

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ «09.03.04 Программная инженерия»

Организация операций сложения, вычитания, умножения и деления над числами с плавающей запятой

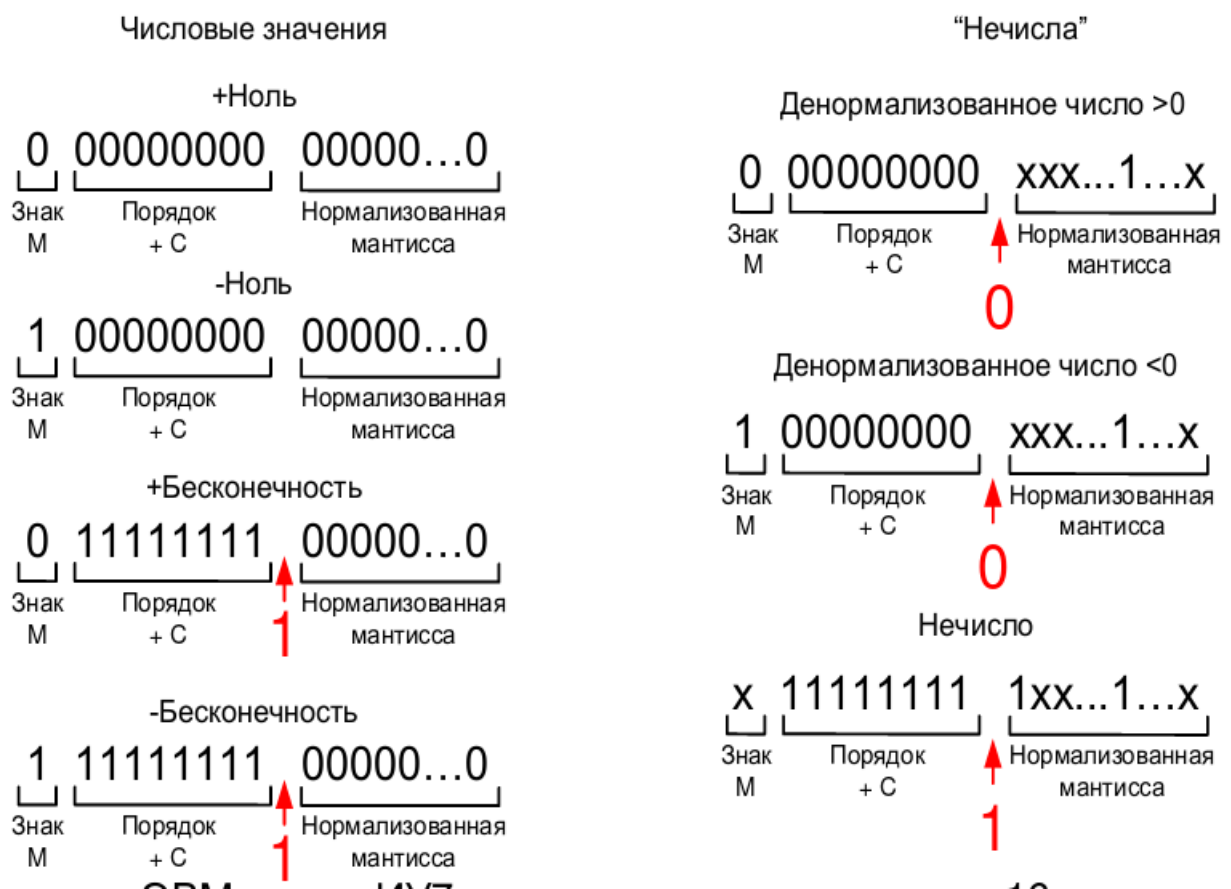
Москва — 2020 г.

На рисунке показано представление чисел с плавающей запятой. Мантисса М числа представляется в нормализованном виде, то есть старший разряд не сохраняется.

$$+ 1.0001 * 2^{+011} = 8.5 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 10000010 & 00010...0 \\ \hline \text{Знак} & \text{Порядок} & \text{Нормализованная} \\ \text{М} & + \text{С} & \text{мантисса} \\ \hline \end{array}$$

↑
1

Так же существуют **специальные числовые значения**, такие как $-\infty$, $+\infty$ и другие (представлены на рисунке). Нужны, например, чтобы обрабатывать исключительные операции, такие как деление 0 и прочие.



Операции над числами с плавающей запятой представлены в три этапа:

1) **Подготовительный этап** (загружаем число в АЛУ)

- упакованное число разделяется на группы: мантисса, порядок и знак.
- далее происходит проверка на специальное числовое значение.

2) **Выполнение самой операции.**

- приведение порядков;

- определение знака результата;
- определение мантиссы результата;
- определение порядка результата;
- проверка на: переполнение, потери значимости мантиссы и порядка, неточности и деления на 0.

3) Заключительный этап (выгружаем из АЛУ)

- проверка на специальное числовое значение;
- нормализация результата;
- проверка на: переполнение, потери значимости мантиссы и порядка, неточности;
- упаковка полученной мантиссы, порядка и знака.

Организация операций сложения и вычитания:

- 1) Подготовительный этап (см. выше).
- 2) Определение меньше из двух порядков и выравнивание порядков. Эта операция может привести к потере значимости (можем выйти за 000..., и число будет равно 0). Происходит если очень большая разница в порядках.
- 3) Проверка на потерю значимости одного операнда.
- 4) Определение результирующего порядка как максимума.
- 5) Сложение мантисс и определение знака результата.
- 6) Проверка на переполнение мантиссы.
- 7) Проверка на переполнение порядка.
- 8) Заключительный этап (см. выше).

Организация операций умножения:

- 1) Подготовительный этап.
- 2) Происходит проверка что первая мантисса или вторая равна нулю. Если условие истинно, то .
- 3) Определяют порядок результата: порядок первого числа + порядок второго числа - смещение.
- 4) Проверка на переполнение порядка.
- 5) Определяют мантиссу результата: мантисса первого числа * мантисса второго числа.
- 6) Определяют знак результата.
- 7) Заключительный этап.

Организация операций деления:

- 1) Подготовительный этап.
- 2) Происходит проверка что первая мантисса или вторая равна нулю. Если происходит деление на ноль, то сразу определяется $+\infty$ (либо ошибка деления на 0).
- 3) Определяют порядок результата: порядок первого числа - порядок второго числа + смещение.
- 4) Проверка на переполнение порядка.
- 5) Определяют мантиссу результата: мантисса первого числа * (1 / мантисса второго числа). Обратная величина вычисляется разложением в ряд.
- 6) Определяют знак результата.
- 7) Заключительный этап.

При делении чисел с плавающей запятой не делятся (как в случае целочисленного деления), а умножаются на обратное. Благодаря этому выигрывается время.