Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Основы дискретной математики

Домашняя работа №5

Деление чисел с фиксированной запятой

Вариант №117

Выполнил: студент группы P3108 Васильев Никита

Проверил: Поляков Владимир Иванович, доцент факультета ПИиКТ, кандидат технических наук

Санкт-Петербург 2023

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **A** | **B** |
| **117** | 1624 | 31 |

# Задание. Выполнить операцию деления заданных целых чисел *A* и *B* со всеми комбинациями знаков, используя метод деления в дополнительных кодах.

A = 1624, B = 31

= *С(R*), где *А* – делимое, *В* – делитель, *С* – частное, *R* – остаток.

[+А]пр = 0.11001011000; [-A]доп = 1.00110101000

[+B]пр = 0.11111; [-B]доп = 1.100000

1. A > 0, B > 0

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № шага | Операнды и действия | Делимое и  остаток  (старшие  разряды) | Делимое и остаток (младшие разряды),  частное | Пояснения |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | [*A*]пр | 00000110 | 01011000 | Делимое |
| 1 | [–*B*]доп  *R1* | 00001100  11100001  11101101  11101101  Зн*R*1≠Зн*В* | 1011000|0  1011000|0 | Сдвиг делимого влево  Вычитание делителя  Знак первого остатка не совпадает со  знаком делимого-делителя корректно  Формирование знака частного |
| 2 | [*B*]пр  *R2* | 11011011  00011111  11111010  Зн*R*2 ≠ Зн*B* | 011000|00  011000|00 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 3 | [*B*]пр  *R3* | 11110100  00011111  00010011  Зн*R*3 = Зн*B* | 11000|000  11000|001 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 4 | [–*B*]доп  *R4* | 00100111  11100001  00001000  Зн*R*4 = Зн*B* | 1000|0010  1000|0011 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 5 | [–*B*]доп  *R5* | 00010001  11100001  11110010  Зн*R*5 ≠ Зн*B* | 000|00110  000|00110 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 6 | [*B*]пр  *R6* | 11100100  00011111  00000011  Зн*R*6 = Зн*B* | 00|001100  00|001101 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 7 | [–*B*]доп  *R7* | 00000110  11100001  11100111  Зн*R*7 ≠ Зн*B* | 0|0011010  0|0011010 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 8 | [*B*]пр  *R8* | 11001110  00011111  11101101  Зн*R*8 ≠Зн*B* | 00110100  00110100 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 9 | [*B*]пр  *R9* | 00011111  00001100 | 00110100 | Коррекция остатка: сложение с делителем  Результат |

В результате выполнения операции получено положительное частное и положительный остаток:

[***C***]***пр*** = (0.0110100)2 = (52)10

[***R***]***пр*** = (0.0001100)2 = (12)10

Которые соответствуют истинным значениям: 52 × 31 + 12 = 1624

1. A < 0, B > 0

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № шага | Операнды и действия | Делимое и  остаток  (старшие  разряды) | Делимое и остаток (младшие разряды),  частное | Пояснения |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | [*A*]доп | 11111001 | 10101000 | Делимое |
| 1 | [*B*]пр    [*B*]пр  *R1* | 00000000  11111001  11110011  00011111  00010010  00010010  Зн*R*1=Зн*В* | 00011111  11000111  1000111|0  1000111|1 | Сложение с делителем, выровненным по младшим разрядам  Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем, выровненным по старшим разрядам  Знак первого остатка не совпадает со знаком делимого–деление корректно  Формирование знака частного |
| 2 | [–*B*]доп  *R2* | 00100101  11100001  00000110  Зн*R*2 = Зн*B* | 000111|10  000111|11 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 3 | [–*B*]доп  *R3* | 00001100  11100001  11101101  Зн*R*3 ≠ Зн*B* | 00111|110  00111|110 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 4 | [*B*]пр  *R4* | 11011010  00011111  11111001  Зн*R*4 ≠ Зн*B* | 0111|1100  0111|1100 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 5 | [*B*]пр  *R5* | 11110010  00011111  00010001  Зн*R*5 = Зн*B* | 111|11000  111|11001 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 6 | [–*B*]доп  *R6* | 00100011  11100001  00000100  Зн*R*6 = Зн*B* | 11|110010  11|110011 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 7 | [–*B*]доп  *R7* | 00001001  11100001  11101010  Зн*R*7 ≠ Зн*B* | 1|1100110  1|1100110 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 8 | [*B*]пр  *R8* | 11010101  00011111  11110100  Зн*R*8 ≠ Зн*B* | 11001100  11001100 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |

В результате выполнения операции получено отрицательное частное и отрицательный остаток:

[***C***]***доп*** = (1.1001100)2 → [***C***]***пр*** = (1.0110100)2 = (–52)10

[***R***]***доп*** = (1.1110100)2 → [***R***]***пр*** = (1.0001100)2 = (–12)10

Которые соответствуют истинным значениям: –52 × 31 – 12 = –1624

1. A > 0, B < 0

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № шага | Операнды и действия | Делимое и  остаток  (старшие  разряды) | Делимое и остаток (младшие разряды),  частное | Пояснения |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | [*A*]пр | 00000110 | 01011000 | Делимое |
| 1 | [*B*]доп    [*B*]доп  *R1* | 11111111  00000110  00001100  11100001  11101101  11101101  Зн*R*1 = Зн*В* | 11100001  00111001  0111001|0  0111001|1 | Сложение с делителем, выровненным по младшим разрядам  Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем, выровненным по старшим разрядам  Знак первого остатка не совпадает со знаком делимого–деление корректно  Формирование знака частного |
| 2 | [–*B*]пр  *R2* | 11011010  00011111  11111001  Зн*R*2 = Зн*B* | 111001|10  111001|11 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 3 | [–*B*]пр  *R3* | 11110011  00011111  00010010  Зн*R*3 ≠ Зн*B* | 11001|110  11001|110 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 4 | [*B*]доп  *R4* | 00100101  11100001  00000110  Зн*R*4 ≠ Зн*B* | 1001|1100  1001|1100 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 5 | [*B*]доп  *R5* | 00001101  11100001  11101110  Зн*R*5 = Зн*B* | 001|11000  001|11001 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 6 | [–*B*]пр  *R6* | 11011100  00011111  11111011  Зн*R*6 = Зн*B* | 01|110010  01|110011 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 7 | [–*B*]пр  *R7* | 11110110  00011111  00010101  Зн*R*7 ≠ Зн*B* | 1|1100110  1|1100110 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 8 | [*B*]доп  *R8* | 00101011  11100001  00001100  Зн*R*8 ≠ Зн*B* | 11001100  11001100 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |

В результате выполнения операции получено отрицательное частное и положительный остаток:

[***C***]***доп*** = (1.1001100)2 → [***C***]***пр*** = (1.0110100)2 = (–52)10

[***R***]***пр*** = (0.0001100)2 = (12)10

Которые соответствуют истинным значениям: –52 × (–31) + 12 = 1624

1. A < 0, B < 0

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № шага | Операнды и действия | Делимое и  остаток  (старшие  разряды) | Делимое и остаток (младшие разряды),  частное | Пояснения |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | [*A*]доп | 11111001 | 10101000 | Делимое |
| 1 | [–*B*]пр  *R1* | 11110011  00011111  00010010  00010010  Зн*R*1≠Зн*В* | 0101000|0  0101000|0 | Сдвиг делимого влево  Вычитание делителя  Знак первого остатка не совпадает со  знаком делимого-делителя корректно  Формирование знака частного |
| 2 | [*B*]доп  *R2* | 00100100  11100001  00000101  Зн*R*2 ≠ Зн*B* | 101000|00  101000|00 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 3 | [*B*]доп  *R3* | 00001011  11100001  11101100  Зн*R*3 = Зн*B* | 01000|000  01000|001 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 4 | [–*B*]пр  *R4* | 11011000  00011111  11110111  Зн*R*4 = Зн*B* | 1000|0010  1000|0011 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 5 | [–*B*]пр  *R5* | 11101111  00011111  00001110  Зн*R*5 ≠ Зн*B* | 000|00110  000|00110 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 6 | [*B*]доп  *R6* | 00011100  11100001  11111101  Зн*R*6 = Зн*B* | 00|001100  00|001101 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 7 | [–*B*]пр  *R7* | 11111010  00011111  00011001  Зн*R*7 ≠ Зн*B* | 0|0011010  0|0011010 | Сдвиг остатка влево  Вычитание делителя  Формирование цифры частного |
| 8 | [*B*]доп  *R8* | 00110010  11100001  00010011  Зн*R*8 ≠Зн*B* | 00110100  00110100 | Сдвиг остатка влево  Сложение с делителем  Формирование цифры частного |
| 9 | [*B*]доп  *R9* | 11100001  11110100 | 00110100 | Коррекция остатка: сложение с делителем  Результат |

В результате выполнения операции получено положительное частное и отрицательный остаток:

[***C***]***пр*** = (0.0110100)2 = (52)10

[***R***]***доп*** = (1.1110100)2 → [***R***]***пр*** = (1.0001100)2 = (–12)10

Которые соответствуют истинным значениям: 52 × (–31) – 12 = –1624