



**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

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1 **«ДЛИННАЯ АРИФМЕТИКА»**

Студент

Кладницкий А. Б.

Преподаватель

Силантьева А. В.

Группа

ИУ7 – 32Б

2022 г.

1. Описание условия задачи

Смоделировать операцию деления действительного числа в форме $\pm m.n E \pm K$, где суммарная длина мантиссы ($m+n$) - до 30 значащих цифр, а величина порядка K - до 5 цифр, на целое число длиной до 30 десятичных цифр. Результат выдать в форме $\pm 0.m_1 E \pm K_1$, где m_1 - до 30 значащих цифр, а K_1 - до 5 цифр.

Знак указывается только для отрицательных значений. Для действительного числа обязательно наличие экспоненты. Символ экспоненты должен быть отделен пробелами с двух сторон.

2. ТЗ

1. Исходные данные:

- Две строки.
- В первой содержится вещественное число в формате $\pm m.n E \pm K$. Из знаков допустим только знак „-“. Знак экспоненты должен быть введен только один раз в любом регистре. Точка может быть введена не более одного раза. $m+n \leq 30$ цифр, $-99999 \leq K \leq 99999$
- Во второй строке содержится целое число в формате $\pm K_1$, $K_1 \leq 30$ цифр. Из знаков допустим только знак „-“. Символы, кроме цифр и „-“, запрещены.

2. Результирующие данные:

- Вещественное число в формате $\pm 0.m_1 E \pm K_1$, $m_1 \leq 30$ цифр, $-99999 \leq K_1 \leq 99999$

3. Задача программы:

- Деление вещественного длинного числа на целое длинное

4. Способ обращения к программе:

- Запуск через терминал (./app.exe)

5. Возможные ошибки:

- Ошибки ввода: неверный формат. Несоответствие вводимого числа спецификации.
- Ошибка вывода. Переполнение экспоненты в ходе выполнения программы.

3. Описание внутренних структур данных

В программе используются две структуры:

```
struct big_float
{
    char sign_m;
    char mantissa[MANTISSA_LEN + 1];
    char point_pos;
    int exponent;
};
```

Где MANTISSA_LEN (= 30) - макроподстановка

```
struct big_int
{
    char sign;
    char number[NUMBER_LEN + 1];
};
```

Где NUMBER_LEN (= 30) - макроподстановка

Такие структуры были выбраны для наиболее компактного хранения в памяти. Тип char был использован для хранения также и числовой информации из-за малого размера в сравнении с другими (1 байт), поэтому с его помощью были сохранены поля для знаков и положение точки (для действительных чисел).

4. Алгоритм

1. Считывание строк, содержащих длинные числа
2. Обработка строк, формирование структур
3. Процедура деления “в столбик”
4. Заранее проводится расчет знака частного, делимое и делитель приводятся к положительным значениям.
5. Делимое приводится в такой формат, что вся его мантисса располагается перед запятой (при этом экспонента меняется)
6. Заводятся два буфера, один для результата, другой для работы. Поочередно считывается символ из мантиссы в рабочий буфер до тех пор, пока длинное целое от этого значения меньше делителя. Как только мантисса “кончилась”, если не достигнута нужная точность, дальше добавляются нули.
7. Выполняются две операции: целочисленное деление и взятие остатка. Остаток перезаписывает рабочий буфер, а результат

деления дописывается в буфер результата. Операции основаны на операциях сложения и вычитания.

8. При достижении точки в делимом, сохраняется позиция точки для частного.
9. По достижении заданной точности, переопределяются поля делимого.
10. Производится нормализация и вывод полученного результата, если это возможно.

5. Набор тестов

Негативные тесты:

	Описание	Вещ. число	Цел. число	Результат
1.	Пустой ввод	-	-	Input error
2.	Некорректный ввод (действ.): неизвестные символы	wgvbvjkr	12567	Wrong format: Unknown symbol or wrong position
3.	Некорректный ввод (действ.): знак “+”	+1456 e 5	6578	Wrong format: Unknown symbol or wrong position
4.	Некорректный ввод (действ.): два минуса	--546 e 567	5678	Wrong format: Unknown symbol or wrong position
5.	Некорректный ввод (действ.): две точки	234.235.325 e 5	5467	Wrong format: find two points
6.	Некорректный ввод (действ.): две экспоненты	456789.678 e 567 e 6789	789	Wrong format: find two exponents
7.	Некорректный ввод (действ.): нет экспоненты	345.5467	546	Wrong format: can't find exponent
8.	Некорректный ввод (действ.): точка в экспоненциальной части	415.256 e 5267.3567	9802	Wrong format: Unknown symbol or wrong position
9.	Некорректный ввод (действ.): слишком длинная мантисса	1...1 e 34567 (40 цифр)	5167	Wrong format: too long value of mantissa
10.	Некорректный ввод (действ.): слишком длинная экспонента	3456.2567 e 5678945678	364789	Too long exponent; can't print number
11.	Некорректный ввод (целое): неизвестные символы	4156.256 e 5	tfgyh	Wrong format: Unknown symbol or wrong position
12.	Некорректный ввод (целое): знак “+”	4156.256 e 5	+256478	Wrong format: Unknown symbol or wrong position
13.	Некорректный ввод (целое): два минуса	4156.256 e 5	-635-89887678	Wrong format: Unknown symbol or wrong position

14.	Некорректный ввод (целое): слишком длинное число	4156.256 e 5	1..1 (40 цифр)	Wrong format: too long number
15.	Ошибка вычисления: деление на 0	4156.256 e 5	0	Can't divide these numbers
16.	Ошибка вывода: переполнение экспоненты	1 e -99999	100	Too long exponent; can't print number

Позитивные тесты:

	Описание	Вещ. число	Цел. число	Результат
1.	Положительные числа, деление на 1	0.1 e 100	1	0.1 E 100
2.	Положительные числа, деление на 100	1.123 e 100	100	0.1123 E 99
3.	Отрицательные числа	-0.15678 e 54	-2	0.7839 E 53
4.	Числа разных знаков	567.6738 e 34	-3	-0.1892246 E 37
5.	Максимально возможная экспонента (99999)	0.12345 e 99999	12345	0.1 E 99995
6.	Максимально возможная мантисса (30 знаков)	1234567890... e 0 (3 раза)	1234567890	0.10000000001000000 0001 E 21
7.	Максимально возможная мантисса, максимально возможное целое число	1234567890... e 0 (3 раза)	1234567890... (3 раза)	0.1 E 124

6. Вывод

Многу были реализованы структуры для хранения длинных целых и длинных действительных чисел и функции для работы с ними, в том числе деление.

Научился обрабатывать целые и действительные числа, превышающие стандартные диапазоны значений: реализация основывается на массиве символов и поэлементным операциях над ним. В основе алгоритма деления лежит алгоритм деления “в столбик”.

7. Контрольные вопросы

1. Каков возможный диапазон чисел, представляемых в ПК? Для 64-разрядных процессоров максимальный диапазон это $[0; 2^{64} - 1]$ для беззнаковых целых типов и $[-2^{63}; 2^{63} - 1]$ для знаковых целых.
2. Какова возможная точность представления чисел, чем она определяется? Точность зависит от выделенного под мантиссу объема памяти. Максимально под представление мантиссы отводится 52 разряда, а под представление порядка – 11 разрядов, еще один разряд отводится под знак. Таким образом, размер вещественного числа не превосходит 64 бит.
3. Какие стандартные операции возможны над числами? Сложение, вычитание, умножение, деление.
4. Какой тип данных может выбрать программист, если обрабатываемые числа превышают возможный диапазон представления чисел в ПК? Такой тип программист должен реализовать сам. Например, можно сохранить длинные числа в виде массива символов или разбить на несколько “обычных” чисел.
5. Как можно осуществить операции над числами, выходящими за рамки машинного представления? Такие операции реализуются программистом самостоятельно. Так, для массива символов реализуются операции по его обработке поэлементно и т.д.