



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_\_ Информатика и системы управления  
КАФЕДРА \_\_\_\_\_ Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии

## **ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1**

Название предмета: Типы и структуры данных

Студент: Мицевич Максим Дмитриевич

Группа: ИУ7-31Б

2020г.

## Содержание

1. Описание условия задачи.....	3
2. Техническое задание.....	4
3. Описание внутренних структур данных.....	6
4. Описание алгоритма.....	8
5. Тесты.....	9
6. Выводы.....	11
7. Ответы на вопросы.....	12

## **I. Описание условия задачи**

Смоделировать операцию умножения действительного числа в форме  $\pm m.n \text{ E } \pm K$ , где суммарная длина мантииссы ( $m+n$ ) - до 30 значащих цифр, а величина порядка  $K$  - до 5 цифр, на целое число длиной до 30 десятичных цифр. Результат выдать в форме  $\pm 0.m1 \text{ E } \pm K1$ , где  $m1$  - до 30 значащих цифр, а  $K1$  - до 5 цифр

## **II. Техническое задание**

### **1. Описание исходных данных**

Все данные вводятся строками. Вводятся мантисса вещественного числа, порядок вещественного числа, целое число.

#### Формат ввода:

Для ввода действительного числа требуется отдельно ввести мантиссу и экспоненту. При вводе мантиссы не разрешается использовать символы, кроме цифр, знаков плюс и минус и точки. Примеры ввода мантиссы: 1.234, .01, -.2, 123., 123. Экспонента вводится как число из 5 или меньше цифр со знаком или без него. Если знак не указан, то автоматически вводимое число считается положительным. Целое число вводится как число из 30 или меньше цифр со знаком или без него. Если знак не указан, то число считается положительным.

#### Ограничения:

- длина целого числа больше 0 и не превышает 30;
- длина мантиссы вещественного числа больше 0 и не превышает 30;
- порядок вещественных чисел находится в диапазоне: [-99999; 99999];

### **2. Описание результата программы**

При корректных данных будет выдан результат умножения двух введённых чисел. В ином случае будет выдано сообщение об ошибке и подсказки о правильном формате ввода данных.

#### Формат вывода:

<знак>0.<мантисса>e<знак порядка><порядок>

При этом знак у порядка и у мантиссы выводится только тогда, когда число отрицательное.

#### Ограничения:

- длина мантиссы результата не превышает 30. Если результат деления не может быть записан в 30 значащих цифр, то он округляется;
- порядок результата находится в диапазоне: [-99999; 99999]. Если порядок результата превышает максимальное значение, выводится слово “inf”. Если порядок результата меньше минимального значения, выводится “0”.

### **3. Описание задачи, реализуемой программой**

Программа выполняет умножение вещественного числа на целое с учётом ограничений, описанных выше. Результат умножения нормализуется и выводится строго в указанном выше формате. При некорректных данных или переполнении экспоненты выводится сообщение об ошибке или переполнении.

#### **4. *Способ обращения к программе***

Обращение к программе происходит с помощью стандартных потоков ввода и вывода.

#### **5. *Описание возможных аварийных ситуаций и ошибок пользователя***

- входные данные выходят за рамки ограничений;
- в входных данных используются некорректные символы;
- выходные данные выходят за рамки ограничений
- переполнение порядка вещественного числа

Во всех указанных случаях программа завершится корректно и сообщит об ошибке.

### III. Описание внутренних структур данных

Для ввода, хранения и вывода данных было организовано 2 структуры данных:

Представление вещественного числа организовано структурой, в качестве полей которой выступают:

1. знак мантииссы, который кодируется целым числом (1 - «-», 0 - «+»);
2. мантиисса как массив 30 целых чисел;
3. индекс первой значащий цифры в мантииссе;
4. порядок мантииссы, используется при вводе числа и фактически отвечает за позицию точки;
5. порядок числа.

Описание структуры на языке C выглядит следующим образом:

```
typedef struct
{
    int mantissa_sign;
    int mantissa[MANTISSA_LEN];
    int mean_start;
    int mantissa_exp;
    int exp;
}long_float_t;
```

Представление целого числа организовано структурой, в качестве полей которой выступают:

1. знак мантииссы, который кодируется целым числом (1 - «-», 0 - «+»);
2. мантиисса как массив 30 целых чисел;
3. индекс первой значащий цифры в мантииссе;

Описание структуры на языке C выглядит следующим образом:

```
typedef struct
{
    int sign;
    int mantissa[INT_LEN];
    int mean_start;
}long_integer_t;
```

Еще было создано две структуры для операции умножения действительного на целое:

Представление числа, полученного в результате умножения вещественного на цифру организовано структурой, в качестве полей которой выступают:

1. знак мантииссы, который кодируется целым числом (1 - «-», 0 - «+»);
2. мантиисса как массив 31 целого числа;

3. индекс первой значащей цифры в мантиссе;
4. порядок числа.

Описание структуры на языке C выглядит следующим образом:

```
typedef struct
{
    int mantissa_sign;
    int mantissa[DIGIT_MLT_LEN];
    int mean_start;
    int exp;
} digit_mlt_t;
```

Представление числа, полученного в результате умножения вещественного на целое число структурой, в качестве полей которой выступают:

1. знак мантиссы, который кодируется целым числом (1 - «-», 0 - «+»);
2. мантисса как массив 61 целого числа;
3. индекс первой значащей цифры в мантиссе;
4. порядок числа.

Описание структуры на языке C выглядит следующим образом:

```
typedef struct
{
    int mantissa_sign;
    int mantissa[RES_MLT_LEN];
    int mean_start;
    int exp;
} mlt_res_t;
```

#### **IV. Описание алгоритма**

1. Производится посимвольное чтение данных, введенных пользователем, в массив символов. Данные обрабатываются и помещаются в структуры для действительных и целых чисел.
2. Производится умножение вещественного числа на целое в столбик:
  - Создается структура результата умножения и обнуляются ее поля.
  - В цикле читаются с конца цифры целого числа.
  - Каждое число умножается в столбик на действительное число.
  - Полученная структура результата умножения на цифру прибавляется в столбик к переменной результата умножения.
3. Производится перевод числа из структуры результата умножения в структуру для хранения действительного (при необходимости происходит округление мантиссы)
4. Производится вывод числа на экран. Перед этим убираются все незначащие нули и нормализуется число.



## V. Тестирование

### Позитивные тесты:

Входные данные (мантисса, порядок, целое)	Описание теста	Результат
.1020 2 9	Незначащий ноль в мантиссе	0.918e2
-646.1 -20 22	Умножения отрицательного числа на положительное	-0.142142e-15
99999999999999999999 9999999999 10 2	Округление всех разрядов мантиссы	0.2e41
123 10 0	Умножение на ноль	0.e0
-.01 0 -1	Умножение отрицательного числа на отрицательное	0.01e0
1 99998 1	Результат с максимальным значением порядка	0.1e99999
0.1 -99999 1	Результат с минимальным значением порядка	0.1e-99999

### Негативные тесты:

Входные данные (мантисса, порядок, целое)	Описание теста	Результат
	Пустой ввод мантиссы	Wrong mantissa. Mantissa examples: 1.234; .01; -.2; 123.; 123
.102 10 99999999999999999999 999999999999	Количество цифр в целом превышает допустимое значение	Wrong integer. Integer examples: 0; 10; -12
10. 11e-8	Неправильный формат ввода экспоненты	Wrong exponent. Exponent examples: 0; 10; - 12;
1,5	Неправильный формат ввода мантиссы	Wrong mantissa. Mantissa examples: 1.234; .01; -.2; 123.; 123
1 99999 1	При умножении произошло переполнение (степень результата превысила максимальное значение)	inf

.01 -99999 1	При умножении получили машинный ноль (степень результата оказалась меньше минимального значения)	0
1 100000	Превышение допустимого порядка вещественного числа	Wrong exponent. Exponent examples: 0; 10; -12;

## **VI. Выводы по проделанной работе**

В результате работы удалось создать структуры данных для умножения вещественного числа на целое, которые нельзя представить стандартными типами.

## **VII. Ответы на вопросы**

1. Если под представление мантиссы отводится 52 разряда, а под порядок 16 разрядов, то диапазон возможных значений от  $3.6e-4951$  до  $1.1e4932$ . Для целых чисел диапазон  $[0..2^{64}-1]$
2. Точность числа определяется количеством разрядов в мантиссе. Максимально под представление мантиссы отводится 52 двоичных разряда (16 десятичных).
3. Сложение, вычитание, умножение, деление, сравнение.
4. В таком случае можно создавать свои типы. К примеру, хранить мантиссу в массиве чисел, а экспоненту хранить целым числом.
5. Осуществлять операции с числами, выходящими за рамки машинного представления можно с помощью хранения этих чисел способом, указанном в пункте 4 и при помощи специально написанных функций для этих типов.