|  |  |
| --- | --- |
|  | **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: Гриценко Алексей Михайлович

Группа: ИУ7-31Б

*2020г.*

1. **Описание условия задачи**

Смоделировать операцию деления действительного числа в форме ±m.n Е ±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 Е ±K1, где m1 - до 30 значащих цифр, а K1 - до 5 цифр. Программа должна осуществлять ввод чисел и выдавать либо верный результат в указанном формате (при корректных данных), либо сообщение о невозможности произвести счет.

1. **Техническое задание**
2. ***Описание исходных данных***

Вводятся 2 строки, содержащие информацию о действительном и целом числе соответственно.

Формат ввода:

Для ввода строки, содержащую информацию о действительном числе при наличии десятичной точки в строке возможен один вариант его представления: ±0.m1Е±K1, например +12.48Е+2.

Ограничения:

* длина мантиссы вещественного числа больше 0 и не превышает 30;
* длина целого числа больше 0 и не превышает 30;
* порядок вещественных чисел находится в диапазоне: [-99999; 99999];
* знак экспоненты возможен только в форме “E”;

1. ***Описание результата программы***

При корректных данных на экран будет выдан результат деления двух введённых чисел, информация о которых содержится в введенных строках. В ином случае будет выдано сообщение об ошибке с указанием её типа (например, о неверном порядке числа, о вводе пробела в числе).

Формат вывода:

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

При этом знак у порядка и у мантиссы выводится только тогда, когда он имеет отрицательное значение.

Ограничения:

* длина мантиссы результата не превышает 30. Если результат деления не может быть записан в 30 значащих цифр, то 31 разряд округляется;
* порядок результата находится в диапазоне: [-99999; 99999]. Если порядок результата выходит за пределы допустимых значений, выводится сообщение об ошибке.

1. ***Задача, реализуемая программой***

Программа выполняет деление действительного числа на целое с учётом ограничений, описанных выше. Результат деления нормализуется и выводится в указанном выше формате. При некорректных данных выводится сообщение об ошибке с указанием её типа.

1. ***Обращения к программе***

Способ обращения к программе происходит через консоль.

1. ***Описание возможных аварийных ситуаций и ошибок пользователя***

* входные или выходные данные выходят за рамки установленных ограничений;
* Недопустимые символы;
* Деление на 0;
* Отсутствие знака
* Отсутствие E
* Отсутствие точки
* Отсутствие знака порядка

Во всех указанных случаях программа завершится корректно сообщит об ошибке, а также её типе.

1. **Описание внутренних структур данных**

Для того, чтобы было более удобно проверять введенные данные, используется статический массив символьного типа, длина которого равна 41 разряду, из которых 2 разряда отведены под знаки самого числа и порядка, 31 под мантиссу, на случай, если введенное число будет начинаться с цифры 0,

5 под порядок, 1 под точку, 1 под букву E и 1 на завершающий С-строку терминальный ноль.

Имеется два символьных массива, а так-же переменная типа int, содержащая порядок числа и переменную, содержащая знак числа. Первый массив содержит целую часть числа. Второй массив содержит действительную часть числа. Оба заканчиваются терминальным нулём.

Мы создали новую структуру(тип) данных – BigInt.

Данный тип содержит в себе:

1. Первый элемент – количество условных блоков, отведенное под число, по сути отражает количество блоков по 9 цифр в длинном числе;
2. Далее идет само число, записанное группами по 9 цифр, причем группы идут в обратном порядке, а цифры в нем – в прямом;

typedef long BigInt[100];

При выборе структуры данных, лучше всего подходящей под хранение мантиссы, мы прежде всего руководствовались тем, чтобы можно было оперировать нашей созданной структурой данных как массивом типа long, а не постоянно оперировать символьным массивом.

1. **Описание алгоритма**
2. Вся информация, введённая пользователем, помещается в 2 массива символьного типа. После чего эти массива поочередно обрабатывается (сначала обрабатывается действительное число, а затем целое), проверяя данные на корректность, помещая целую часть действительного числа в один массив, дробную в другой(фактически, проводится нормализация действительного числа), и порядок в третий. Затем помещая целое число в массив;
3. Создаем переменные, содержащие знак первого и второго числа, в итоге получаем третью переменную, содержащую результирующий знак;
4. Вычисляется порядок итогового числа и знак порядка;
5. Массивы, содержащие целую и дробную часть действительного числа склеиваются, и из нового массива получается число типа BigInt, то же происходит и с целым числом;
6. Осуществляется операция деления с помощью алгоритма Бинарного поиска. Осуществляет поиск ближайшего длинного числа, которое при умножении на делитель даст делимое;
7. Далее мы смотрим, получается ли длинна мантиссы 30 знаков, и если она такая, мы смотрим, если 31 знак получается больше 5, то мы переносим 1 на следующий разряд, либо же нет;
8. Выводится знак числа, результат деления, E, знак порядка, сам порядок

Данный алгоритм является наиболее удобным при работе с выбранной нами структурой данных

**Функции, использующиеся в программе**

void BigIntInput(BigInt A, char inStr[200])) - функция делает из переданной строки число типа BigInt

void BigIntOutput(BigInt A) – функция вывода целого числа

int Compare(BigInt A, BigInt B) – функция сравнения двух больших чисел. Возвращает -1 если A < B, 1 если A > B, 0 если они равны

void Add(BigInt A, BigInt B, BigInt C) – функция складывания двух больших чисел, результат записывается в C

void Copy(BigInt A, BigInt B) – копирует B в A

void DivonShort (BigInt A, long divisor, BigInt B) – функция деления длинного числа на короткое, результат записывается в B

void Mult(BigInt A, BigInt B, BigInt C) – функция перемножения двух больших чисел, результат записывается в C

void Sub(BigInt A, BigInt B, BigInt C) – функция вычитания двух длинных чисел, результат записывается в переменную C

void Init(BigInt A, int k) – инициализирует большое число

1. **Тестирование**

**Позитивные тесты:**

* Описание теста: обычный тест

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +225.0E-3  15 | +0.15E-1 |

* Описание теста: делимое меньше делителя

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +2.026E-1  113 | +0.2E-2 |

* Описание теста: делитель сильно меньше делимого

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +150000.0E+0  150 | +0.1E+4 |

* Описание теста: результат заполнил массив мантиссы результата

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +56.8759E+1  9 | +0.631954444444444444444444444444E+2 |

* Описание теста: делитель равен нулю

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +0.0E+0  123 | 0.0E+0 |

* Описание теста: длина мантиссы делителя максимальна

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +123456789012345.678901234567890E+0  -1 | -0.12345678901234567890123456789E+15 |

* Описание теста: деление требует округление

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +0.1E+1  6 | +0.166666666666666666666666666667E+0 |

**Негативные тесты:**

* Описание теста: длина мантиссы введенного числа превышает максимальное

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +123456789012345.678901234567890E+1 | Вы ввели слишком большую мантису. |

* Описание теста: чрезмерное количество нулей перед десятичной точкой

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| 00.356 | Вы неверно ввели число, хочется Вам напомнить что верный формат +-m.nЕ+-K |

* Описание теста: недопустимые символы при вводе

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +0.r2E0 | Вы неверно ввели число, хочется Вам напомнить что верный формат +-m.nЕ+-K |

* Описание теста: ввод действительного числа без точки

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +123 | Вы неверно ввели число, хочется Вам напомнить что верный формат +-m.nЕ+-K |

* Описание теста: отсутствие численного порядка после экспоненты

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +22.34E | Вы неверно ввели число, хочется Вам напомнить что верный формат +-m.nЕ+-K |

* Описание теста: порядок действительного числа превышает допустимое

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +1.3434E+999999  6 | "Вы ввели слишком большой порядок |

* Описание теста: размер мантиссы целого числа превышает допустимый

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +123.36Е+2  1234567890123456789012  345678901 | Вы ввели слишком большое целое число. |

* Описание теста: недопустимые символы в целом числе

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +1.16E+0  6b | Целое число введено неправильно (Использованы недопустимые символы). |

* Описание теста: длина введенной строки действительного числа больше максимальной

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| 123.1234567890123456789012  345678901E-999999 | Вы ввели слишком большое действительное число. |

* Описание теста: Не введен знак действительного числа

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| 0.1E-99999  +10 | Вы не ввели знак действительного числа. |

* Описание теста: Не введен знак порядка действительного числа

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +0.1E999  +10 | Вы не ввели знак порядка действительного числа. |

* Описание теста: Не введен знак целого числа

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +0.1E-999  10 | Вы не ввели знак целого числа. |

* Описание теста: Деление на ноль

|  |  |
| --- | --- |
| Входные данные  (делимое, затем делитель) | Результат |
| +0.1E-999  0 | На ноль делить нельзя. Пожалуйста, введи те другое целое число |

1. **Выводы по проделанной работе**

В результате проделанной работы, несмотря на то, что числа, с которыми пришлось работать превышают размер разрядной сетки рабочей машины, можно совершать арифметические операции над этими числами с помощью длинной арифметики.

1. **Ответы на вопросы**
2. Для беззнаковых целых диапазон возможных значений:[0; 264-1], то есть [0; 18 446 744 073 709 551 615].
3. Точность представления чисел определяется размером мантиссы. Максимальный размер мантиссы вещественных чисел составляет 52 двоичных разряда (это 16 десятичных разрядов).
4. Стандартные операции над числами: сложение (вычитание), умножение, деление, сравнение.
5. Если обрабатываемые числа превышают возможный диапазон представления чисел в ПК, можно использовать массив для хранения мантиссы и целое знаковое число для порядка.
6. Осуществить операции над числами, выходящими за рамки представления в машине, можно с помощью представления этих чисел в виде массива и написания собственных функций для работы с массивами, которые имитируют стандартные операции над числами.

[tnikulshina@bmstu.ru](mailto:tnikulshina@bmstu.ru)

добавить описание функций