

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

Факультет программной инженерии и компьютерной техники



Основы дискретной математики

Домашняя работа №4

Умножения чисел с фиксированной запятой

Вариант №118

Выполнил: студент группы Р3108
Васильев Никита

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

Санкт-Петербург 2023

№	A	B
118	76	29

Задание 1. Умножения в дополнительных кодах с применением коррекции.

A = 76, B = 29

$[+A]_{\text{пр}} = 0.101100$; $[-A]_{\text{доп}} = 1.010100$

$[+B]_{\text{пр}} = 0.11101$; $[-B]_{\text{доп}} = 1.00011$

1. $A > 0, B > 0$

$[+A]_{\text{пр}} = 0.101100$; $[+B]_{\text{пр}} = 0.11101$

№ шага	Операнды и действия	СЧП (старшие разряды)	Множитель и СЧП (младшие разряды)	Пояснения
1	2	3	4	5
0	<i>СЧП</i>	00000000	00011101	Обнуление старших разрядов СЧП
1	$[A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 01001100 00100110	00011101 0 0001110	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
2	<i>СЧП</i> →	00010011	00 000111	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
3	$[A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 01011111 00101111	00 000111 100 00011	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
4	$[A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 01111011 00111101	100 00011 1100 0001	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
5	$[A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 10001001 01000100	1100 0001 11100 000	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо

6	$SЧП \rightarrow$	00100010	011100 00	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
7	$SЧП \rightarrow$	00010001	0011100 0	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
8	$SЧП \rightarrow$	00001000	10011100	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо

Полученный результат положителен и представлен в прямом коде:

$$[C]_{\text{пр}} = [A]_{\text{пр}} \times [B]_{\text{пр}} = (0.000100010011100)_2 = (2204)_{10}$$

$$2. \ A < 0, B > 0$$

$$[-A]_{\text{доп}} = 1.010100; \quad [+B]_{\text{пр}} = 0.11101$$

№ шага	Операнды и действия	СЧП (старшие разряды)	Множитель и СЧП (младшие разряды)	Пояснения
1	2	3	4	5
0	$SЧП$	00000000	00011101	Обнуление старших разрядов СЧП
1	$[A]_{\text{доп}}$ $SЧП$ $SЧП \rightarrow$	<u>10110100</u> 10110100 11011010	 00011101 0 00011 0	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
2	$SЧП \rightarrow$	11101101	00 00011 1	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
3	$[A]_{\text{доп}}$ $SЧП$ $SЧП \rightarrow$	<u>10110100</u> 10100001 11010000	 00 00011 100 0001 1	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
4	$[A]_{\text{доп}}$ $SЧП$ $SЧП \rightarrow$	<u>10110100</u> 10000100 11000010	 100 00011 0100 000 1	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
5	$[A]_{\text{доп}}$ $SЧП$ $SЧП \rightarrow$	<u>10110100</u> 01110110 10111011	 0100 0001 00100 00 0	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо

6	<i>СЧП</i> →	11011101	100100 00	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
7	<i>СЧП</i> →	11101110	1100100 0	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
8	<i>СЧП</i> →	11110111	01100100	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо

Полученный результат отрицателен и представлен в дополнительном коде:

$$[C]_{\text{доп}} = [A]_{\text{доп}} \times [B]_{\text{пр}} = (1.111011101100100)_2$$

Для проверки правильности результата необходимо предварительно перевести его в прямой код:

$$[C]_{\text{пр}} = (1.000100010011100)_2 = (-2204)_{10}$$

$$3. \quad A > 0, B < 0$$

$$[+A]_{\text{пр}} = 0.101100; \quad [-B]_{\text{доп}} = 1.00011$$

№ шага	Операнды и действия	СЧП (старшие разряды)	Множитель и СЧП (младшие разряды)	Пояснения
1	2	3	4	5
0	<i>СЧП</i>	00000000	11100011	Обнуление старших разрядов СЧП
1	$[A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 01001100 00100110	 11100011 0 111000 1	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
2	$[A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 01110010 00111001	 0 1110001 00 111000 0	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
3	<i>СЧП</i> →	00011100	100 1110 0	Сдвиг СЧП и множителя вправо
4	<i>СЧП</i> →	00001110	0100 111 0	Сдвиг СЧП и множителя вправо
5	<i>СЧП</i> →	00000111	00100 11 1	Сдвиг СЧП и множителя вправо

6	$[A]_{\text{пр}}$ СЧП $\text{СЧП} \rightarrow$	<u>01001100</u> 01010011 00101001	00100 111 100100 11	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
7	$[A]_{\text{пр}}$ СЧП $\text{СЧП} \rightarrow$	<u>01001100</u> 01110101 00111010	100100 11 1100100 1	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
8	$[A]_{\text{пр}}$ СЧП $\text{СЧП} \rightarrow$	<u>01001100</u> 10000110 01000011	1100100 1 01100100	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
9	$[-A]_{\text{доп}}$ СЧП	<u>10110100</u> 11110111	01100100	Коррекция результата сложение старших разрядов СЧП с дополнением множимого

Полученный результат отрицателен и представлен в дополнительном коде:

$$[C]_{\text{доп}} = [A]_{\text{пр}} \times [B]_{\text{доп}} = (1.111011101100100)_2$$

Для проверки правильности результата необходимо предварительно перевести его в прямой код:

$$[C]_{\text{пр}} = (1.000100010011100)_2 = (-2204)_{10}$$

4. $A < 0, B < 0$

$$[-A]_{\text{доп}} = 1.010100; \quad [-B]_{\text{доп}} = 1.00011$$

№ шага	Операнды и действия	СЧП (старшие разряды)	Множитель и СЧП (младшие разряды)	Пояснения
1	2	3	4	5
0	СЧП	00000000	11100011	Обнуление старших разрядов СЧП
1	$[A]_{\text{доп}}$ СЧП $\text{СЧП} \rightarrow$	<u>10110100</u> 10110100 11011010	11100011 0 1110001	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
2	$[A]_{\text{доп}}$ СЧП $\text{СЧП} \rightarrow$	<u>10110100</u> 10001110 11000111	0 1110001 00 111000	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо

3	$SЧП \rightarrow$	11100011	100 1110 $\boxed{0}$	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
4	$SЧП \rightarrow$	11110001	1100 1110 $\boxed{0}$	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
5	$SЧП \rightarrow$	11111000	11100 111 $\boxed{1}$	Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
6	$[A]_{пр}$ $SЧП$ $SЧП \rightarrow$	<u>10110100</u> 10101100 11010110	 011100 11 0011100 $\boxed{1}$	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
7	$[A]_{пр}$ $SЧП$ $SЧП \rightarrow$	<u>10110100</u> 10001010 11000101	 0011100 1 1001110 $\boxed{0}$	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
8	$[A]_{пр}$ $SЧП$ $SЧП \rightarrow$	<u>10110100</u> 01111001 10111100	 1100100 1 0110010 $\boxed{0}$	Сложение СЧП с множимым Модифицированный сдвиг СЧП и множителя вправо
9	$[-A]_{доп}$ $SЧП$	<u>01001100</u> 00001000	 10011100	Коррекция результата сложение старших разрядов СЧП с дополнением множимого

Полученный результат положителен и представлен в прямом коде:

$$[C]_{пр} = [A]_{доп} \times [B]_{доп} = (0.000100010011100)_2 = (2204)_{10}$$

Задание 2. Умножение в дополнительных кодах без коррекции.

$$A = 76, B = 29$$

$$[+A]_{пр} = 0.101100; \quad [-A]_{доп} = 1.010100$$

$$[+B]_{пр} = 0.11101; \quad [-B]_{доп} = 1.00011$$

1. $A > 0, B > 0$

$$[+A]_{пр} = 0.101100; \quad [+B]_{пр} = 0.11101$$

№ шага	Операнды и действия	СЧП (старшие разряды)	Множитель и СЧП (младшие разряды)	Пояснения
1	2	3	4	5

0	<i>СЧП</i>	00000000	00011101	Обнуление старших разрядов СЧП
1	$[-A]_{\text{доп}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>10110100</u> 10110100 11011010	00011101 0 0001110	Вычитание множимого из СЧП Сдвиг СЧП и множителя вправо
2	$[A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 00100110 00010011	0 0001110 00 000111	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
3	$[-A]_{\text{доп}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>10110100</u> 11000111 11100011	00 000111 100 00011	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
4	<i>СЧП</i> →	11110001	1100 0001	Сдвиг СЧП и множителя вправо
5	<i>СЧП</i> →	11111000	11100 000	Сдвиг СЧП и множителя вправо
6	$[A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 01000100 00100010	11100 000 011100 00	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
7	<i>СЧП</i> →	00010001	0011100 0	Сдвиг СЧП и множителя вправо
8	<i>СЧП</i> →	00001000	10011100	Сдвиг СЧП и множителя вправо

Полученный результат представлен в прямом коде и равен:

$$[C]_{\text{пр}} = 2^2 + 2^3 + 2^4 + 2^7 + 2^{11} = 4 + 8 + 16 + 128 + 2048 = 2204.$$

Проверка: $C = 76 \times 29 = 2204$.

2. $A < 0, B > 0$

$$[-A]_{\text{доп}} = 1.010100; \quad [+B]_{\text{пр}} = 0.11101$$

№ шага	Операнды и действия	СЧП (старшие разряды)	Множитель и СЧП (младшие разряды)	Пояснения
1	2	3	4	5

0	$CЧП$	00000000	00011101	Обнуление старших разрядов $CЧП$
1	$[-A]_{пр}$ $CЧП$ $CЧП \rightarrow$	<u>01001100</u> 01001100 00100110	00011101 0 000111 0	Вычитание множимого из $CЧП$ Сдвиг $CЧП$ и множителя вправо
2	$[A]_{доп}$ $CЧП$ $CЧП \rightarrow$	<u>10110100</u> 11011010 11101101	0 0001110 00 00011 1	Сложение $CЧП$ с множимым Сдвиг $CЧП$ и множителя вправо
3	$[-A]_{пр}$ $CЧП$ $CЧП \rightarrow$	<u>01001100</u> 00111001 00011100	00 000111 100 0001 1	Сложение $CЧП$ с множимым Сдвиг $CЧП$ и множителя вправо
4	$CЧП \rightarrow$	00001110	0100 000 1	Сдвиг $CЧП$ и множителя вправо
5	$CЧП \rightarrow$	00000111	00100 000 0	Сдвиг $CЧП$ и множителя вправо
6	$[A]_{доп}$ $CЧП$ $CЧП \rightarrow$	<u>10110100</u> 10111011 11011101	00100 000 100100 00 0	Сложение $CЧП$ с множимым Сдвиг $CЧП$ и множителя вправо
7	$CЧП \rightarrow$	11101110	1100100 0 0	Сдвиг $CЧП$ и множителя вправо
8	$CЧП \rightarrow$	11110111	01100100	Сдвиг $CЧП$ и множителя вправо

Полученный результат отрицателен и представлен в дополнительном коде:

$$[C]_{доп} = [A]_{доп} \times [B]_{пр} = (1.111011101100100)_2$$

Для проверки правильности результата необходимо предварительно перевести его в прямой код:

$$[C]_{пр} = (1.000100010011100)_2 = (-2204)_{10}$$

3. $A > 0, B < 0$

$$[+A]_{пр} = 0.101100; \quad [-B]_{доп} = 1.00011$$

№ шага	Операнды и действия	СЧП (старшие разряды)	Множитель и СЧП (младшие разряды)	Пояснения
1	2	3	4	5
0	<i>СЧП</i>	00000000	11100011	Обнуление старших разрядов СЧП
1	$[-A]_{\text{доп}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>10110100</u> 10110100 11011010	11100011 0 111000 1	Вычитание множимого из СЧП Сдвиг СЧП и множителя вправо
2	<i>СЧП</i> →	11101101	00 111000 0	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
3	$[A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 00111001 00011100	00 111000 100 1110 0	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
4	<i>СЧП</i> →	00001110	0100 111 0	Сдвиг СЧП и множителя вправо
5	<i>СЧП</i> →	00000111	00100 11 1	Сдвиг СЧП и множителя вправо
6	$[-A]_{\text{доп}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>10110100</u> 10111011 11011101	00100 111 100100 1 1	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
7	<i>СЧП</i> →	11101110	1100100 1	Сдвиг СЧП и множителя вправо
8	<i>СЧП</i> →	11110111	01100100	Сдвиг СЧП и множителя вправо

Полученный результат отрицателен и представлен в дополнительном коде:

$$[C]_{\text{доп}} = [A]_{\text{пр}} \times [B]_{\text{доп}} = (1.111011101100100)_2$$

Для проверки правильности результата необходимо предварительно перевести его в прямой код:

$$[C]_{\text{пр}} = (1.000100010011100)_2 = (-2204)_{10}$$

4. $A < 0, B < 0$

$$[-A]_{\text{доп}} = 1.010100; \quad [-B]_{\text{доп}} = 1.00011$$

№ шага	Операнды и действия	СЧП (старшие разряды)	Множитель и СЧП (младшие разряды)	Пояснения
1	2	3	4	5
0	<i>СЧП</i>	00000000	11100011	Обнуление старших разрядов СЧП
1	$[-A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 01001100 00100110	11100011 0 111000 1	Вычитание множимого из СЧП Сдвиг СЧП и множителя вправо
2	<i>СЧП</i> →	00010011	00 111000 0	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
3	$[A]_{\text{доп}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>10110100</u> 11000111 11100011	00 111000 100 11100 0	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
4	<i>СЧП</i> →	11110001	1100 1110 0	Сдвиг СЧП и множителя вправо
5	<i>СЧП</i> →	11111000	11100 11 1	Сдвиг СЧП и множителя вправо
6	$[-A]_{\text{пр}}$ <i>СЧП</i> <i>СЧП</i> →	<u>01001100</u> 01000100 00100010	11100 111 011100 1 1	Сложение СЧП с множимым Сдвиг СЧП и множителя вправо
7	<i>СЧП</i> →	00010001	0011100 1 1	Сдвиг СЧП и множителя вправо
8	<i>СЧП</i> →	00001000	10011100	Сдвиг СЧП и множителя вправо

Полученный результат положителен и представлен в прямом коде:

$$[C]_{\text{пр}} = [A]_{\text{доп}} \times [B]_{\text{доп}} = (0.000100010011100)_2 = (2204)_{10}$$