

	<p>Министерство образования и науки 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)</p>
---	---

ФАКУЛЬТЕТ _____ Информатика и системы управления (ИУ)

КАФЕДРА _____ Программное обеспечение ЭВМ и информационные
технологии (ИУ7)

Отчет по лабораторной работе №1
“Длинная арифметика”

Студент, группа

Ивахненко Д., ИУ7-36Б

Описание условия задачи

Смоделировать операцию деления действительного числа в форме $+/-m.n E +/-K$, 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 $+/-0.m1 E K1$, где $m1$ - до 30 значащих цифр, а $K1$ - до 5 цифр.

Техническое задание

Входные данные:

1. **Делимое:** строка, содержащая вещественное число в виде $[+/-]m[n][e/E][+/-]K$. Суммарная длина мантиссы ($m+n$) - до 30 цифр (не считая точку), порядка K - до 5 цифр. Наличие точки, знака порядка, знака числа и знака экспоненты e/E необязательно.
2. **Делитель:** строка, содержащая целое число в виде $[+/-]m$, где m - до 30 цифр. Наличие знака перед числом не обязательно.

Выходные данные:

Результат деления: длинное число, нормализованное в виде $[-]0.ME[-]K$, где длина M - до 30 цифр, K - до 5.

Функция программы: деление действительного числа на целое.

Обращение к программе: запускается из терминала.

Аварийные ситуации:

1. Некорректный ввод строки с вещественным числом. На входе: строка, не удовлетворяющая условию записи вещественного числа, указанного в ТЗ. На выходе: сообщение об ошибке ввода вещественного числа.
2. Некорректный ввод строки с целым числом. На входе: строка, не удовлетворяющая условию записи целого числа, указанного в ТЗ. На выходе: сообщение об ошибке ввода целого числа.
3. Переполнение порядка. На входе: числа, в результате деления которых и нормализации результата к виду, указанному в ТЗ, возникает переполнение порядка (т.е. его модуль превышает 99999). На выходе: сообщение о переполнении экспоненты.
4. Деление на ноль. На входе: целое число (делитель), равное нулю. На выходе: сообщение об ошибке «деление на ноль».

Структуры данных

Для изначального хранения введенного числа используются именованные типы данных `lstr_t` и `lrstr_t`, которые представляет собой символьные массивы. Они описываются как:

```
#define LEN_INPUT_LONG 33
#define LEN_INPUT_LREAL 41

typedef char lstr_t[LEN_INPUT_LONG];
typedef char lrstr_t[LEN_INPUT_LREAL];
```

Для хранения мантиссы используется структура `mant_t`, которая состоит из целочисленного массива размером 31 байт и знака числа – 1 байт. Нулевой байт массива – ведущий ноль, использующийся для обнаружения переполнений при выполнении операции суммирования.

```
#define MANT_LEN 30

typedef struct
{
    int8_t sign;
    int8_t num[MANT_LEN + 1];
} mant_t;
```

Для хранения чисел используется структура `lreal_t`, которая состоит из мантиссы `mant_t` (описана выше) и экспоненты, представленной в виде 4-х байтного целого числа.

```
typedef struct
{
    mant_t mantissa;
    int32_t exp;
} lreal_t;
```

Алгоритм

1. На вход программе подаются две строки, содержащие вещественное и целое числа – делимое и делитель.
2. Данные строки записываются в символьные именованные типы данных `lstr_t` и `lrstr_t`.
3. Программа преобразует обе строки в структуру `lreal_t`. В результате преобразования выявляются ошибки формата числа.
4. В случае, если делитель оказывается равным нулю, пользователю выводится сообщение о невозможности деления на ноль.
5. Выполняется деление первого числа на второе методом «деления в столбик», при этом контролируется округление.
 1. Делимое и делитель помещены в массив в прямом порядке. От старшего разряда к младшему слева направо. Причем в нулевую ячейку массива помещен ноль, который помогает отследить переполнение. Начиная с первой ячейки после последней значащей цифры и до конца массива, записаны нули. (пример представления чисел 141 и 14: 141: 0141000..00, 14: 014000...00).
 2. Производится предварительное вычисление порядка, который получится в ответе.
 3. Сравниваются делимое и делитель. В случае, если делимое оказывается меньше делителя, корректируется порядок ответа – он уменьшается на единицу, а также происходит сдвиг делимого влево на 1 разряд (ведущий ноль в нулевой ячейке позволяет это сделать).
 4. Далее происходит непосредственно деление полученных чисел, которое продолжается до тех пор, пока кол-во разрядов числа в ответе не достигнет 31 (для последующего округления)
 - Путем временной накопительной переменной, а также операций сложения и вычитания подбирается текущий разряд ответа.
 - Происходит вычитание значения временной переменной из делимого. Результат записывается на место делимого.
 - Происходит сдвиг полученного в результате вычитания числа влево на 1 разряд.
 5. Выполняется округление ответа путем проверки лишнего 31-го разряда (см. предыдущий пункт) и, если необходимо, последующего инкрементирования числа, а также сдвига вправо полученного числа на 1 разряд.
6. Если результат деления корректен, он выводится пользователю в нормализованном виде в соответствии со спецификацией, указанной в ТЗ.

Тесты

#	Тип теста	Описание теста	Делимое (вещественное)	Делитель (целое)	Результат
1	Негативный	Некорректные символы в делимом	wqe	123	[Ошибка] Некорректное вещественное число.
2	Негативный	Некорректные символы в делителе	123e3	qwe	[Ошибка] Некорректное целое число.
3	Негативный	Ввод вещественного с несколькими точками	1.2.3	123	[Ошибка] Некорректное вещественное число.
4	Негативный	Ввод вещественного без указания порядка	123e	132	[Ошибка] Некорректное вещественное число.
5	Негативный	Ввод точки в экспоненте	123e10.5	321	[Ошибка] Некорректное вещественное число.
6	Негативный	Ввод запредельной экспоненты	123E100000	123	[Ошибка] Некорректное вещественное число.
7	Негативный	Ввод вещественного без указания мантиссы	E-123	123	[Ошибка] Некорректное вещественное число.
8	Негативный	Ввод вещественного вместо целого	123e5	123.5	[Ошибка] Некорректное целое число.
9	Негативный	Ввод запредельной мантиссы	11...1 (31 символ)	123	[Ошибка] Некорректное вещественное число.
10	Негативный	Ввод запредельного целого числа	123	11..1(31 символ)	[Ошибка] Некорректное целое число.
11	Негативный	Деление на ноль	1	0	[Ошибка] Деление на ноль не допустимо.
12	Негативный	Переполнение порядка	.1E-99999	10	[Ошибка] Произошло переполнение экспоненты.
13	Негативный	Ввод только точки в мантиссе	.E-15	1	[Ошибка] Некорректное вещественное число.
1	Позитивный	Деление целых	45	30	0.15E1
2	Позитивный	Деление целых	2000	4000	0.5E0
3	Позитивный	Деление вещественного на целое	0.20	40	0.5E-2
4	Позитивный	Округление	2	3	0.666..67E0
5	Позитивный	Округление	100	35	0.(285714)..14E1
6	Позитивный	Округление	999..99 (30 цифр)	2	0.5E30
7	Позитивный	Вводе делителя с ведущими нулями	10	0001	0.1E2
8	Позитивный	Ввод мантиссы делимого с ведущими нулями	000.01	1	0.1E-1
9	Позитивный	Ввод экспоненты делимого с ведущими нулями	1e0001	1	0.1E2

10	Позитивный	Деление нуля на число	0.0e7	0123456	0.E0
11	Позитивный	Предельный ввод целого	1	999.99 (30 цифр)	0.1E-29
12	Позитивный	Предельный ввод мантиссы вещественного числа	999..99(30 цифр)e0	999..99(30 цифр)	0.1E1
13	Позитивный	Предельный ввод экспоненты	0.1E+99999	1	0.1E99999
14	Позитивный	Предельный вывод экспоненты	1e-99999	10	0.1E-99999
15	Позитивный	Деление отрицательного на положительное	-1	1	-0.1E1
16	Позитивный	Деление положительного на отрицательное	1	-1	-0.1E1
17	Позитивный	Деление отрицательного на отрицательное	-1	-1	0.1E1
18	Позитивный	Ввод точки на первом месте	.1e0	1	0.1E0
19	Позитивный	Ввод точки на последнем месте	123.E-1	123	0.1E0

Контрольные вопросы

1. Каков возможный диапазон чисел, представляемых в ПК?

Возможный диапазон чисел зависит от их типа, размера выделенной для их хранения памяти, разрядности процессора. Для беззнакового целого числа выделяется 64 двоичных разряда, то есть его область значений $[0, 2^{64}-1]$ (`long long unsigned int`).

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

Точность представления вещественных чисел зависит от количества памяти, выделенной для хранения мантииссы. Для мантииссы типа `double` выделяется 52 бита, то есть мантиисса может принимать значения до 4 503 599 627 370 496.

3. Какие стандартные операции возможны над числами?

Стандартные операции над числами:

- сравнение,
- сложение,
- вычитание,
- умножение,
- деление,
- взятие остатка от деления.

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

Программист может выбрать массив разрядов для представления длинных чисел, а также структуру, в которую можно включить не только мантииссу числа, но и порядок со знаком.

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

Для этого можно использовать специальные библиотеки, а также самостоятельно разработанные решения.

Вывод

Выполнил лабораторную работу. При выполнении познакомился с представлением чисел в памяти компьютера, а также сам реализовал обработку длинных чисел, которые выходят за размерную сетку процессора, и операцию деления над ними.