Лекция 17. Форматы команд процессора

- Формат команды - это структура кода команды, понимаемая процессором.

  Рассмотрим принципы построения кода команд на примере системы команд x86 для 16-разрядных процессоров 8086 (для простоты). Это базовая система команд для всех процессоров

- Форматы команд можно разделить на 4 группы:
  - форматы команд без операндов (или операнды по умолчанию),
  - форматы команд с операндами
  - форматы команд прямых переходов и вызовов
  - специфические форматы

Обозначения полей в байтах команды

- cop - фиксированный код операции
- mod - используется при адресации операнда в памяти
- reg - код регистра (sr - для сегментного регистра)
- r/m - код регистра или способа адресации памяти
- disp - поле для размещения числовой величины при указании внутрисегментного адреса операнда:

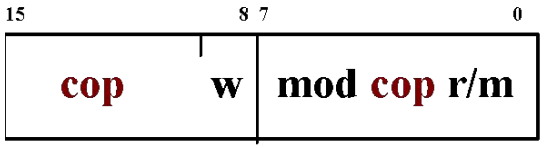
  disp-h – ст.байт поля, disp-l – младший байт
- data - непосредственный операнд:

  data-h- ст.байт, data-l -мл. байт
-  - обязательные байты в формате команды
-  - возможные байты

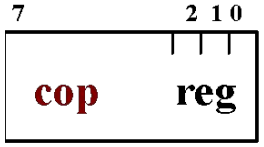
Формат команд без операндов (или операнды по умолчанию)

код операции

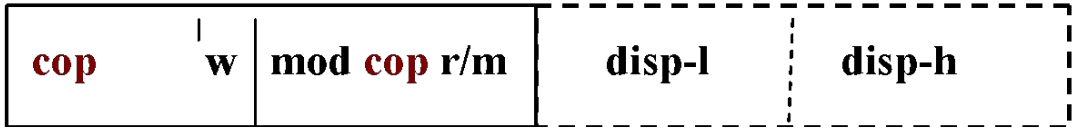
Форматы команд с одним операндом



операнд в регистре

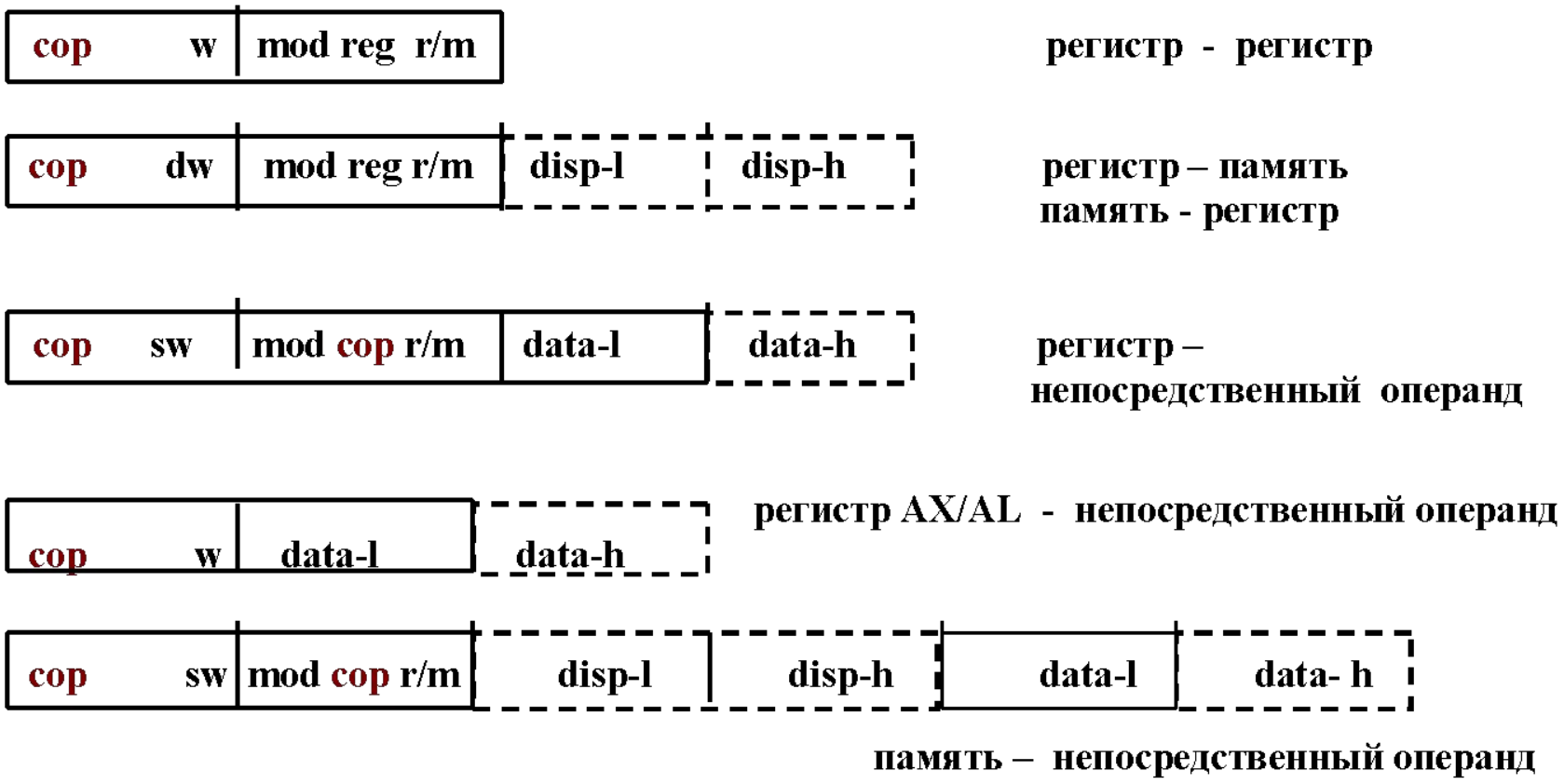


для PUSH, POP, INC, DEC с 16- разрядным регистром



операнд в памяти

Форматы команд с двумя операндами



1-й байт команды: содержит код операции (COP)

Фиксированный код, который определяет саму команду.
Байт COP может еще содержать битовые признаки для процессора:

- w – бит разрядности операндов: 0 – байты, 1 - слова
- d – местонахождение результата: 0 - в памяти;1 - в регистре.
- s – говорит процессору о необходимости расширить со знаком однобайтный непосредственный операнд до формата слова:
  0 - расширение не нужно, 1 - расширение нужно

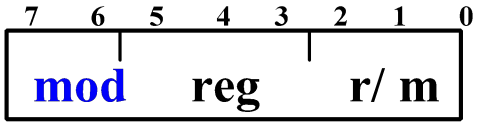
Пример: какими будут биты w , d , s в машинном коде команд?

```
add  bx, ds:adres     ;   w=1  ,  d= 1
add  ds:adres, bl     ;   w=0  ,  d= 0
add  dx, 3      ;         w=1  ,  s= 1
add  dl, 3      ;         w= 0 ,  s= 0
add  dx, 3f1h ;           w= 1 ,  s= 0
```

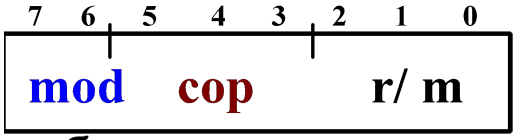
2-й байт : байт режима адресации

Имеет два возможных формата:

1) в 2-операндных командах типа: регистр–регистр, регистр–память или память – регистр



2) в командах с одним операндом (регистр/память) и в командах с непосредственным операндом



Поле reg за «ненадобностью» заполнено фиксированным кодом, который называют «вторичный COP»

Поле Mod

Дает процессору информацию о месте размещения операндов в команде.

mod=**11**: операнда в памяти нет

В этом случае поля reg, sr, r/m

содержат коды регистров, где

размещены операнды:

- при w= 0 - это коды 8- разрядных регистров
- при w= 1 - это коды 16- разрядных регистров

Коды регистров в полях reg и r/m

reg (r/m)	w = 0	w = 1
0 0 0	AL	AX
0 0 1	CL	CX
0 1 0	DL	DX
0 1 1	BL	BX
1 0 0	AH	SP
1 0 1	CH	BP
1 1 0	DH	SI
1 1 1	BH	DI

sr	Сегментный регистр
00	ES
01	CS
10	SS
11	DS

mod ≠ 11 : означает, что есть операнд в памяти.

Тогда, поле r/m содержит код способа внутрисегментной адресации этого операнда.

Коды способов адресации в памяти

r/ m	Способ адресации операнда	
000	[BX + SI + disp]	
001	[BX + DI + disp]	
010	[BP + SI + disp]	
011	[BP + DI + disp]	
100	[SI + disp]	
101	[DI + disp]	
110	при mod= 00	при mod= 01,10
	Прямой адрес [disp]	[BP + disp]
111	[BX + disp]	

!! Внимание:

Код r/m=110 кодирует два способа адресации. Для их отличия используется mod:

- при r/m=110 и mod=00 – это «прямая адресация» и прямой адрес всегда занимает 2-х байтное поле disp (т.к. 16-разрядная внутрисегм.адресация)
- при r/m=110 и mod=01 или 10 – это косвенная адресация вида [BP+disp]

Поле Disp

- При прямой адресации: поле disp содержит 16-разрядный прямой внутрисегментный адрес. То есть поле всегда двухбайтное.
- При косвенной адресации: поле disp используется для размещения числового значения смещения при задании косвенного адреса. Например: [bx-1], [si+bx+23Fh]

  Конкретную длину поля disp в команде в этом случае процессор определяет по значению битов поля mod:

  mod = 0 0 - disp в команде отсутствует

  mod = 0 1 - disp занимает 1 байт

  mod = 1 0 - disp занимает 2 байта

Адресация операнда в памяти: «префикс сегмента»

- Если при задании адреса операнда используется указатель сегмента, отличный от DS, в формате команды перед байтом COP должен находиться байт «префикс сегмента».

Например: add bl, **es:** [si]

Формат байта «префикса сегмента»:

sr – код сегментного регистра

0 0 1 sr 1 1 0

Пример. Создать машинный код команды ADD AX, ds:[SI-2]. Дать подробные пояснения

1. Определимся с форматом команды. Команда с операндами «регистр – память». Следовательно, ее формат может быть такой (от 2 до 4 байтов):

2. Смысл и значения битов в необходимых полях машинного кода:

cop - код операции. Код ADD = 000000 (из Таблицы кодов операций)

бит d - кто первый операнд в команде. Регистр. Следовательно =1

бит w – разрядность операндов. Слова. Следовательно =1

mod (2 бита) – есть ли операнд в памяти и нужно ли поле disp. Операнд в памяти есть, его адрес задается косвенно с числовым смещением -2_{10}. Для размещения -2_{10} в команде достаточно 1-байта поля disp. Следовательно = 01

reg (3 бита) – код регистра. Код AX=000 (из Таблицы кодов регистров)

r/m (3 бита) - код способа адресации операнда в памяти. Косвенная адресация вида [SI+disp], ее код =100 (из Таблицы кодов способов адресации)

disp-l – байт для размещения – 2_{10}. Значения битов =11111110

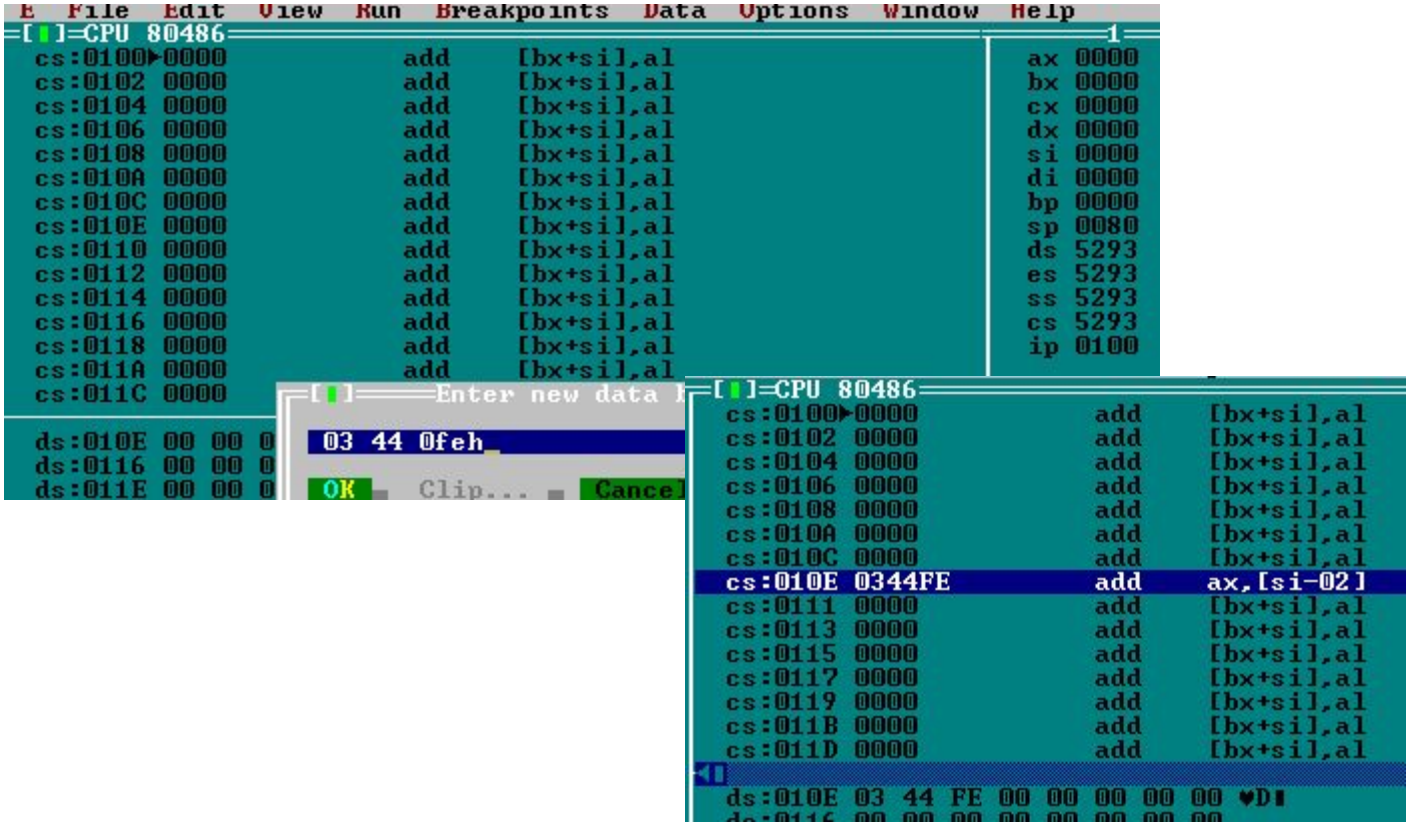
3. Итог. Машинный код 3-байтной команды:

В bin: 00000011 01000100 11111110

В hex: **03 44 FE**

Занесем машинный код команды 03 44 FE в кодовый сегмент «руками» в Отладчике побайтно через нижнее окно отображения памяти, начиная с адреса CS:010E.

Если наш машинный код правильный, Отладчик правильно покажет эту команду в символическом виде в окне кодового сегмента



Создать машинный код команды: sub bx, -4

1. Определимся с форматом команды. Команда с операндами «регистр – непосредственный операнд».

Следовательно, ее формат может быть такой (от 2 до 4 байтов):

2. Смысл и значения битов в необходимых полях машинного кода:

cop - код операции. Код команды sub = 100000 (из Таблицы кодов операций)

бит s - надо ли расширять непоср.операнд ?Надо, следовательно =1

бит w – разрядность операндов. Слова. Следовательно =1

mod (2 бита) – есть ли операнд в памяти и нужно ли поле disp?. Операнда в памяти в команде НЕТ , disp не нужен. Следовательно mod= 11

cop (3 бита) – вторичный коп= 101 (см. Таблицу кодов операций)

r/m (3 бита) – код регистра. Код BX=011 (из Таблицы кодов регистров)

date-l – непосредственный операнд (-4). Значения битов =11111100

3. Итог. Машинный код 3-байтной команды:

В bin: 10000011 11101 011 11111100

В hex: **83 EB FC**