# Численные примеры

1. Один из операндов равен нулю. В данном случае результат также равен нулю.

* Исходные данные:

С=5210

D=010

* Переведём числа в 2СС:

С=5210=1101002 CC = 10110

D=010=000000002 CD = 10000

Сложение знаков по модулю два : 0 0 = 0;

Так как множитель равен нулю, то произведение тоже равно нулю.

1. Штатная ситуация:

Исходные данные:

С=5210 =0,1101\*26

D=6910=0,1000101\*27

Изобразим числа С и D в разрядной сетке условной машины. Под мантиссы со знаком отведем 8 разрядов, под характеристики отведем 5 разрядов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Знак мантиссы | Мантисса | Характеристика |
| 0 | 11010000 | 10110 |
| 0 | 10001010 | 10111 |

1. Знак результата
2. Определим характеристику произведения сложением характеристик сомножителей:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СА | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| СВ | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| СА+СВ=Cc | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

ПРС характеристик не произошло!

Перемножим мантиссы 3 способом.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Множитель | Множимое | СЧП | Комментарий |
| 0,11010000 | 0,10001010 | 0,00000000 00000000 | Исх. данные |
| 0,11010000 | 0,10001010 | 0,00000000 00000000  0,00000000 10001010  0,00000000 10001010 | +М |
| 0,1010000**0** | 0,10001010 | 0,00000001 00010100 | Сдвиги |
| 0,1010000**0** | 0,10001010 | 0,00000001 00010100  0,00000000 10001010  0,00000001 10011110 | +М |
| 0,010000**00** | 0,10001010 | 0,00000011 00111100 | Сдвиги |
| 0,010000**00** | 0,10001010 | 0,00000011 00111100 | - |
| 0,10000**000** | 0,10001010 | 0,00000110 01111000 | Сдвиги |
| 0,10000**000** | 0,10001010 | 0,00000110 01111000  0,00000000 10001010  0,00000111 00000010 | +M |
| 0,0000**0000** | 0,10001010 | 0,00001110 00000100 | Сдвиги |
| 0,0000**0000** | 0,10001010 | 0,00001110 00000100 | - |
| 0,000**00000** | 0,10001010 | 0,00011100 00001000 | Сдвиги |
| 0,000**00000** | 0,10001010 | 0,00011100 00001000 | - |
| 0,00**000000** | 0,10001010 | 0,00111000 00010000 | Сдвиги |
| 0,00**000000** | 0,10001010 | 0,00111000 00010000 | - |
| 0,0**0000000** | 0,10001010 | 0,01110000 00100000 | Сдвиги |
| 0,0**0000000** | 0,10001010 | 0,00111000 00010000 | - |
| 0,**00000000** | 0,10001010 | 0,01110000 00100000 | Сдвиг множителя |
| 0,**00000000** | 0,10001010 | 0,01110000 00100000 | Результат! |

Нормализуем мантиссу путем сдвига влево на 1 разряд, характеристику уменьшим на 1:

0,01110000 00100000 - > 0,11100000 01000000

Cc=Cc-1 Cc=01100

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Знак мантиссы | Мантисса | Характеристика |
| 0 | 11100000 | 01100 |

Проверка:

C\*D = 0,1110000\*212 = 1110000000002=3584

C\*D=52\*69=3588

Абсолютная погрешность: 3588-3584 = 4

Относительная погрешность: (4/3588)\*100 = 0,11%

1. Возникновение ПРС:

ca = 11000 = 24

cb = 11010 = 26

Определим характеристику произведения сложением характеристик сомножителей:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| сА | Перенос | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| сВ |  | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| сА+сВ | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Произошло ПРС характеристик! Формируем сигнал ПРС.

Процесс умножения останавливается.

1. Возникновение ПМР при сложении характеристик:

сА=00001= 1; сВ=00001= 1;

Найдем характеристику произведения путем сложения характеристик сомножителей:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| сА | Перенос | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| сВ |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| сА+сВ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Признак неустранимого ПМР, выводим нулевой результат.

1. Возникновение временного ПРС, переходящего в устранимое:

Исходные данные:

ma = 0,5 = 0,1 ca = 10110 = 22 (А = 32)

mb = 0,5 = 0,1 cb = 11010 = 26 (В = 512)

Знак результата

Определим характеристику произведения сложением характеристик сомножителей:

Таблица 6 – Определение характеристики произведения для ситуации с временным ПРС

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| сА |  | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| сВ |  | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| сА+сВ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Произошло временное ПРС характеристик!

Алгоритм умножения можно продолжить.

Перемножим мантиссы 3 способом.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Множитель | Множимое | СЧП | Комментарий |
| 0,10000000 | 0,10000000 | 0,00000000 00000000 | Исх. данные |
| 0,10000000 | 0,10000000 | 0,00000000 00000000  0,00000000 10000000  0,00000000 10000000 | +М |
| 0,0000000**0** | 0,10000000 | 0,00000001 00000000 | Сдвиги |
| 0,0000000**0** | 0,10000000 | 0,00000001 00000000 | - |
| 0,000000**00** | 0,10000000 | 0,00000010 00000000 | Сдвиги |
| 0,000000**00** | 0,10000000 | 0,00000010 00000000 | - |
| 0,00000**000** | 0,10000000 | 0,00000100 00000000 | Сдвиги |
| 0,00000**000** | 0,10000000 | 0,00000100 00000000 | - |
| 0,0000**0000** | 0,10000000 | 0,00001000 00000000 | Сдвиги |
| 0,0000**0000** | 0,10000000 | 0,00001000 00000000 | - |
| 0,000**00000** | 0,10000000 | 0,00010000 00000000 | Сдвиги |
| 0,000**00000** | 0,10000000 | 0,00010000 00000000 | - |
| 0,00**000000** | 0,10000000 | 0,00100000 00000000 | Сдвиги |
| 0,00**000000** | 0,10000000 | 0,00100000 00000000 | - |
| 0,0**0000000** | 0,10000000 | 0,01000000 00000000 | Сдвиги |
| 0,0**0000000** | 0,10000000 | 0,01000000 00000000 | - |
| 0,**00000000** | 0,10000000 | 0,01000000 00000000 | Сдвиг множителя |
| 0,**00000000** | 0,10000000 | 0,01000000 00000000 | РЕЗУЛЬТАТ! |

Для нормализации мантиссы сдвинем ее влево, характеристику уменьшим на 1:

0,01000000 00000000 0,10000000 00000000

Cc = Cc – 1

Нормализуем характеристику произведения:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СА | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| СВ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| СА+СВ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Временное ПРС устранено.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Знак мантиссы | Мантисса | Характеристика |
| 0 | 10000000 | 01111 |

Проверка:

А\*В = 16 \* 512 = 16384

0,10000000\*215 = 100000000000000 = 16384

Абсолютная погрешность: 0

Относительная погрешность: 0%

1. Возникновение временного ПРС, переходящего в неустранимое:

Исходные данные:

ma = 0,75 = 0,11 ca = 10110 = 22 (А = 48)

mb = 0,875= 0,111 cb = 11010 = 26 (B = 896)

Определим характеристику произведения сложением характеристик сомножителей:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CА |  | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| CВ |  | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CА+CВ | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Произошло временное ПРС характеристик! Алгоритм умножения можно продолжить. Перемножим мантиссы 3 способом.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Множитель | Множимое | СЧП | Комментарий |
| 0,11000000 | 0,11100000 | 0,00000000 00000000 | Исх. данные |
| 0,11000000 | 0,11100000 | 0,00000000 00000000  0,00000000 11100000  0,00000000 11100000 | +М |
| 0,1000000**0** | 0,11100000 | 0,00000001 11000000 | Сдвиги |
| 0,1000000**0** | 0,11100000 | 0,00000001 11000000  0,00000000 11100000  0,00000010 10100000 | +М |
| 0,000000**00** | 0,11100000 | 0,00000101 01000000 | Сдвиги |
| 0,000000**00** | 0,11100000 | 0,00000101 01000000 | - |
| 0,00000**000** | 0,11100000 | 0,00001010 10000000 | Сдвиги |
| 0,00000**000** | 0,11100000 | 0,00001010 10000000 | - |
| 0,0000**0000** | 0,11100000 | 0,00010101 00000000 | Сдвиги |
| 0,0000**0000** | 0,11100000 | 0,00010101 00000000 | - |
| 0,000**00000** | 0,11100000 | 0,00101010 00000000 | Сдвиги |
| 0,000**00000** | 0,11100000 | 0,00101010 00000000 | - |
| 0,00**000000** | 0,11100000 | 0,01010100 00000000 | Сдвиги |
| 0,00**000000** | 0,11100000 | 0,01010100 00000000 | - |
| 0,0**0000000** | 0,11100000 | 0,10101000 00000000 | Сдвиги |
| 0,0**0000000** | 0,11100000 | 0,10101000 00000000 | - |
| 0,**00000000** | 0,11100000 | 0,10101000 00000000 | Сдвиг множителя |
| 0,**00000000** | 0,11100000 | 0,10101000 00000000 | РЕЗУЛЬТАТ! |

В ходе умножения мантисс временная ПРС стала неустранимой ПРС, т.к. псевдопроизведение нормализовано, формируем сигнал ПРС и останавливаем операцию.

1. ПМР при нормализации:

ma=0,5=0,1 ca = 00110 = 6

mb=0,75=0,11 cb = 01010 = 10

Знак результата

Определим характеристику произведения сложением характеристик сомножителей:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CА |  | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| CВ |  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CА+CВ | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Возникло временное ПРС, доведем умножение 3 способом до конца.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Множитель | Множимое | СЧП | Комментарий |
| 0,10000000 | 0,11000000 | 0,00000000 00000000 | Исх. данные |
| 0,10000000 | 0,11000000 | 0,00000000 00000000  0,00000000 11000000  0,00000000 11000000 | +М |
| 0,0000000**0** | 0,11000000 | 0,00000001 10000000 | Сдвиги |
| 0,0000000**0** | 0,11000000 | 0,00000001 10000000 | - |
| 0,000000**00** | 0,11000000 | 0,00000011 00000000 | Сдвиги |
| 0,000000**00** | 0,11000000 | 0,00000011 00000000 | - |
| 0,00000**000** | 0,11000000 | 0,00000110 00000000 | Сдвиги |
| 0,00000**000** | 0,11000000 | 0,00000110 00000000 | - |
| 0,0000**0000** | 0,11000000 | 0,00001100 00000000 | Сдвиги |
| 0,0000**0000** | 0,11000000 | 0,00001100 00000000 | - |
| 0,000**00000** | 0,11000000 | 0,00011000 00000000 | Сдвиги |
| 0,000**00000** | 0,11000000 | 0,00011000 00000000 | - |
| 0,00**000000** | 0,11000000 | 0,00110000 00000000 | Сдвиги |
| 0,00**000000** | 0,11000000 | 0,00110000 00000000 | - |
| 0,0**0000000** | 0,11000000 | 0,01100000 00000000 | Сдвиги |
| 0,0**0000000** | 0,11100000 | 0,01100000 00000000 | - |
| 0,**00000000** | 0,11100000 | 0,01100000 00000000 | Сдвиг множителя |
| 0,**00000000** | 0,11100000 | 0,01100000 00000000 | РЕЗУЛЬТАТ! |

В ходе умножения получился ненормализованный результат, следует нормализовать результат сдвигом на один разряд влево и вычесть единицу из характеристики:

mc = 0,01100000 00000000 - > 0,11000000 00000000

Cc = Cc – 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CА | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CВ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| CА+CВ | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

В ходе нормализации мантиссы появилось ПМР, выводим нулевой результат.