

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 Р3108
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.

$A = 1624, B = 31$

$\frac{A}{B} = C(R)$, где A – делимое, B – делитель, C – частное, R – остаток.

$[+A]_{\text{пр}} = 0.11001011000$; $[-A]_{\text{доп}} = 1.00110101000$

$[+B]_{\text{пр}} = 0.11111$; $[-B]_{\text{доп}} = 1.100000$

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	$[A]_{\text{пр}}$	00000110	01011000	Делимое
1	$\overline{[A]_{\text{пр}}}$ $[-B]_{\text{доп}}$ R_1	+ 00001100 <u>11100001</u> 11101101 11101101 $3_{\text{н}}R_1 \neq 3_{\text{н}}B$	1011000 0 1011000 0	Сдвиг делимого влево Вычитание делителя Знак первого остатка не совпадает со знаком делимого-делителя корректно Формирование знака частного
2	\bar{R}_1 $[B]_{\text{пр}}$ R_2	+ 11011011 <u>00011111</u> 11111010 $3_{\text{н}}R_2 \neq 3_{\text{н}}B$	011000 00 011000 00	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
3	\bar{R}_2 $[B]_{\text{пр}}$ R_3	+ 11110100 <u>00011111</u> 00010011	11000 000 11000 001	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем

		$3_{\text{H}}R_3 = 3_{\text{H}}B$		Формирование цифры частного
4	\tilde{R}_3 $[-B]_{\text{доп}}$ R_4	$ \begin{array}{r} 00100111 \\ + \quad 11100001 \\ \hline 00001000 \\ 3_{\text{H}}R_4 = 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 1000 0010 \\ \\ 1000 001\boxed{1} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
5	\tilde{R}_4 $[-B]_{\text{доп}}$ R_5	$ \begin{array}{r} 00010001 \\ + \quad 11100001 \\ \hline 11110010 \\ 3_{\text{H}}R_5 \neq 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 000 00110 \\ \\ 000 0011\boxed{0} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
6	\tilde{R}_5 $[B]_{\text{пр}}$ R_6	$ \begin{array}{r} 11100100 \\ + \quad 00011111 \\ \hline 00000011 \\ 3_{\text{H}}R_6 = 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 00 001100 \\ \\ 00 00110\boxed{1} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
7	\tilde{R}_6 $[-B]_{\text{доп}}$ R_7	$ \begin{array}{r} 00000110 \\ + \quad 11100001 \\ \hline 11100111 \\ 3_{\text{H}}R_7 \neq 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 0 0011010 \\ \\ 0 001101\boxed{0} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
8	\tilde{R}_7 $[B]_{\text{пр}}$ R_8	$ \begin{array}{r} 11001110 \\ + \quad 00011111 \\ \hline 11101101 \\ 3_{\text{H}}R_8 \neq 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 00110100 \\ \\ 0011010\boxed{0} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
9	$[B]_{\text{пр}}$ R_9	$ \begin{array}{r} 00011111 \\ 00001100 \end{array} $	00110100	Коррекция остатка: сложение с делителем Результат

В результате выполнения операции получено положительное частное и положительный остаток:

$$[C]_{np} = (0.0110100)_2 = (52)_{10}$$

$$[R]_{np} = (0.0001100)_2 = (12)_{10}$$

Которые соответствуют истинным значениям: $52 \times 31 + 12 = 1624$

2. $A < 0, B > 0$

№ шага	Операнды и действия	Делимое и остаток (старшие разряды)	Делимое и остаток (младшие разряды), частное	Пояснения
1	2	3	4	5
0	$[A]_{\text{доп}}$	11111001	10101000	Делимое
1	$[B]_{\text{пр}}$ R'_1 \tilde{R}'_1 $[B]_{\text{пр}}$ R_I	<u>00000000</u> 11111001 + 11110011 <u>00011111</u> 00010010 00010010 $3_{\text{H}}R_1 = 3_{\text{H}}B$	<u>00011111</u> 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	\tilde{R}_1 $[-B]_{\text{доп}}$ R_2	+ 00100101 <u>11100001</u> 00000110 $3_{\text{H}}R_2 = 3_{\text{H}}B$	000111 10 000111 11	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
3	\tilde{R}_2 $[-B]_{\text{доп}}$ R_3	+ 00001100 <u>11100001</u> 11101101 $3_{\text{H}}R_3 \neq 3_{\text{H}}B$	00111 110 00111 110	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
4	\tilde{R}_3 $[B]_{\text{пр}}$ R_4	+ 11011010 <u>00011111</u> 11111001 $3_{\text{H}}R_4 \neq 3_{\text{H}}B$	0111 1100 0111 1100	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
5	\tilde{R}_4 $[B]_{\text{пр}}$ R_5	+ 11110010 <u>00011111</u> 00010001 $3_{\text{H}}R_5 = 3_{\text{H}}B$	111 11000 111 11001	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного

6	\tilde{R}_5 [$-B$] _{доп} R_6	$ \begin{array}{r} 00100011 \\ + \\ \underline{11100001} \\ 00000100 \\ 3_{\text{H}}R_6 = 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 11 110010 \\ \\ 11 11001\boxed{1} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
7	\tilde{R}_6 [$-B$] _{доп} R_7	$ \begin{array}{r} 00001001 \\ + \\ \underline{11100001} \\ 11101010 \\ 3_{\text{H}}R_7 \neq 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 1 1100110 \\ \\ 1 110011\boxed{0} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
8	\tilde{R}_7 [B] _{пр} R_8	$ \begin{array}{r} 11010101 \\ + \\ \underline{00011111} \\ 11110100 \\ 3_{\text{H}}R_8 \neq 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 11001100 \\ \\ 11001100 \end{array} $	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного

В результате выполнения операции получено отрицательное частное и отрицательный остаток:

$$[C]_{\text{дон}} = (1.1001100)_2 \rightarrow [C]_{\text{нр}} = (1.0110100)_2 = (-52)_{10}$$

$$[R]_{\text{дон}} = (1.1110100)_2 \rightarrow [R]_{\text{нр}} = (1.0001100)_2 = (-12)_{10}$$

Которые соответствуют истинным значениям: $-52 \times 31 - 12 = -1624$

3. $A > 0, B < 0$

№ шага	Операнды и действия	Делимое и остаток (старшие разряды)	Делимое и остаток (младшие разряды), частное	Пояснения
1	2	3	4	5
0	$[A]_{\text{пр}}$	00000110	01011000	Делимое
1	$[B]_{\text{доп}}$ R'_1 \tilde{R}'_1 $[B]_{\text{доп}}$ R_I	$ \begin{array}{r} \underline{11111111} \\ 00000110 \\ + \\ 00001100 \\ \underline{11100001} \\ \boxed{1}1101101 \\ 11101101 \end{array} $	$ \begin{array}{r} \underline{11100001} \\ 00111001 \\ \\ 0111001 0 \\ \\ 0111001\boxed{1} \end{array} $	Сложение с делителем, выровненным по младшим разрядам Сдвиг остатка влево Сложение с делителем, выровненным по старшим разрядам

		$3_{\text{H}}R_1 = 3_{\text{H}}B$		Знак первого остатка не совпадает со знаком делимого—деление корректно Формирование знака частного
2	\tilde{R}_1 [−B] _{пр} R_2	$ \begin{array}{r} + \quad 11011010 \\ \quad \underline{00011111} \\ 11111001 \\ 3_{\text{H}}R_2 = 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 111001 10 \\ \\ 111001 1\boxed{1} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
3	\tilde{R}_2 [−B] _{пр} R_3	$ \begin{array}{r} + \quad 11110011 \\ \quad \underline{00011111} \\ 00010010 \\ 3_{\text{H}}R_3 \neq 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 11001 110 \\ \\ 11001 11\boxed{0} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
4	\tilde{R}_3 [B] _{доп} R_4	$ \begin{array}{r} + \quad 00100101 \\ \quad \underline{11100001} \\ 00000110 \\ 3_{\text{H}}R_4 \neq 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 1001 1100 \\ \\ 1001 110\boxed{0} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
5	\tilde{R}_4 [B] _{доп} R_5	$ \begin{array}{r} + \quad 00001101 \\ \quad \underline{11100001} \\ 11101110 \\ 3_{\text{H}}R_5 = 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 001 11000 \\ \\ 001 1100\boxed{1} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
6	\tilde{R}_5 [−B] _{пр} R_6	$ \begin{array}{r} + \quad 11011100 \\ \quad \underline{00011111} \\ 11111011 \\ 3_{\text{H}}R_6 = 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 01 110010 \\ \\ 01 11001\boxed{1} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
7	\tilde{R}_6 [−B] _{пр} R_7	$ \begin{array}{r} + \quad 11110110 \\ \quad \underline{00011111} \\ 00010101 \\ 3_{\text{H}}R_7 \neq 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 1 1100110 \\ \\ 1 110011\boxed{0} \end{array} $	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
8	\tilde{R}_7 [B] _{доп} R_8	$ \begin{array}{r} + \quad 00101011 \\ \quad \underline{11100001} \\ 00001100 \\ 3_{\text{H}}R_8 \neq 3_{\text{H}}B \end{array} $	$ \begin{array}{r} 11001100 \\ \\ 11001100 \end{array} $	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного

В результате выполнения операции получено отрицательное частное и положительный остаток:

$$[C]_{don} = (1.1001100)_2 \rightarrow [C]_{np} = (1.0110100)_2 = (-52)_{10}$$

$$[R]_{np} = (0.0001100)_2 = (12)_{10}$$

Которые соответствуют истинным значениям: $-52 \times (-31) + 12 = 1624$

4. $A < 0, B < 0$

№ 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	$\overleftarrow{[A]}_{доп}$ $[-B]_{пр}$ R_1	+ 11110011 <u>00011111</u> 00010010 00010010 $3_{н}R_1 \neq 3_{н}B$	0101000 0 0101000 0	Сдвиг делимого влево Вычитание делителя Знак первого остатка не совпадает со знаком делимого-делителя корректно Формирование знака частного
2	\tilde{R}_1 $[B]_{доп}$ R_2	+ 00100100 <u>11100001</u> 00000101 $3_{н}R_2 \neq 3_{н}B$	101000 00 101000 00	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
3	\tilde{R}_2 $[B]_{доп}$ R_3	+ 00001011 <u>11100001</u> 11101100 $3_{н}R_3 = 3_{н}B$	01000 000 01000 001	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
4	\tilde{R}_3 $[-B]_{пр}$ R_4	+ 11011000 <u>00011111</u> 11110111 $3_{н}R_4 = 3_{н}B$	1000 0010 1000 0011	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
5	\tilde{R}_4 $[-B]_{пр}$	+ 11101111 <u>00011111</u> 00001110	000 00110 000 00110	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя

	R_5	$3_{\text{H}}R_5 \neq 3_{\text{H}}B$		Формирование цифры частного
6	\tilde{R}_5 $[B]_{\text{доп}}$ R_6	$\begin{array}{r} 00011100 \\ + \\ \underline{11100001} \\ 11111101 \\ 3_{\text{H}}R_6 = 3_{\text{H}}B \end{array}$	$\begin{array}{r} 00 001100 \\ \\ 00 00110\boxed{1} \end{array}$	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
7	\tilde{R}_6 $[-B]_{\text{пр}}$ R_7	$\begin{array}{r} 11111010 \\ + \\ \underline{00011111} \\ 00011001 \\ 3_{\text{H}}R_7 \neq 3_{\text{H}}B \end{array}$	$\begin{array}{r} 0 0011010 \\ \\ 0 001101\boxed{0} \end{array}$	Сдвиг остатка влево Вычитание делителя Формирование цифры частного
8	\tilde{R}_7 $[B]_{\text{доп}}$ R_8	$\begin{array}{r} 00110010 \\ + \\ \underline{11100001} \\ 00010011 \\ 3_{\text{H}}R_8 \neq 3_{\text{H}}B \end{array}$	$\begin{array}{r} 00110100 \\ \\ 0011010\boxed{0} \end{array}$	Сдвиг остатка влево Сложение с делителем Формирование цифры частного
9	$[B]_{\text{доп}}$ R_9	$\begin{array}{r} \underline{11100001} \\ 11110100 \end{array}$	$0011010\boxed{0}$	Коррекция остатка: сложение с делителем Результат

В результате выполнения операции получено положительное частное и отрицательный остаток:

$$[C]_{np} = (0.0110100)_2 = (52)_{10}$$

$$[R]_{don} = (1.1110100)_2 \rightarrow [R]_{np} = (1.0001100)_2 = (-12)_{10}$$

Которые соответствуют истинным значениям: $52 \times (-31) - 12 = -1624$