Двоичная арифметика. Стандарт IEEE 754

Окладникова С.В.

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Алгоритм алгебраического сложения

1. Выравнивание порядков
2. Сложение мантисс
3. Нормализация результата

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 1: Сложить числа

$$A_{(2)} = +0{,}10100*(10)^{+101}$$
$$B_{(2)} = -0{,}10110*(10)^{+100}$$

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 1

1. Выравнивание порядков

$$
\begin{array}{ll}
-101_2 \rightarrow & (11011)^{м}_{доп} \\
+100_2 \rightarrow & +(00100)^{м}_{доп} \\
\hline
 & (11111)^{м}_{доп} \rightarrow (11001)^{м}_{пр} \rightarrow -001_2 = -1_2
\end{array}
$$

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 1

2. Сложение мантисс

2.1. Сдвинем мантиссу на 1 разряд вправо

$M_B = -0{,}10110_2$ исходная мантисса

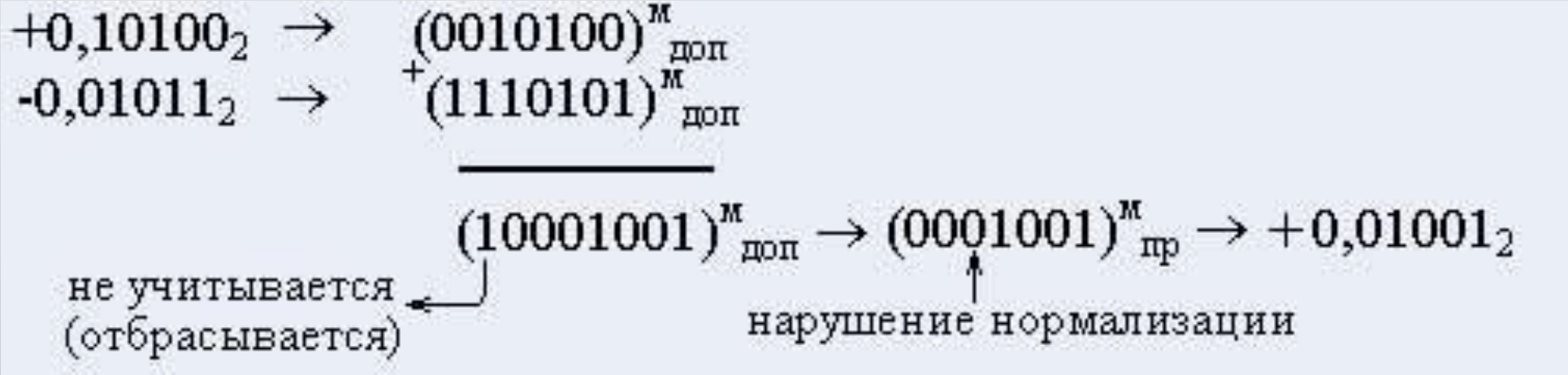
$M_B = -0{,}01011_2$ смещенная (выровненная) мантисса

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 1

2. Сложение мантисс

2.2. Выполним сложение мантисс с модифицированных дополнительных кодах



Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 1

3. Нормализация

$$+0{,}10100*(10)^{+101}+(-0{,}10110)*(10)^{+100}=+0{,}10010*(10)^{100}$$

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 2: Сложить числа

$$A_{(2)} = +0{,}10100*(10)^{+001}$$
$$B_{(2)} = +0{,}11100*(10)^{+101}$$

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 2:

1. Выравнивание порядков

$$-101_2 \rightarrow (11011)^{м}_{доп}$$
$$+011_2 \rightarrow +(00011)^{м}_{доп}$$

$$(11110)^{м}_{доп} \rightarrow (11010)^{м}_{пр} \rightarrow -010_2 = -2_{10}.$$

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 2

2. Сложение мантисс

2.1. Сдвинем мантиссу на 2 разряда вправо

M_A = +0,10100 исходная мантисса

M_A = +0,00101 смещенная (выровненная) мантисса

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 2

2. Сложение мантисс

2.2. Выполним сложение мантисс с модифицированных дополнительных кодах

$$+0{,}00101_2 \rightarrow (0000101)^{м}_{доп}$$
$$+0{,}11100_2 \rightarrow (0011100)^{м}_{доп}$$
$$(0100001)^{м}_{доп}$$

признак переполнения разрядной сетки

Алгебраическое сложение чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Пример 2

3. Нормализация

$$+0{,}10100*(10)^{+011}+0{,}11100*(10)^{+101}=+0{,}100001*(10)^{+110}$$

Умножение двоичных чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Алгоритм алгебраического умножения

1. Определение знака мантиссы произведения путем суммирования знаковых разрядов мантисс сомножителей по модулю
2. Перемножение мантисс сомножителей, как чисел с фиксированной запятой
3. Сложение порядков сомножителей, как целых чисел
4. Нормализация результата

Умножение двоичных чисел в форме с плавающей точкой (запятой)

Алгоритм алгебраического деления

1. Определение знака мантиссы частного путем суммирования знаковых разрядов мантисс делимого и делителя по модулю
2. Деление мантисс, как чисел с фиксированной запятой
3. Вычитание порядков, как целых чисел
4. Нормализация результата