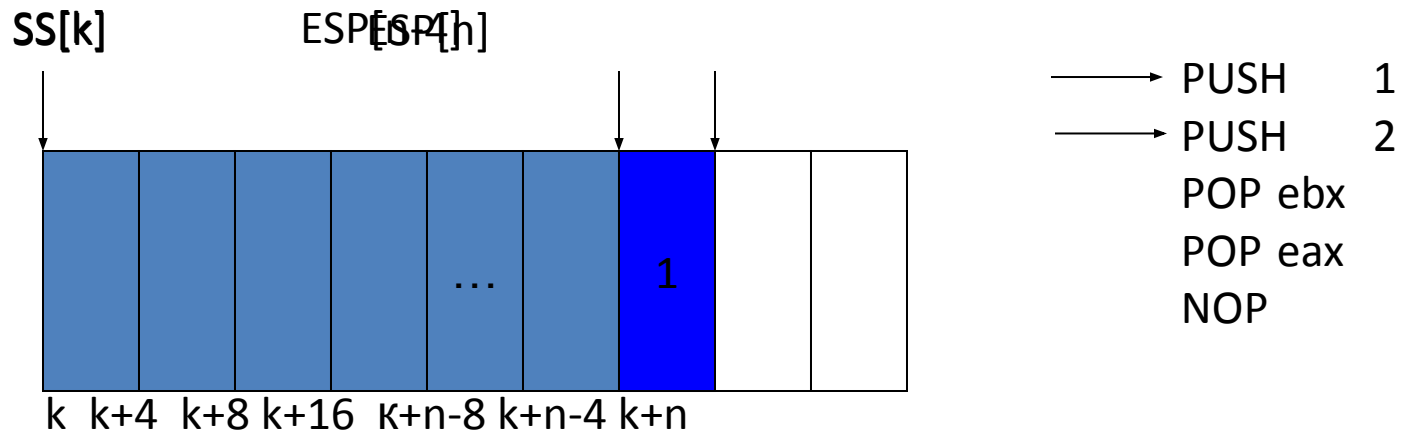
- `pushf`
- `popf`

- `pushad`
- `popad`

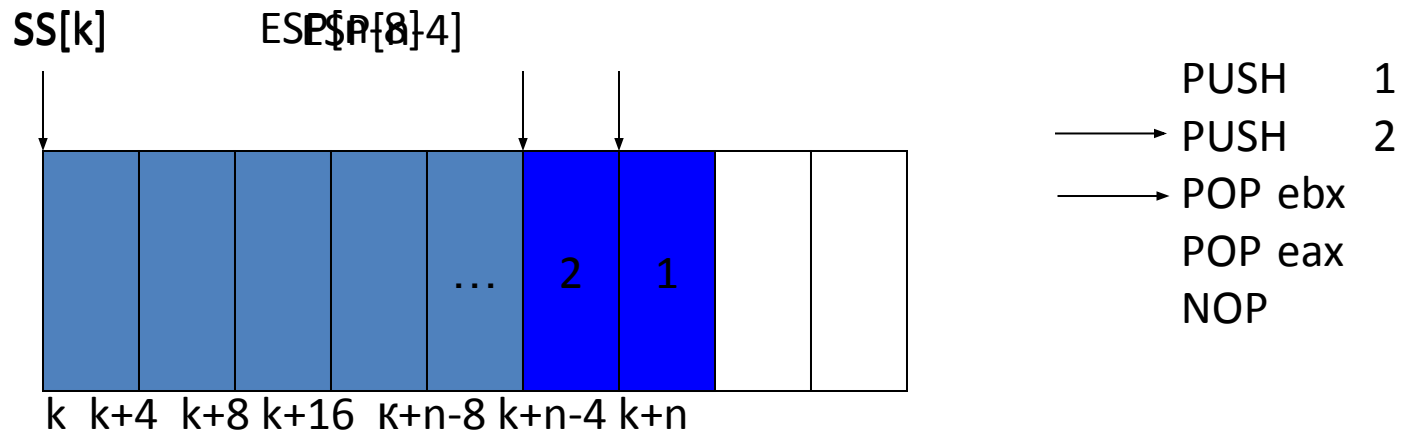
Пример использования стека



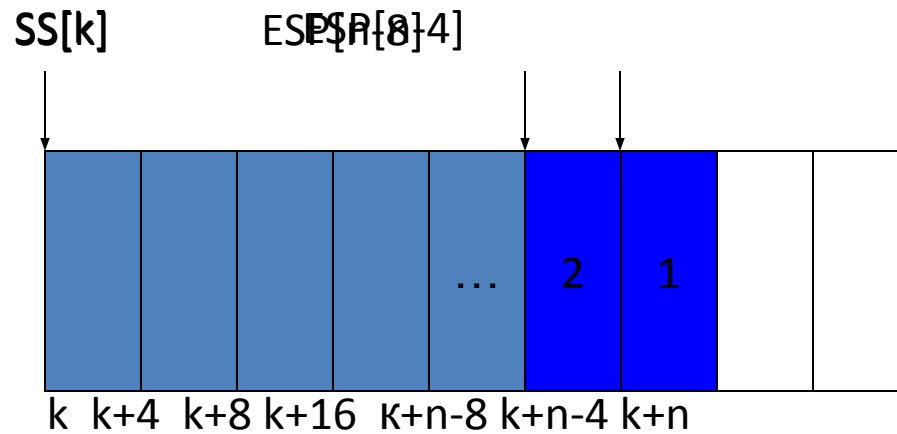
Пример использования стека



Пример использования стека



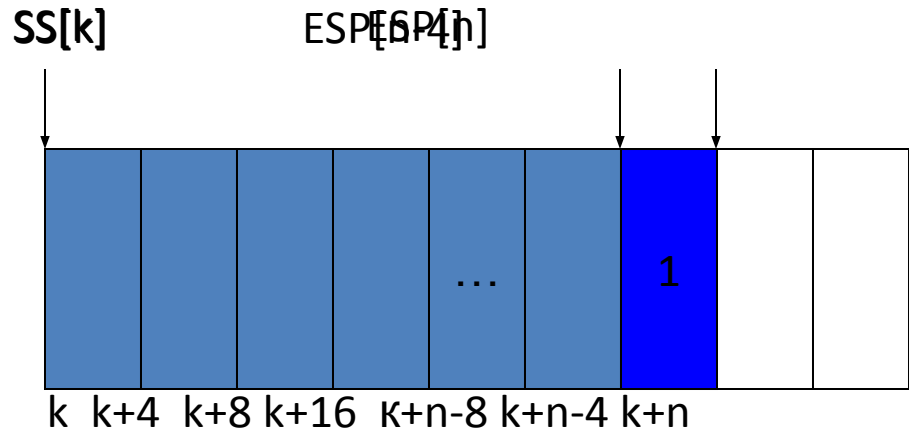
Пример использования стека



```

PUSH    1
PUSH    2
→ POP   ebx    ; =2
→ POP   eax
NOP
    
```

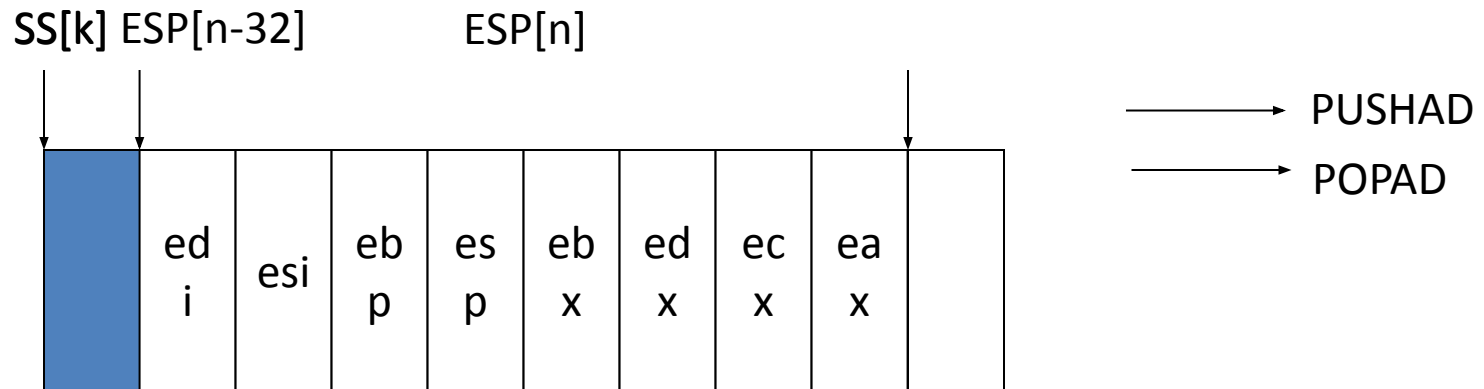
Пример использования стека



```

PUSH    1
PUSH    2
POP     ebx    ; =2
→ POP     eax    ; =1
→ NOP
    
```

Пример использования стека



Арифметические команды

Арифметические
команды

- `neg`
- `inc`
- `dec`
- `add`
- `adc`
- `sub`
- `sbb`
- `cmp`
- `mul`
- `imul`

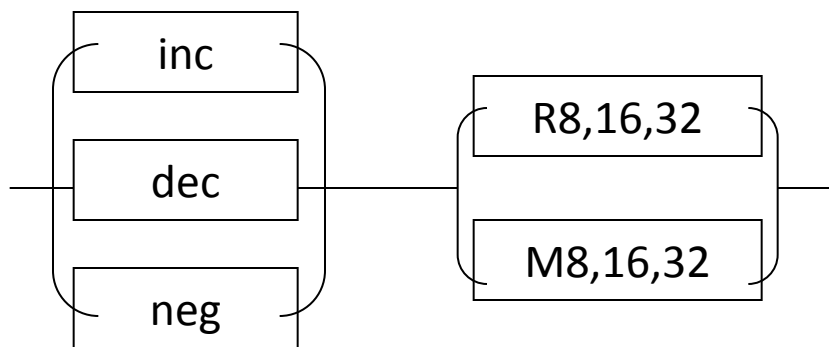
Двоичная арифметика

Арифметические
команды

inc – увеличение на 1

dec – уменьшение на 1

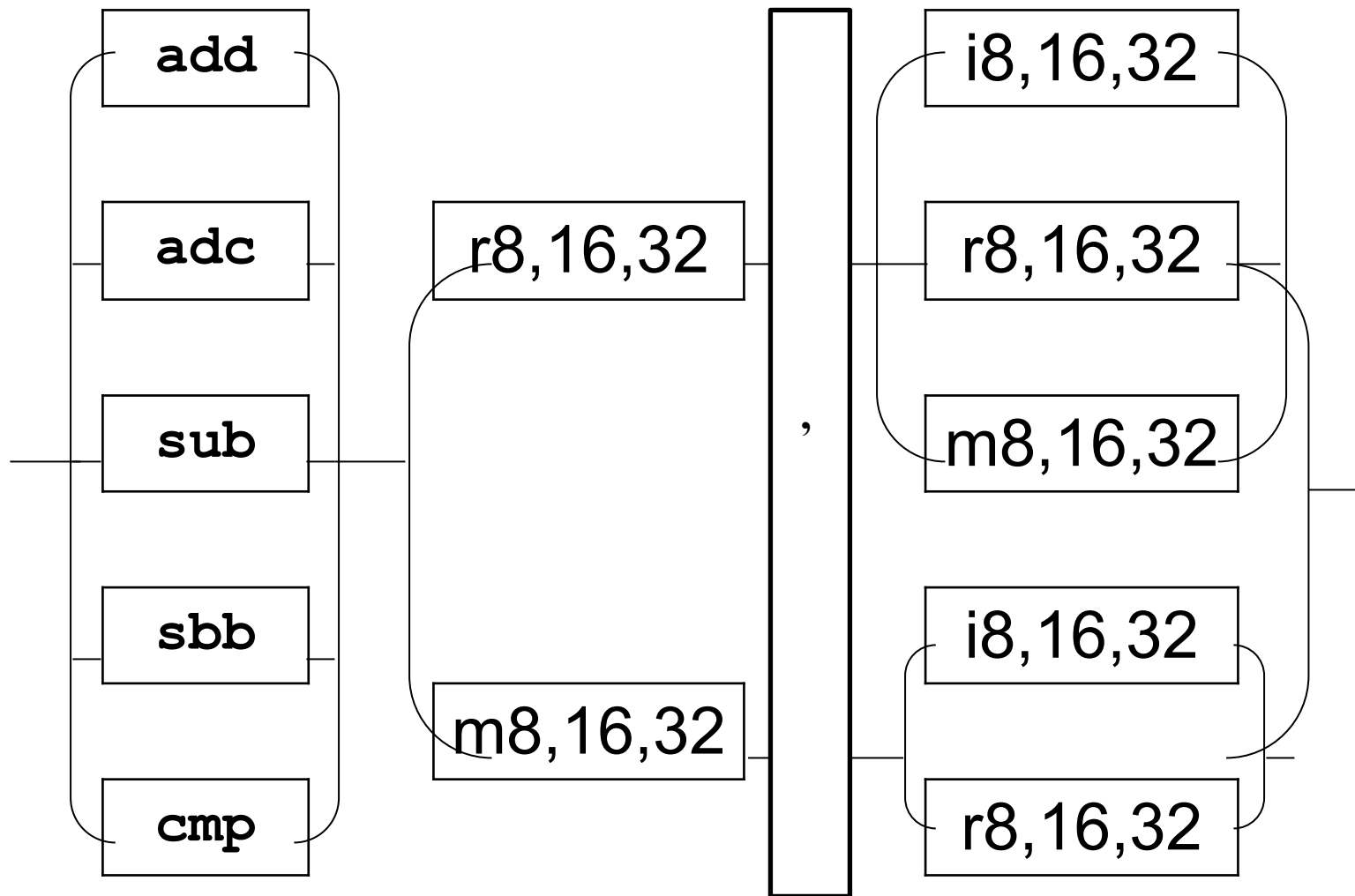
neg – смена знака



inc и **dec** не изменяют флаг **сф**.

Сложение и вычитание

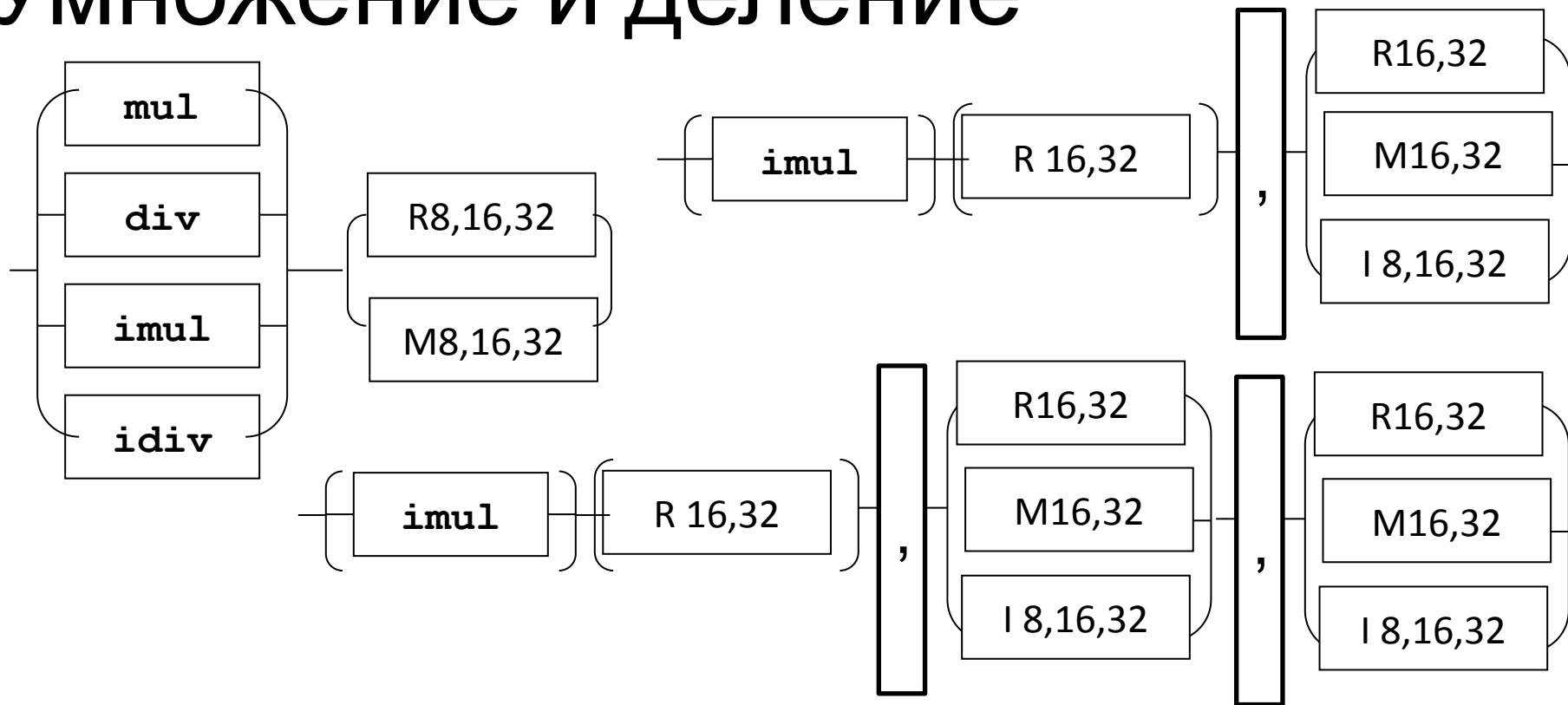
Арифметические
команды



Пример сложения

	cf	ah	al	
mov ax,128			00000000	10000000
add al,128	1		00000000	00000000
adc ah,128	0		10000001	00000000
adc ah,128	1		00000001	00000000

Умножение и деление



Тип операнда	Первый сомножитель	Результат	Делимое	Результат	
				Частное	Остаток
8	al	ax	ax	al	ah
16	ax	dx:ax	dx:ax	ax	dx
32	eax	edx:eax	edx:eax	eax	edx

Исключительные ситуации

команда **div**

Арифметические
команды

- делитель равен нулю;
- частное велико – не входит в отведённую под него разрядную сетку, что может случиться в следующих случаях:
 - при делении делимого величиной в слово на делитель величиной в байт, причём значение делимого в более чем 256 раз больше значения делителя;
 - при делении делимого величиной в двойное слово на делитель величиной в слово, причём значение делимого в более чем 65 536 раз больше значения делителя;
 - при делении делимого величиной в учетверённое слово на делитель величиной в двойное слово, причём значение делимого в более чем 4 294 967 296 раз больше значения делителя.

Исключительные ситуации

команда `idiv`

Арифметические
команды

- делитель равен нулю;
- частное велико – не входит в отведённую под него разрядную сетку, что может случиться в следующих случаях:
 - при делении делимого величиной в слово со знаком на делитель величиной в байт со знаком, причём значение делимого в более чем 128 раз больше значения делителя (таким образом, частное не должно находиться вне диапазона от -128 до $+127$);
 - при делении делимого величиной в двойное слово со знаком на делитель величиной в слово со знаком, причём значение делимого в более чем 32 768 раз больше значения делителя (таким образом, частное не должно находиться вне диапазона от $-32\,768$ до $+32\,768$);
 - при делении делимого величиной в учетверённое слово со знаком на делитель величиной в двойное слово со знаком, причём значение делимого в более чем 2 147 483 648 раз больше значения делителя (таким образом, частное не должно находиться вне диапазона от $-2\,147\,483\,648$ до $+2\,147\,483\,648$);

Инструкции преобразования данных

Арифметические команды

- Байт в слово

cbw ; al \square ax

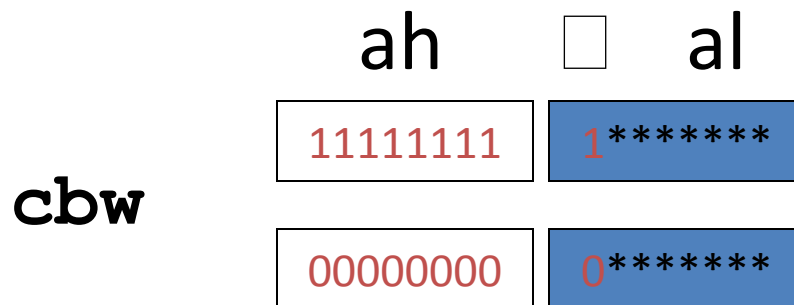
- Слово в двойное слово

cwd ; ax \square dx

cwde ; ax \square eax

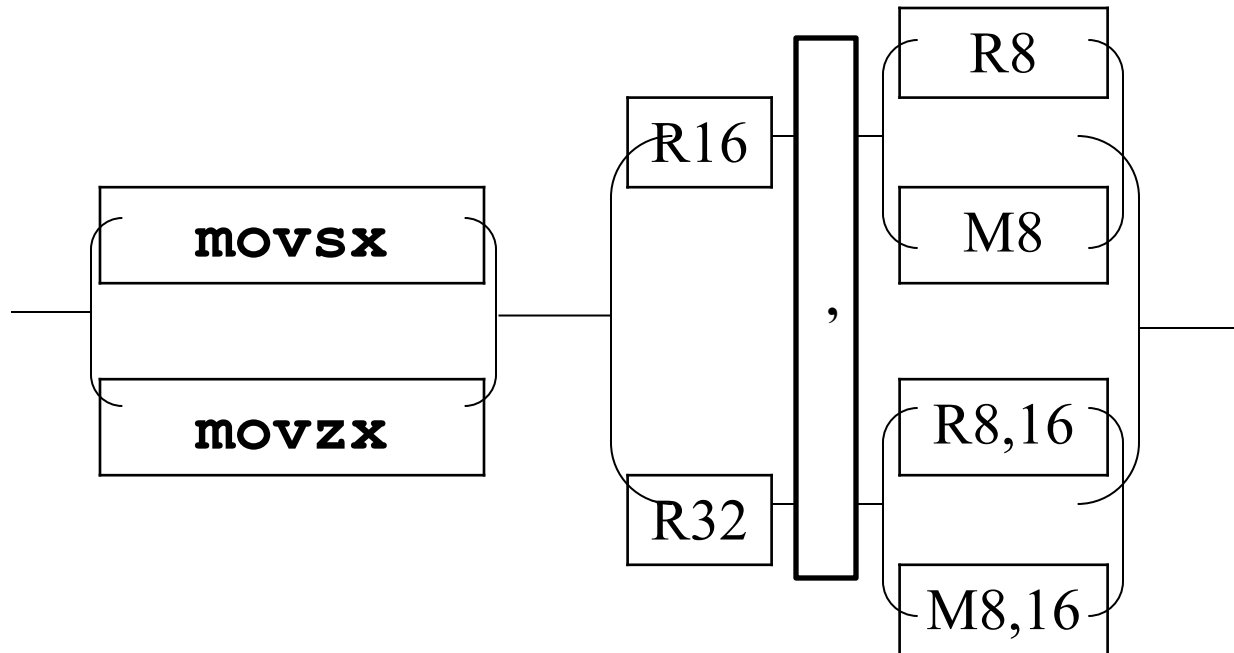
- Двойное слово в учетверенное

cdq ; eax \square edx



Пересылка данных с расширением

Пересылка данных



movsx – с учетом знака

movzx – без учета знака