
Представление чисел в компьютере

Представление целых чисел без знака (натуральные числа)

Диапазоны значений целых чисел без знака

Формат числа в байтах	Запись с порядком	Обычная запись
1	$0 \dots 2^8 - 1$	0...255
2	$0 \dots 2^{16} - 1$	0 ... 65535

Целые числа со знаком

Обычно занимают в памяти компьютера один, два или четыре байта, при этом самый левый (старший) разряд содержит информацию о знаке числа.

Диапазоны значений целых чисел со знаком

Формат числа в байтах	Запись с порядком	Обычная запись
1	$-2^7 \dots 2^7 - 1$	-128 ... 127
2	$-2^{15} \dots 2^{15} - 1$	-32768 ... 32767
4	$-2^{31} \dots 2^{31} - 1$	-2147483648 ... 2147483647

Особенности записи целых чисел со знаком

на примере **однобайтового формата**, при котором для знака отводится один разряд, а для цифр абсолютной величины - семь разрядов.

В компьютерной технике применяются три формы записи (кодирования) целых чисел со знаком: прямой код, обратный код, дополнительный код.

Положительные числа

В прямом, обратном и дополнительном кодах изображаются одинаково - двоичными кодами с цифрой 0 в знаковом разряде.
Например:

Число $1_{10} = 1_2$

0	0	0	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Знак числа "+"

Число $127_{10} = 1111111_2$

0	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Знак числа "+"

Отрицательные числа

1. **Прямой код.** В знаковый разряд помещается цифра 1, а в разряды цифровой части числа — двоичный код его абсолютной величины. Например :

Прямой код числа - 1

1	0	0	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Знак числа "-"

Прямой код числа - 127

1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Знак числа "-"

2. Обратный код.

Получается инвертированием всех цифр двоичного кода абсолютной величины числа, включая разряд знака: нули заменяются единицами, а единицы — нулями. Например:

Число: -1

Код модуля числа: 0 0000001

Обратный код числа: 1 1111110

1	1	1	1	1	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Число: -127

Код модуля числа: 0 1111111

Обратный код числа: 1 0000000

1	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

3. Дополнительный код.

Получается образованием обратного кода с последующим прибавлением единицы к его младшему разряду. Например:

Дополнительный код числа - 1

1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Дополнительный код числа - 127

1	0	0	0	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Представление числа с плавающей точкой

Любое число N в системе счисления с основанием q можно записать в виде

$$N = M * q^P,$$

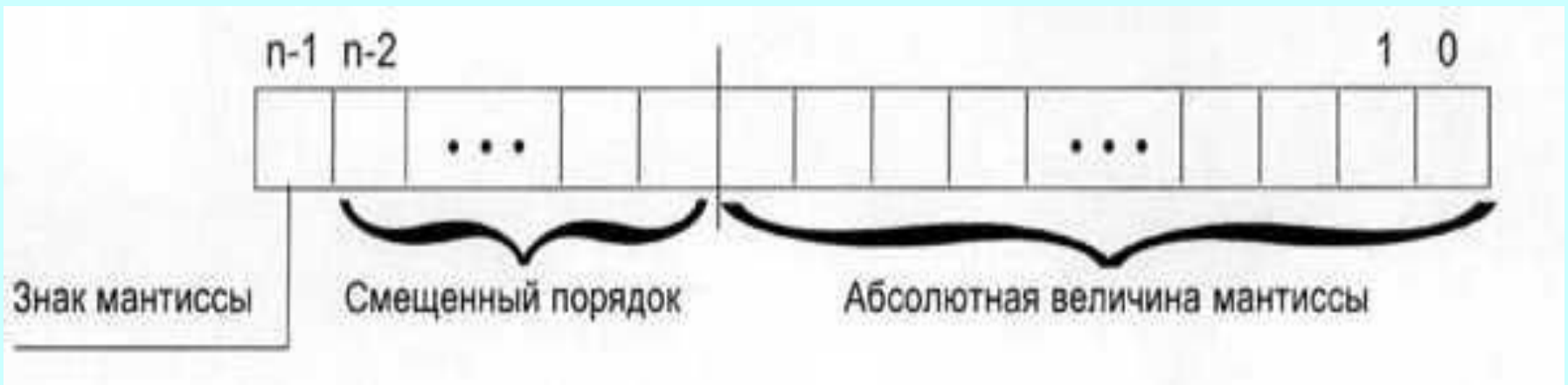
где M — множитель, содержащий все цифры числа (мантисса),

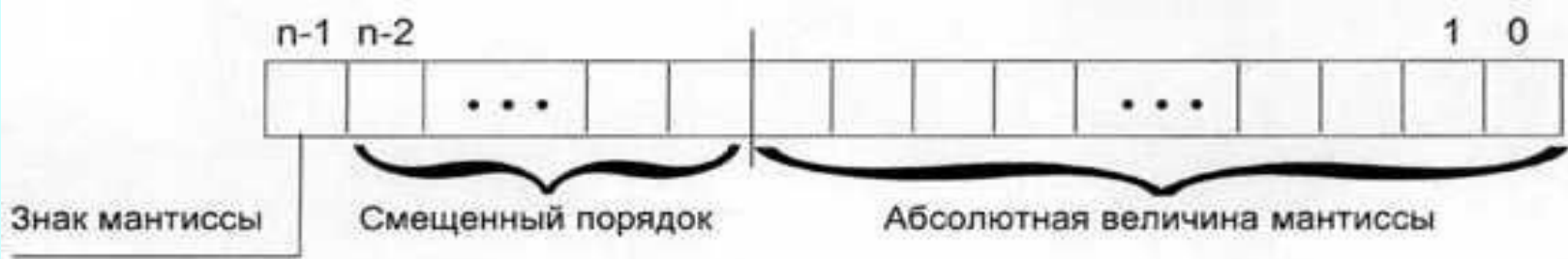
а p — целое число, называемое порядком.

Мантисса должна быть правильной дробью, у которой первая цифра после точки (запятой в обычной записи) отлична от нуля. Если это требование выполнено, то число называется нормализованным

Вещественные числа

в компьютерах различных типов записываются по-разному, тем не менее, **все компьютеры поддерживают несколько международных стандартных форматов, различающихся по точности, но имеющих одинаковую структуру следующего вида:**





- Здесь порядок n -разрядного нормализованного числа задается в так называемой **смещенной форме**: если для задания порядка выделено k разрядов, то к истинному значению порядка, **представленного в дополнительном коде**, прибавляют смещение, равное $(2k-1 - 1)$. Например, порядок, принимающий значения в диапазоне от -128 до $+127$, представляется смещенным порядком, значения которого меняются от 0 до 255.
- Использование смещенной формы позволяет производить операции над порядками, как над беззнаковыми числами, что упрощает операции сравнения, сложения и вычитания порядков, а также упрощает операцию сравнения самих нормализованных чисел.

Стандартные форматы представления вещественных чисел:

- 1) **одинарный** — 32-разрядное нормализованное число со знаком, 8-разрядным смещенным порядком и 24-разрядной мантиссой (старший бит мантиссы, всегда равный 1, не хранится в памяти, и размер поля, выделенного для хранения мантиссы, составляет только 23 разряда).
- 2) **двойной** — 64-разрядное нормализованное число со знаком, 11-разрядным смещенным порядком и 53-разрядной мантиссой (старший бит мантиссы не хранится, размер поля, выделенного для хранения мантиссы, составляет 52 разряда).
- 3) **расширенный** — 80-разрядное число со знаком, 15-разрядным смещенным порядком и 64-разрядной мантиссой. Позволяет хранить ненормализованные числа.