1. **Алгоритм умножения чисел с ПЗ с характеристиками в ДК с автоматической коррекцией вторым способом**

|  |
| --- |
| 2 способ |
| Множитель Множимое  ├────┤ ├────|────┤  ├──┤  ├────|────┤  Сумма частичных произведений |

Разрядность регистров:

* Множитель – n;
* Множимое и сумма частичных произведений – 2n;

Множимое следует заносить в младшие n разрядов регистра.

Алгоритм умножения:

1. Проверить множимое на равенство нулю: если ноль, то сформировать результат, равный нулю, перейти к пункту 11. Иначе перейти к пункту 2.
2. Проверить множитель на равенство нулю: если ноль, то сформировать результат, равный нулю, перейти к пункту 11. Иначе перейти к пункту 3.
3. Сложить характеристики двух сомножителей.
4. Проверить на наличие ПРС. Если возникло ПРС (признаком ПРС является получение единицы переноса и единицы в старшем разряде результирующей характеристики), то необходимо зафиксировать её появление и прекратить операцию. Временное ПРС может возникнуть, когда старший разряд равен единице, образовалась единица переноса, но все разряды характеристики, за исключением старшего, равны нулю. При этом нужно продолжить алгоритм умножения. Если возникла ситуация ПМР (признаком ПМР является отсутствие единицы переноса и ноль в старшем разряде результирующей характеристики), то необходимо зафиксировать ее появление и сформировать нулевой результат, перейти к пункту 11. В противном случае переходим к пункту 5.
5. Дополнить множитель фиктивным разрядом с права, равным нулю.
6. Выполнить цикл умножения мантисс вторым способом:

6.1) Произвести анализ двух очередных младших разрядов множителя.

6.2) Если два разряда равны 01, произвести суммирование множимого с суммой частичных произведений, если разряды равны 10, то произвести вычитание из СЧП множимого. В противном случае перейти к пункту 7.

1. Произвести сдвиг множителя вправо, а множимого влево.
2. Если все разряды множителя были рассмотрены, перейти к пункту 9, иначе перейти к пункту 6.
3. Проверить на нормализацию полученную мантиссу. Если мантисса ненормализованная – сдвинуть мантиссу на 1 разряд влево, вычесть из характеристики 1. Если ранее было зафиксировано временное ПРС, оно устраняется. Если после нормализации мантиссы произошло ПМР, нужно зафиксировать её появление и сформировать результат, равный нулю. Перейти к пункту 11. Если результат нормализован, было зафиксировано временное ПРС, то установить признак ПРС, перейти к пункту 12. Иначе перейти к пункту 10.
4. Сформировать результат умножения.
5. Останов операции.

Примеры работы алгоритма:

1. A=57; B=11

Представим числа в разрядной сетке

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Знак числа | Мантисса | Характеристика |
| A | 0 | 111001 | 100110 |
| B | 0 | 101100 | 100100 |

Сложим характеристики двух операндов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1|0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

ПРС и ПМР не возникли. Множитель и множимое не равны нулю. Произведем произведение мантисс сомножителей.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Множитель | Множимое | СЧП | Пояснение |
| 0.111001 | 0.101100 | 0.000000 000000 | Исх. данные |
| 0.11100*1*|*0* | 0.000000 101100 | 0.000000 000000  1.111111 010100  1.111111 010100 | -М; сдвиги |
| 0.01110*0|1* | 0.000001 011000 | 1.111111 010100  0.000001 011000  0.000000 101100 | +M; сдвиги |
| 0.00111*0|0* | 0.000010 110000 | 0.000000 101100 | +0; сдвиги |
| 0.00011*1|0* | 0.000101 100000 | 0.000000 101100  1.111010 100000  1.111011 001100 | -M; сдвиги |
| 0.00001*1|1* | 0.001011 000000 | 1.111011 001100 | +0; сдвиги |
| 0.00000*1|1* | 0.010110 000000 | 1.111011 001100 | +0; сдвиги |
| 0.00000*0|1* | 0.101100 000000 | 1.111011 001100  0.101100 000000  0.100111 001100 | +M; результат |

Результат умножения нормализован:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0 | 100111001100 | 101010 |

1. A=-57; B=-11

Представим числа в разрядной сетке

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Знак числа | Мантисса | Характеристика |
| A | 1 | 000111 | 100110 |
| B | 1 | 010100 | 100100 |

Сложим характеристики двух операндов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1|0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

ПРС и ПМР не возникли. Множитель и множимое не равны нулю. Произведем произведение мантисс сомножителей.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Множитель | Множимое | СЧП | Пояснение |
| 1.000111 | 1.010100 | 0.000000 000000 | Исх. данные |
| 1.00011*1|0* | 1.111111 010100 | 0.000000 000000  0.000000 101100  0.000000 101100 | -M; сдвиги |
| 1.10001*1|1* | 1.111110 101000 | 0.000000 101100 | сдвиги |
| 1.11000*1*|*1* | 1.111101 010000 | 0.000000 101100 | сдвиги |
| 1.11100*0*|*1* | 1.111010 100000 | 0.000000 101100  1.111010 100000  1.111011 001100 | +M; сдвиги |
| 1.11110*0*|*0* | 1.110101 000000 | 1.111011 001100 | сдвиги |
| 1.11111*0*|*0* | 1.101010 000000 | 1.111011 001100 | сдвиги |
| 1.11111*1*|*0* | 1.010100 000000 | 1.111011 001100  0.101100 000000  0.100111 001100 | -M; сдвиги |

Результат умножения нормализован:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0 | 100111001100 | 101010 |

1. A=0,5 \* 227; B=0,5\*220

Представим числа в разрядной сетке

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Знак числа | Мантисса | Характеристика |
| A | 0 | 100000 | 111011 |
| B | 0 | 100000 | 110100 |

Сложим характеристики двух операндов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1|1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

В результирующей характеристике было получено ПРС. В старшем разряде была получена 1, также возникла единица переноса, остальные разряды характеристики не равны нулю. Значит формируется сигнал о ПРС, происходит останов операции умножения.

1. A=0,5 \* 2-18; B=0,5\*2-17

Представим числа в разрядной сетке

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Знак числа | Мантисса | Характеристика |
| A | 0 | 100000 | 001110 |
| B | 0 | 100000 | 001111 |

Сложим характеристики двух операндов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

В результирующей характеристике было получено ПМР. В старшем разряде была получена 0, единица переноса не возникла. Значит формируется сигнал о ПМР, формируем результат, равный нулю.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0 | 000000000000 | 000000 |

A=-0.5; B=0.5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Множитель | Множимое | СЧП | Пояснение |
| 1.100000 | 0.100000 | 0.000000 000000 | Исх. данные |
| 1.100000|0 | 0.000000 100000 | 0.000000 000000 | +0 |
| 1.110000|0 | 0.000001 000000 | 0.000000 000000 | +0 |
| 1.111000|0 | 0.000010 000000 | 0.000000 000000 | +0 |
| 1.111100|0 | 0.000100 000000 | 0.000000 000000 | +0 |
| 1.111110|0 | 0.001000 000000 | 0.000000 000000 | +0 |
| 1.111111|0 | 0.010000 000000 | 0.000000 000000  1.110000 000000  1.110000 000000 | -M |
| 1.111111|1 | 0.110000 000000 | 1.110000 000000 |  |

1.110000 000000

Нормализация: 1.100000 000000

-0.5 \* 2-1 = -0.25

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 100000 | 011111 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Множитель | Множимое | СЧП | Пояснение |
| 1.000001 | 0.000001 | 0.000000 000000 | Исх. данные |
| 1.000001|0 | 0.000000 000001 | 0.000000 000000  1.111111 111111  1.111111 111111 | -М |
| 1.100000|1 | 0.000000 000010 | 1.111111 111111  0.000000 000010  0.000000 000001 | +М |
| 1.110000|0 | 0.000000 000100 | 0.000000 000001 | +0 |
| 1.111000|0 | 0.000000 001000 | 0.000000 000001 | +0 |
| 1.111100|0 | 0.000000 010000 | 0.000000 000001 | +0 |
| 1.111110|0 | 0.000000 100000 | 0.000000 000001 | +0 |
| 1.111111|0 | 0.000001 000000 | 0.000000 000001  1.111111 000000  1.111111 000001 | +0 |

1.110000 000000

Нормализация: 1.100000 000000

-0.5 \* 2-1 = -0.25

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 100000 | 011111 |