



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 ПО ДИСЦИПЛИНЕ: ТИПЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ Длинная арифметика

Студент _____ Палладий Е.И.

Группа _____ ИУ7-31Б

Название предприятия: НУК ИУ МГТУ им. Н. Э. Баумана

Студент	_____ Палладий Е.И.
Преподаватель	_____ Барышникова М.Ю.

2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Описание условия задачи	2
2	Техническое задание	3
	2.1. Исходные данные	3
	2.2. Описание задачи, реализуемой программой	3
	2.3. Способ обращения к программе	3
	2.4. Описание аварийных случаев	3
3	Описание структуры данных	5
4	Описание алгоритма	6
5	Тестовые данные	7
6	Ответы на вопросы	9
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	10

1 Описание условия задачи

Смоделировать операцию деления целого числа длиной до 40 десятичных цифр на действительное число в форме $\pm m.n \text{ E } K$, где суммарная длина мантиссы ($m+n$) - до 40 значащих цифр, а величина порядка K - до 5 цифр. Результат выдать в форме $\pm 0.m1 \text{ E } \pm K1$, где $m1$ - до 40 значащих цифр, а $K1$ - до 5 цифр.

2 Техническое задание

2.1. Исходные данные

На вход программе подаются два числа, целое и действительное, каждое из которых записано на отдельной строке.

Формат целого числа: $[+ -][0-9]^+$. Количество значащих цифр не более 40.

Формат вещественного числа: $[+ -]?(0.[0-9]^*)E[+ -]?([0-9]^*)$. Количество значащих цифр не более 40, количество цифр в порядке не более 5

При корректно введенных данных и существовании ответа будет выведено число в формате: $[+ -]?(0.[0-9]^*)E[+ -]?([0-9]^*)$. Количество значащих цифр не более 40, количество цифр в порядке не более 5

При некорректно введенных данных будет выведено сообщение об ошибке. При слишком большом числе в ответе будет выведено «Достигнута машинная бесконечность» При слишком маленьком числе в ответе будет выведено: «Достигнут машинный ноль»

2.2. Описание задачи, реализуемой программой

Деление целого числа на действительное число

2.3. Способ обращения к программе

Запускается через терминал. Сначала вводится целое число, потом вещественное

2.4. Описание аварийных случаев

Аварийные случаи при вводе целого числа

1. Пустой ввод
2. Наличие посторонних символов
3. Наличие более одного знака $+ -$ или неправильное его положение
4. Количество значащих цифр больше 40

Аварийные случаи при вводе вещественного числа

1. Отсутствие значащих цифр
2. Отсутствие цифр в экспоненте
3. Наличие посторонних символов
4. Наличие двух точек или двух экспонент
5. Количество значащих цифр больше 40
6. Количество цифр в экспоненте больше 5

3 Описание структуры данных

Листинг 3.1 – Структура хранения длинного числа

```
1      typedef struct
2      {
3          char sign;
4          int mantissa[MANTISA_LEN];
5          int exponent;
6          size_t man_length;
7      } bdouble_t;
```

Объяснение полей:

1. sign - Знак числа (+ или -)
2. mantissa - Мантисса числа. Массив целых чисел, каждый элемент - одна цифра
3. exponent - Порядок числа
4. man_length - Количество значимых элементов в мантиссе

4 Описание алгоритма

1. Ввод чисел

- Проверка корректности введенных чисел
- Запись чисел в структуру или вывод сообщения об ошибке

2. Деление целого числа на вещественное

- Создается переменная `ans` типа `bdouble_t`, которая будет возвращена из функции. Происходит вычисление порядка: умножить на -1 экспоненту делителя и сложить с разностью экспоненты делимого и длины мантиссы делителя
- Начинается цикл с пост условием, пока не заполнено 40 цифр в мантиссе или делимое не равно 0
- Определяется длина неполного делимого и частное неполного делимого и делителя
- Находится вычитаемое для неполного делителя, за счет умножение делимого на частное
- В мантиссу записывается частное неполного делимого и делителя
- Из неполного делимого вычитается произведение делимого и частного
- Если уже заполнено 40 цифр в мантиссе или оставшееся число равно 0, то цикл деления завершается

3. Вывод результата деления

- Если делитель равен нулю, выводится сообщение о невозможности деления на ноль
- Если экспонента в результате больше 99999, выводится сообщение о достижении машинной бесконечности
- Если экспонента в результате меньше 99999, выводится сообщение о достижении машинного нуля
- Иначе выводится ответ в формате `[+-]?(0.[0-9]*)E[+-]?([0-9]*)`

5 Тестовые данные

Позитивные тесты

Тест	Целое число	Вещественное число	Вывод
Числа равны, обычная запись	123	123	+0.1E1
Числа равны экспоненциальная запись	123	1.23e2	+0.1E1
Есть ведущие нули	005	008.0	+0.625E0
Делимое равно 0	0	123	+0.0E+1
Делитель равен 0	123	0	Деление 0
Делимое больше делителя	12345678	12.3e3	+0.100371365 853658536585 365853658536 585365853E+4
Делитель больше делимого	123	4242.24e76	+0.289941163 159085766010 409594930979 859696763E-77
Делимое кратно делителю	144	12e0	+0.12E+2
Бесконечная дробь есть округления	5	0.0003e-1	+0.166666666 666666666666 666666666666 6666667E+6
Бесконечная дробь нет округления	5	.2e-3	+0.333333333 333333333333 333333333333 3333333E+668
40 цифр в делителе	31314	123456789012 345678901234 567890123456 7890e31	+0.253643402 282790620773 394649037891 3062448E-30
40 цифр в делимом	1234567890 1234567890 12345678901 234567890e31	4224e-3124	+0.292274595 199682004974 513655042905 9109588E+3160
40 цифр в делителе и делимом	1234567890 1234567890 1234567890 1234567890	1111111111 1111111111 1111111111 1111111111	+0.11111111 1011111111 1011111111 1011111111 01E+2
Машинный бесконечность	123	0.000001e-99999	Достигнута машинная бесконечность!
Машинный ноль	123	1e99999	Достигнут машинный ноль

Негативные тесты

Тест	Целое число	Вещественное число	Вывод
Нет значащих цифр в вещественном числе	123	.	Ошибка при вводе действительного числа
Две точки в вещественном числе	123	1.1.1	Ошибка при вводе действительного числа
Два знака +- в вещественном числе	123	+ -23e3	Ошибка при вводе действительного числа
Нет цифры после экспоненты	123	12.3e	Ошибка при вводе действительного числа
Нет цифры перед экспонентой	123	e3	Ошибка при вводе действительного числа
Символ перед экспонентой	123	12ke3	Ошибка при вводе действительного числа
Символ после экспоненты	123	12.3ek	Ошибка при вводе действительного числа
Две экспоненты	123	12.3e3e5	Ошибка при вводе действительного числа
Два знака +- после экспоненты		12.3e+ -3	Ошибка при вводе действительного числа
Пустой ввод		12ke3	Ошибка при вводе целого числа
Символ в числе	12k3	12.3ek	Ошибка при вводе целого числа
Ввод вещественного числа	123.12	12.3e3e5	Ошибка при вводе целого числа

6 Ответы на вопросы

1. Каков возможный диапазон чисел, представляемых в ПК?

Для 64-разрядных систем максимально возможное знаковое представление целого числа находится в отрезке $[-9223372036854775807; -9223372036854775806]$. Максимально возможное беззнаковое представление целого числа находится в отрезке $[0; 18\,446\,744\,073\,709\,551\,615]$ Для хранения вещественных чисел в 64-разрядных системах максимально под представление мантииссы отводится 52 разряда, а под представление порядка – 11 разрядов. В этом случае возможные значения чисел находятся в диапазоне в отрезке $[3.6E-4951; 1.1E+4932]$.

2. Какова возможная точность представления чисел, чем она определяется?

Точность представления чисел выражается в количестве памяти, выделенной под их хранение. Если рассматривать числа с плавающей точкой, то обычно для float отводится 4 байт, для double 8 байт, а для long double 16 байт. Память для хранения таких чисел распределяется на хранение знака, мантииссы и экспоненты. Соответственно, чем больше памяти выделено под мантииссу и экспоненту - тем более точными будут вычисления. Если же точности не хватает, программист должен сам реализовать хранение чисел с плавающей точкой

3. Какие стандартные операции возможны над числами?

Для любых чисел: сложение, вычитание, умножение, деление, сравнение
Дополнительные операции только для целых чисел: взятие остатка, побитовые сдвиги

3. Какой тип данных может выбрать программист, если обрабатываемые числа превышают возможный диапазон представления чисел в ПК?

Никакой из стандартных. В таких случаях программист должен написать свою структуру данных, которая будет покрывать необходимый для задачи диапазон значений.

4. Как можно осуществить операции над числами, выходящими за рамки машинного представления?

Необходимые операции программист должен реализовать сам, используя структуру для хранения длинного числа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения лабораторной работы я научился выполнять операцию деления двух длинных чисел: целое на вещественное. Это необходимо в тех случаях, когда очень важна точность операций, но встроенных в язык программирования C типов данных не хватает