



Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Направление подготовки: 09.03.04 – Системное и прикладное программное обеспечение

Дисциплина «Основы дискретной математики (базовый уровень)»

### **Отчёт по домашней работе №4**

Вариант №59

Выполнил

Галак Екатерина Анатольевна

P3115

Проверил

Поляков Владимир Иванович

Санкт – Петербург, 2024

## Задание 4

### Умножение чисел с фиксированной точкой

#### Вариант №59

| A  | B  |
|----|----|
| 76 | 45 |

#### 1. Умножение в дополнительных кодах с применением коррекции.

**A = 76; B = 45.**

$[+A]_{\text{пр}} = 0.1001100$ ;  $[-A]_{\text{доп}} = 1.0110100$ .

$[+B]_{\text{пр}} = 0.0101101$ ;  $[-B]_{\text{доп}} = 1.1010011$ .

а)  $A > 0, B > 0$

$[+A]_{\text{пр}} = 0.1001100$ ;  $[+B]_{\text{пр}} = 0.0101101$ .

| № | Операнды и действия               | СЧП (старшие)                           | Множитель и СЧП (младшие разряды) | Пояснения   |
|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 1 | 2                                 | 3                                       | 4                                 | 5   |
| 0 | СЧП                               | 00000000                                | 00101101                          | Обнуление старших разрядов СЧП                          |
| 1 | $[A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01001100<br>00100110 | 00101101<br>0 0010110             | Сложение СЧП с множимым<br>Сдвиг СЧП и множителя вправо |
| 2 | СЧП →                             | 00010011                                | 00 001011                         | Сдвиг СЧП и множителя вправо                            |
| 3 | $[A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01011111<br>00101111 | 00 001011<br>100 00101            | Сложение СЧП с множимым<br>Сдвиг СЧП и множителя вправо |
| 4 | $[A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01111011<br>00111101 | 100 00101<br>1100 0010            | Сложение СЧП с множимым<br>Сдвиг СЧП и множителя вправо |
| 5 | СЧП →                             | 00011110                                | 11100 001                         | Сдвиг СЧП и множителя вправо                            |
| 6 | $[A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01101010<br>00110101 | 11100 001<br>011100 00            | Сложение СЧП с множимым<br>Сдвиг СЧП и множителя вправо |
| 7 | СЧП →                             | 00011010                                | 1011100 0                         | Сдвиг СЧП и множителя вправо                            |
| 8 | СЧП →                             | 00001101                                | 01011100                          | Сдвиг СЧП и множителя вправо                            |

Полученный результат положителен и представлен в прямом коде:

$$[C]_{\text{пр}} = [A]_{\text{пр}} \times [B]_{\text{пр}} = (0.000110101011100)_2 = (3420)_{10}.$$

б)  $A < 0, B > 0$

$[-A]_{\text{доп}} = 1.0110100$ ;  $[+B]_{\text{пр}} = 0.0101101$

| № | Операнды и действия                | СЧП (старшие)                           | Множитель и СЧП (младшие разряды) | Пояснения   |
|---|------------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 1 | 2                                  | 3                                       | 4                                 | 5   |
| 0 | СЧП                                | 00000000                                | 00101101                          | Обнуление старших разрядов СЧП  |
| 1 | [A] <sub>доп</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10110100<br>11011010 | <br> 00101101<br>0 0010110        | Сложение СЧП с множимым<br>Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 2 | СЧП →                              | 11101101                                | 00 001011                         | Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                            |
| 3 | [A] <sub>доп</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10100001<br>11010000 | <br>00 001011<br>100 00101        | Сложение СЧП с множимым<br>Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 4 | [A] <sub>доп</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10000100<br>11000010 | <br>100 00101<br>0100 0010        | Сложение СЧП с множимым<br>Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 5 | СЧП →                              | 11100001                                | 00100 001                         | Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                            |
| 6 | [A] <sub>доп</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10010101<br>11001010 | <br>00100 001<br>100100 00        | Сложение СЧП с множимым<br>Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 7 | СЧП →                              | 11100101                                | 0100100 0                         | Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                            |
| 8 | СЧП →                              | 11110010                                | 10100100                          | Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                            |

Полученный результат отрицателен и представлен в дополнительном коде:

$$[C]_{\text{доп}} = [A]_{\text{доп}} \times [B]_{\text{пр}} = 1.111001010100100.$$

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

$$[C]_{\text{пр}} = (1.000110101011100)_2 = (-3420)_{10}$$

в)  $A > 0$ ,  $B < 0$

$$[+A]_{\text{пр}} = 0.1001100; [-B]_{\text{доп}} = 1.1010011.$$

| № | Операнды и действия               | СЧП (старшие)                           | Множитель и СЧП (младшие разряды) | Пояснения   |
|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 1 | 2                                 | 3                                       | 4                                 | 5   |
| 0 | СЧП                               | 00000000                                | 11010011                          | Обнуление старших разрядов СЧП                          |
| 1 | [A] <sub>пр</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01001100<br>00100110 | <br>11010011<br>0 1101001         | Сложение СЧП с множимым<br>Сдвиг СЧП и множителя вправо |
| 2 | [A] <sub>пр</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01110010<br>00111001 | <br>0 1101001<br>00 110100        | Сложение СЧП с множимым<br>Сдвиг СЧП и множителя вправо |
| 3 | СЧП →                             | 00011100                                | 100 11010                         | Сдвиг СЧП и множителя вправо                            |

|   |                                   |   |                                |   |
|---|-----------------------------------|---|--------------------------------|---|
| 4 | СЧП →                             | 00001110                                | 0100 110 <b>1</b>              | Сдвиг СЧП и множителя вправо  |
| 5 | [A] <sub>пр</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01011010<br>00101101 | 0100 1101<br>00100 11 <b>0</b> | Сложение СЧП с множимым<br>Сдвиг СЧП и множителя вправо                           |
| 6 | СЧП →                             | 00010110                                | 100100 1 <b>1</b>              | Сдвиг СЧП и множителя вправо  |
| 7 | [A] <sub>пр</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01100010<br>00110001 | 100100 11<br>0100100  <b>1</b> | Сложение СЧП с множимым<br>Сдвиг СЧП и множителя вправо                           |
| 8 | [A] <sub>пр</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01111101<br>00111110 | 0100100 1<br>10100100          | Сложение СЧП с множимым<br>Сдвиг СЧП и множителя вправо                           |
| 9 | [-A] <sub>доп</sub><br>СЧП        | <u>10110100</u><br>11110010             | 10100100                       | Коррекция результата: сложение<br>старших разрядов СЧП с дополнением<br>множимого |

Полученный результат отрицателен и представлен в дополнительном коде:

$$[C]_{\text{доп}} = [A]_{\text{пр}} \times [B]_{\text{доп}} = (1.111001010100100)_2$$

$$[C]_{\text{пр}} = (1.000110101011100)_2 = (-3420)_{10}$$

г)  $A < 0, B < 0$

$$[-A]_{\text{доп}} = 1.0110100; [-B]_{\text{доп}} = 1.1010011.$$

| № | Операнды<br>и<br>действия          | СЧП<br>(старшие)                        | Множитель и<br>СЧП (младшие<br>разряды) | Пояснения   |
|---|------------------------------------|---|---|---|
| 1 | 2                                  | 3                                       | 4                                       | 5   |
| 0 | СЧП                                | 00000000                                | 1101001 <b>1</b>                        | Обнуление старших разрядов СЧП  |
| 1 | [A] <sub>доп</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10110100<br>11011010 | 11010011<br>0 110100 <b>1</b>           | Сложение СЧП с множимым<br>Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 2 | [A] <sub>доп</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10001110<br>11000111 | 0 1101001<br>00 11010 <b>0</b>          | Сложение СЧП с множимым<br>Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 3 | СЧП →                              | 11100011                                | 100 1101 <b>0</b>                       | Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                            |
| 4 | СЧП →                              | 11110001                                | 1100 110 <b>1</b>                       | Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                            |
| 5 | [A] <sub>доп</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10100101<br>11010010 | 1100 1101<br>11100 11 <b>0</b>          | Сложение СЧП с множимым<br>Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 6 | СЧП →                              | 11101001                                | 011100 1 <b>1</b>                       | Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                            |
| 7 | [A] <sub>доп</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10011101<br>11001110 | 011100 11<br>1011100  <b>1</b>          | Сложение СЧП с множимым<br>Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 8 | [A] <sub>доп</sub><br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10000010<br>11000001 | 1011100 1<br>01011100                   | Сложение СЧП с множимым<br>Модифицированный сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |

|   |                            |                             |          |   |
|---|----------------------------|-----------------------------|----------|---|
| 9 | $[-A]_{\text{доп}}$<br>СЧП | <u>01001100</u><br>00001101 | 01011100 | Коррекция результата: сложение старших разрядов СЧП с дополнением множимого |
|---|----------------------------|-----------------------------|----------|---|

Полученный результат положителен и представлен в прямом коде:

$$[C]_{\text{пр}} = [A]_{\text{доп}} \times [B]_{\text{доп}} = (0.000110101011100)_2 = (3420)_{10}$$

## 2. Умножение в дополнительных кодах без коррекции.

**A = 76; B = 45.**

Представление операндов в разрядной сетке:

$$[+A]_{\text{пр}} = 0.1001100; [-A]_{\text{доп}} = 1.0110100.$$

$$[+B]_{\text{пр}} = 0.0101101; [-B]_{\text{доп}} = 1.1010011.$$

а) Оба операнда положительные ( $A > 0, B > 0$ ):

$$[+A]_{\text{пр}} = 0.1001100; [+B]_{\text{пр}} = 0.0101101.$$

| № | Операнды и действия                 | СЧП (старшие)                           | Множитель и СЧП (младшие разряды) | Пояснения  |
|---|-------------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| 1 | 2                                   | 3                                       | 4                                 | 5  |
| 0 | СЧП                                 | 00000000                                | 00101101                          | Обнуление старших разрядов СЧП   |
| 1 | $[-A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10110100<br>11011010 | 00101101<br>0 0010110             | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 2 | $[A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП →   | <u>01001100</u><br>00100110<br>00010011 | 0 0010110<br>00 001011            | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 3 | $[-A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>11000111<br>11100011 | 00 001011<br>100 00101            | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 4 | СЧП →                               | 11110001                                | 1100 0010                         | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |
| 5 | $[A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП →   | <u>01001100</u><br>00111101<br>00011110 | 1100 0010<br>11100 001            | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 6 | $[-A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>11010010<br>11101001 | 11100 001<br>011100 00            | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 7 | $[A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП →   | <u>01001100</u><br>00110101<br>00011010 | 011100 00<br>1011100 0            | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 8 | СЧП →                               | 00001101                                | 01011100                          | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |

Полученный результат положителен и представлен в прямом коде:

$$[C]_{\text{пр}} = [A]_{\text{пр}} \times [B]_{\text{пр}} = (0.000110101011100)_2 = (3420)_{10}$$

б) Оба операнда отрицательные ( $A < 0$ ,  $B < 0$ ):

$$[-A]_{\text{доп}} = 1.0110100; [-B]_{\text{доп}} = 1.1010011.$$

| № | Операнды и действия                | СЧП (старшие)                           | Множитель и СЧП (младшие разряды) | Пояснения  |
|---|------------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| 1 | 2                                  | 3                                       | 4                                 | 5  |
| 0 | СЧП                                | 00000000                                | 00101101                          | Обнуление старших разрядов СЧП   |
| 1 | $[-A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01001100<br>00100110 | <br>00101101<br>0 0010110         | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 2 | $[A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>11011010<br>11101101 | <br>0 0010110<br>00 001011        | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 3 | $[-A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>00111001<br>00011100 | <br>00 001011<br>100 00101        | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 4 | СЧП →                              | 00001110                                | 0100 0010                         | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |
| 5 | $[A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>11000010<br>11100001 | <br>0100 0010<br>00100 001        | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 6 | $[-A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>00101101<br>00010110 | <br>00100 001<br>100100 00        | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 7 | $[A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>11001010<br>11100101 | <br>100100 00<br>0100100 0        | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 8 | СЧП →                              | 11110010                                | 10100100                          | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |

Полученный результат отрицателен и представлен в дополнительном коде:

$$[C]_{\text{доп}} = [A]_{\text{доп}} \times [B]_{\text{пр}} = 1.111001010100100$$

$$[C]_{\text{пр}} = (1.000110101011100)_2 = (-3420)_{10}$$

в)  $A > 0$ ,  $B < 0$

$$[+A]_{\text{пр}} = 0.1001100; [-B]_{\text{доп}} = 1.1010011.$$

| № | Операнды и действия | СЧП (старшие) | Множитель и СЧП (младшие разряды) | Пояснения                      |
|---|---------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 2                   | 3             | 4                                 | 5                              |
| 0 | СЧП                 | 00000000      | 11010011                          | Обнуление старших разрядов СЧП |

|   |                                     |   |                                |  |
|---|-------------------------------------|---|--------------------------------|--|
| 1 | $[-A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>10110100<br>11011010 | 11010011<br>0 110100 <b>1</b>  | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 2 | СЧП →                               | 11101101                                | 00 11010 <b>0</b>              | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |
| 3 | $[A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП →   | <u>01001100</u><br>00111001<br>00011100 | 00 110100<br>100 1101 <b>0</b> | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 4 | СЧП →                               | 00001110                                | 0100 110 <b>1</b>              | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |
| 5 | $[-A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>11000010<br>11100001 | 0100 1101<br>00100 11 <b>0</b> | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 6 | $[A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП →   | <u>01001100</u><br>00101101<br>00010110 | 00100 110<br>100100 1 <b>1</b> | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 7 | $[-A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>11001010<br>11100101 | 100100 11<br>0100100  <b>1</b> | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 8 | СЧП →                               | 11110010                                | 10100100                       | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |

Полученный результат отрицателен и представлен в дополнительном коде:

$$[C]_{\text{доп}} = [A]_{\text{пр}} \times [B]_{\text{доп}} = (1.111001010100100)_2$$

$$[C]_{\text{пр}} = (1.000110101011100)_2 = (-3420)_{10}$$

г)  $A < 0$ ,  $B > 0$

$$[-A]_{\text{доп}} = 1.0110100; [+B]_{\text{пр}} = 0.0101101$$

| № | Операнды<br>и<br>действия          | СЧП<br>(старшие)                        | Множитель и<br>СЧП (младшие<br>разряды) | Пояснения  |
|---|------------------------------------|---|---|--|
| 1 | 2                                  | 3                                       | 4                                       | 5  |
| 0 | СЧП                                | 00000000                                | 11010011                                | Обнуление старших разрядов СЧП   |
| 1 | $[-A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>01001100<br>00100110 | 11010011<br>0 110100 <b>1</b>           | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 2 | СЧП →                              | 00010011                                | 00 11010 <b>0</b>                       | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |
| 3 | $[A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>10110100</u><br>11000111<br>11100011 | 00 110100<br>100 1101 <b>0</b>          | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 4 | СЧП →                              | 11110001                                | 1100 110 <b>1</b>                       | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |
| 5 | $[-A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП → | <u>01001100</u><br>00111101<br>00011110 | 1100 1101<br>11100 11 <b>0</b>          | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |

|   |  |   |                        |  |
|---|--|---|------------------------|--|
| 6 | $[A]_{\text{доп}}$<br>СЧП<br>СЧП $\rightarrow$ | <u>10110100</u><br>11010010<br>11101001 | 11100 110<br>011100 11 | Сложение СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо  |
| 7 | $[-A]_{\text{пр}}$<br>СЧП<br>СЧП $\rightarrow$ | <u>01001100</u><br>00110101<br>00011010 | 011100 11<br>1011100 1 | Вычитание СЧП с множимым<br>Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо |
| 8 | СЧП $\rightarrow$                              | 00001101                                | 01011100               | Арифметический сдвиг СЧП и<br>множителя вправо                             |

Полученный результат положителен и представлен в прямом коде:

$$[C]_{\text{пр}} = [A]_{\text{доп}} \times [B]_{\text{доп}} = (0.000110101011100)_2 = (3420)_{10}$$