Тема 3

Форматы данных в Ассемблере. Команды Ассемблера

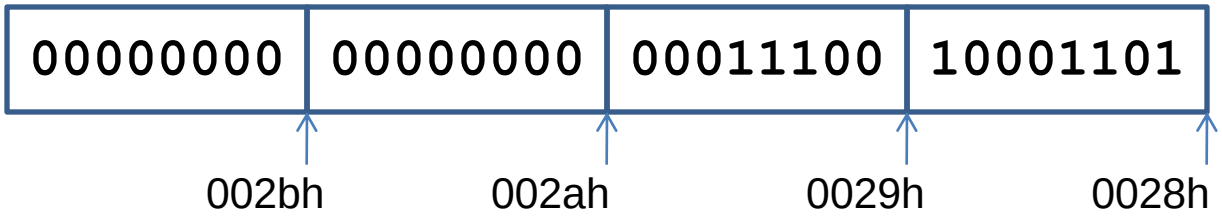
Форматы данных

Различают несколько форматов данных, из которых можно выделить:

- целые числа в двоичной системе счисления;
- адреса;
- двоично-десятичные числа;
- числа с плавающей точкой.

Представление целых чисел в двоичной системе счисления

- могут занимать байт, слово или двойное слово (то есть 1, 2, или 4 байта соответственно);
- старшие разряды числа хранятся в старших адресах памяти



Представление числа 7309 ($1C8B_{16}$) в двойном слове, начинающемся со смещения 0028h.
Однако в памяти оно будет в виде $8B1C_{16}$

Представление отрицательных чисел

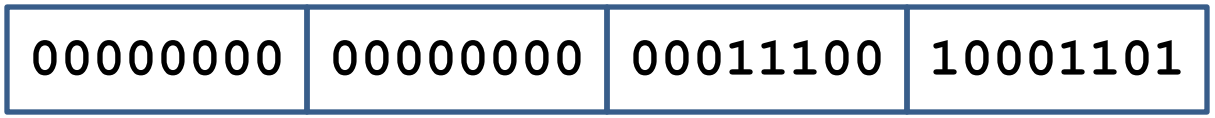
Отрицательные числа хранятся в дополнительном коде (*двоичное дополнение*).

Правила преобразования в дополнительный код:

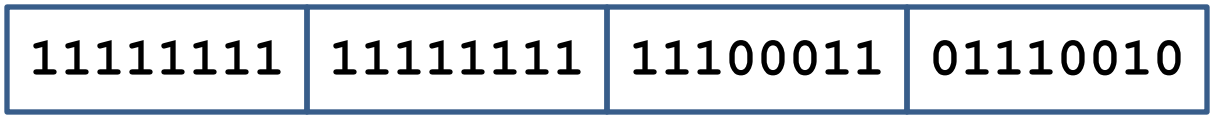
- записываем двоичное представление модуля числа;
- инвертируем каждый бит (т.е. заменяем 0 на 1 и наоборот);
- к результату прибавляем единицу.

Представление числа -7309 в двойном слове

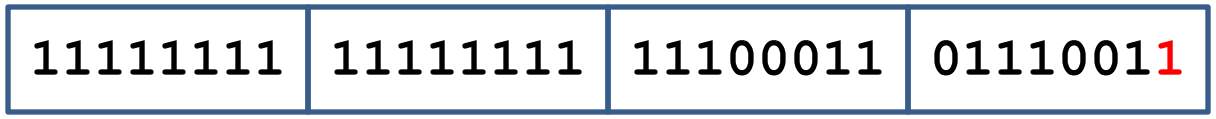
1) Записываем число 7309 $1C8B_{16}$



2) Инвертируем биты

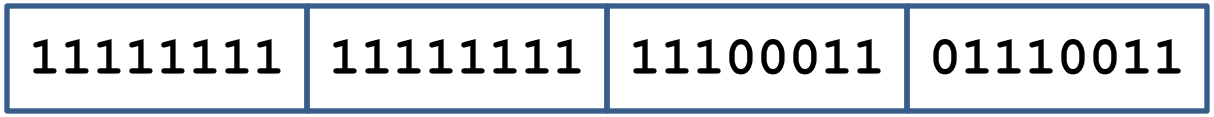


3) Прибавляем единицу к младшему разряду

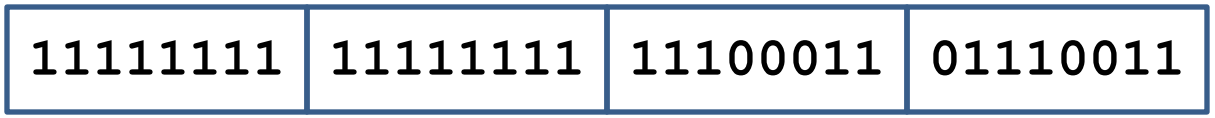


Одинаковое представление для знаковых и беззнаковых чисел

Число со знаком: -7309 *FFFF E373$_{16}$*



Беззнаковое число: 4 294 959 987



Сложение целых чисел

При сложении целых чисел не учитывается, знаковые они или беззнаковые.

Вместо этого выставляются флаги **`CF, OF, ZF, SF`**:

- **`CF=1`**, если произошел перенос из старшего разряда (*переполнение беззнаковых чисел*);
- **`OF=1`**, если результат сложения чисел одного знака имеет противоположный знак *(переполнение знаковых чисел*);
- **`ZF=1`**, если все биты результата равны нулю;
- **`SF=1`**, если старший бит результата равен единице (*результат можно трактовать как отрицательное число*)

Примеры сложения целых чисел

Формула	7+10	200+100	100+100
Первый операнд	00000111	11001000	01100100
Второй операнд	00001010	01100100	01100100
Результат	00010001	01001100	11001000
Установленные флаги	нет	CF	OF, SF

Формула	-100+(-100)	7 + (-10)	7 + (-7)
Первый операнд	10011100	00000111	00000111
Второй операнд	10011100	11110110	11111001
Результат	00111000	11111101	00000000
Установленные флаги	CF, OF	SF	CF, ZF

Адресные данные (указатели)

Различают **ближние** (**`near`**) и **дальние** (**`far`**) адреса.

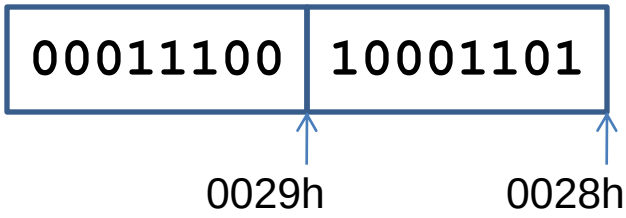
В первом случае в памяти хранится, в зависимости от режима работы процессора, 16- или 32-битное смещение относительно некоторого сегмента. Адрес сегмента не задается, и нет никаких указаний относительно того, к какому сегменту относится это смещение. Программист сам должен определить это!

При использовании дальних указателей вместе со смещением (точнее, сразу за ним) записывается 16-битное значение, которое должно быть помещено в один из сегментных регистров. Общая длина дальнего указателя, таким образом, равна 32 или 48 бит, в зависимости от режима работы процессора.

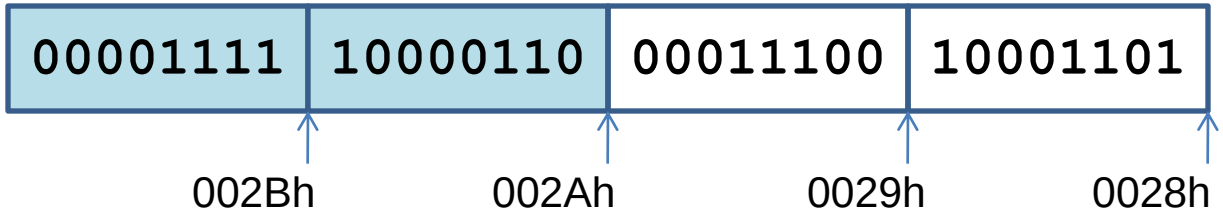
Примеры хранения указателей

Пусть смещение в некотором сегменте равно **1C8Dh**. Эту информацию необходимо хранить в указателе , смещение которого равно **0028h.**

Ближний указатель



Дальний указатель (адрес начала сегмента – 0F86h)



Двоично-десятичные данные

Двоично-десятичные данные хранят представление числа в десятичной системе счисления.

Различают **неупакованный** и **упакованный** форматы хранения двоично-десятичных чисел.

При хранении в неупакованном формате каждая цифра занимает один байт, в упакованном – в одном байте хранятся две цифры.

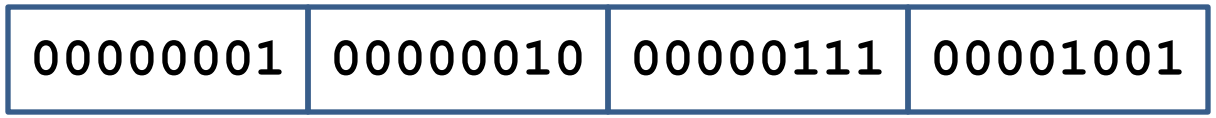
Длина числа и положение десятичной точки определяются программистом.

Пример хранения двоично-десятичных данных

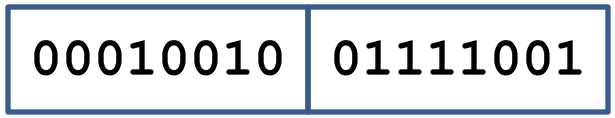
Пусть нам надо хранить число **1279**.

В неупакованном формате для этого потребуются 4 байта, в упакованном достаточно двух.

Неупакованный формат:



Упакованный формат:



Направление возрастания адресов

Числа с плавающей точкой

Числа с плавающей точкой обрабатываются сопроцессором. Данные в этом случае задаются в виде знака **s**, мантиссы **M** и характеристики **q**:

•Бит знака устанавливается в **1**, если число отрицательное;

• старший бит мантиссы равен **1**, если число не равно **0**.

Нормальная запись числа:

$3{,}1415926 = 0{,}31415926 * 10^{1}$

$1000{,}0001_2 = 0{,}10000001_2 * 2^4$.

Числа с плавающей точкой (продолжение)

Различают короткий, длинный и расширенный форматы вещественных чисел (отличия состоят в длине характеристики и мантиссы).

Формат числа	***Короткий (float)***	***Длинный (double)***	***Расширенный***
Длина числа (бит)	32	64	80
Длина мантиссы	24	53	64
Длина характеристики	7	10	15
Min/max числа	3.4E-38 … 3.4E+38	1.7E-308 … 1.7E+308	3.37 E-4932 … 1.18 E+4932

Машинные команды и команды Ассемблера

Минимальной единицей работы, с точки зрения программиста, которую способен выполнить процессор, является ***машинная команда***.

Набор машинных команд, которые может выполнять процессор, а также их форматы, является одним из основных понятий, входящих в состав архитектуры компьютера.

Машинные команды, хранимые в оперативной памяти согласно модели фон Неймана, представляют собой последовательности из нулей и единиц. Длина команды составляет от 1 до 15 байт.

Команды Ассемблера служат для упрощения записи и понимания машинных команд.

Каждой команде языка Ассемблера соответствует одна машинная команда.

Примеры машинных команд и команд Ассемблера

- ***Команда Ассемблера***

```
ADD   AX, BX                    ; сложение
SUB   AX, BX                    ; вычитание
```

- ***Машинная команда***

```
0000001111000011b (или 03C3h)   ; сложение
0010101111000011b (или 2BC3h)   ; вычитание
```

Различия между машинными командами и командами Ассемблера

- операнды машинных команд, как правило, не выделяются явно, а «размазываются» по всему коду команды. Операнды команды Ассемблера задаются явно после имени команды;
- одному имени команды Ассемблера может, в зависимости от набора операндов, несколько машинных команд с различными кодами;
- для одной машинной команды может быть задано несколько мнемонических обозначений, и, соответственно, несколько команд Ассемблера.

Структура машинных команд и команд Ассемблера

Как машинная команда, так и команда Ассемблера содержит:

- **код команды** (что должна делать команда);
- **операнды команды** (описывают, где находятся данные для обработки и куда необходимо помещать результат).

Таким образом, процессор извлекает из команды следующую важную информацию:

- какие действия необходимо совершить при выполнении этой команды;
- где находятся данные, которые подлежат обработке, и куда необходимо поместить результат;
- какой формат имеют эти данные.

Операнды

Операнды содержат:

- информацию о том, где находятся данные, которые подлежат обработке, и куда необходимо поместить результат;
- информацию о том, какой формат имеют эти данные (в частности, длину данных).

Шаги выполнения команды

1. ***Выборка команды***. Блок управления извлекает команду из памяти, копирует ее во внутреннюю память микропроцессора и увеличивает значение счетчика команд на длину этой команды.
2. ***Декодирование команды***. Блок управления определяет тип выполняемой команды, пересылает указанные в ней операнды в арифметическо-логическое устройство (АЛУ).

Шаги выполнения команды

3. ***Выборка операндов***. Если в команде используется операнд, расположенный в памяти, блок управления инициирует операцию по его выборке из памяти.
4. ***Выполнение команды.*** АЛУ выполняет указанную в команде операцию, сохраняет полученный результат в заданном месте и обновляет состояние флагов, по значению которых программа может судить о результате выполнения команды.
5. ***Запись результата в память***. Если результат выполнения команды должен быть сохранен в памяти, блок управления инициирует операцию сохранения данных в памяти.

Цикл выполнения команды