Балашов Роман ИУ7-35Б

Вариант 3

**Лабораторная работа №1**

Обработка больших чисел

**Цель работы:** реализация арифметических операций над числами, выходящими за разрядную сетку персонального компьютера, выбор необходимых типов данных для хранения и обработки указанных чисел.

**Условие задачи:**

Составить программу умножения целого числа на действительное, где порядок имеет до 5 знаков: от –99999 до +99999, а мантисса – до 30 знаков. Программа должна осуществлять ввод чисел и выдавать либо верный результат в указанном формате (при корректных данных), либо сообщение о невозможности произвести счет. Результат выдается в виде действительного числа в форме 0.m1EK1, где m1 – до 30 значащих цифр, а величина порядка K1 – до 5 цифр.

**Входные данные:**

1. Целое число длиной до 30 символов, перед которым может быть введен знак ‘+’ или ‘-‘. Если знак не введен, число считается по умолчанию положительным.
2. Действительное число в формате +-m.nE(e)+-K, где (m+n) <= 30 символов, а K имеет не более 5 порядка и лежит в диапазоне [-99999, 99999], наличие знаков необязательно (по умолчанию положительно), возможен ввод без точки, наличие экспоненты при вводе необязательно.

**Выходные данные:**

Действительное число в формате +-0.ne+-K, если число положительно, то знак ‘+’ не выводится.

Процесс обращения к программе осуществляется через консоль

**Возможные ошибочные ситуации:**

1. Неверный ввод:
   1. Пустой ввод
   2. Неверный формат записи числа
2. Ошибки в результате обработки данных:
   1. Выход за границы допустимых значений в ходе вычислений

Алгоритм работы:

1. Ввод исходных данных
2. Проверка правильности введенных данных
3. Нормализация введенных значений
4. Вычисления
5. Обработка и нормализация результата
6. Выходные данные

**Структура данных:**

Большое число хранится в виде целочисленного массива, в котором каждый элемент определяет цифру числа. Знак числа хранится отдельно как целочисленная переменная со значением 1 или -1.

Мантисса вещественного числа хранится аналогично большому числу. Знак мантиссы хранится аналогично знаку большого числа. Экспонента вещественного числа хранится как целочисленная переменная.

**Описание функций:**

**Ввод:**

Ввод целого числа:

***void* input\_integer (*int* *\*arr*, *int* *\*size*, *int* *\*sign*, *int* *\*error*);**

Ввод действительного числа:

***void* input\_float (*int* *\*arr*, *int* *\*size*, *int* *\*sign*, *int* *\*exp*, *int* *\*to\_dot*, *int* *\*error*);**

**int \*arr** - массив для хранения большого числа

**int \*size** - размер массива

**int \*sign** - знак числа

**int \*exp** - массив для хранения экспоненты

**int \*to\_dot** - количество чисел, идущих до точки в действ. числе

**int \*error** - в случае ошибки вернет код

**Нормализация:**

Целого числа (отбрасывание незнач. нулей)

***void* normalize\_integer (*int* *\*arr*, *int* *\*size*);**

Действ. числа (*Приведение числа к виду M \* E^p, где M = [0,1 ; 1),*

*E = 10, p - целый порядок со знаком*)

***void* normalize\_float (*int* *\*arr*, *int* *\*size*, *int* *\*to\_dot*, *int* *\*exp*, *int* *\*error*);**

**Обработка данных:**

Перемножение целого и действ. чисел

***void* multiplication(*int* *\*arr\_int*, *int* *\*arr\_float*, *int* *\*result*, *int* *size\_int*, *int* *size\_float*, *int* *sign\_float*, *int* *sign\_int*, *int* *\*exp*, *int* *\*error*);**

**int \*arr\_int** - Массив с целым числом

**int \*arr\_float** - Массив с действ. числом

**int \*result** - Массив для хранения произведения

**int size\_int** - Размер целого числа

**int size\_float** - Размер действ. числа

**int sign\_float** - Знак действ. числа

**int sign\_int** - Знак целого числа

**int \*exp** - Экспонента числа

**int \*error** - Код ошибки

**Вспомогательные функции:**

Вывод в консоль целого числа

***void* print\_int (*int* *\*arr*, *int* *sign*, *int* *size*);**

**int \*arr -** Массив для хранения целого числа

**int sign -** Знак числа

**int size -** Количество цифр в числе

Вывод в консоль действительного числа

***void* print\_float (*int* *\*arr*, *int* *sign*, *int* *size*, *int* *to\_dot*, *int* *exp*);**

**int \*arr -** Массив для хранения действ. числа

**int sign -** Знак числа

**int size -** Количество цифр в числе

**int to\_dot -** Количество символов до нуля (используется в качестве тестов и имеет смысл только до нормализации числа)

**int exp -** Экспонента числа

Перестановка двух символов (для нормализации)

***void* swap\_int (*int* *\*a*, *int* *\*b*);**

**int \*a** - Целое число

**int \*b** - Целое число

Смещение левого символа в конец (для нормализации)

***void* shift\_to\_end (*int* *\*arr*, *int* *\*size*, *int* *start\_pos*);**

**Набор тестов:**

1. Корректный ввод

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Целое число | Действ. Число | Результат |  |
| 1 | 1 | 0.1е1 |  |
| 12 | 0.12 | 0.144е1 |  |
| -23 | 0.23 | -0.529е1 | Ввод со знаком |

1. Ошибочный ввод

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Целое число | Действ. число | Результат |  |
| 1j | - | ERROR | Неверный формат |
| 12 | 123.1.23e0 | ERROR | Неверный формат |
| - | - | ERROR | Пустой ввод |

1. Граничные значения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Целое число | Действ. число | Результат |  |
| 99999..(30) | 99999..(30)e0 | 0.9999..(29)8e60 | Границы мантисс |
| 99999..(30) | 99999..(30)e99999 | ERROR | Верхние границы |
| 99999..(30) | 99999..(30)e-99999 | 0.9999..(29)8e99939 | Нижние границы |

1. Нормализация данных

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Целое число | Действ. Число | Результат |  |
| 0001 | 00001.0e0 | 0.1e1 | Незначащие нули |
| 1 | 000.002e0 | 0.2e-2 | Нулевая левая часть |
| 1 | 0012.0003e0 | 0.120003e2 | Ненулевая левая часть |

1. Выход за границы допустимых значений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Целое число | Действ. число | Результат |  |
| 11111..(31) | - | ERROR | Переполнение целого числа |
| 1 | 9999..(31)e0 | ERROR | Переполнение мантиссы |
| 1 | 111e100000 | Exp overflow | Переполнение порядка эксп. |

1. Округление

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Целое число | Действ. Число | Результат |  |
| 4 | 99999..(30)e0 | 4e31 | Последнее число <6 |
| 3 | 99999..(30)e0 | 3e31 |  |
| 6 | 99999..(30)e0 | 5.9999..(30)e31 | Последнее число >5 |

**Контрольные вопросы:**

**1.Каков возможный диапазон чисел, представляемых в ПК?**

Диапазон значений чисел зависит от разрядности процессора, размера выделенной для хранения переменной памяти, от типа (целое/вещественное), знака. Под хранение целого положительного числа, для которого выделено 64 разряда, максимально возможное значение числа равно 2^64 – 1 = 18 446 744 073 709 551 615.

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

Точность представления вещественного числа зависит от максимально возможной длины мантиссы. Если длина мантиссы выходит за границы разрядной сетки, то происходит округление.

**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?**

Можно использовать специальные библиотеки для работы с большими числами; создать массив цифр числа и производить операции поэлементно, храня промежуточный результат в отдельном массиве.

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

В данном случае возможно использовать поразрядные операции.

**Вывод:**

При необходимости обработки больших чисел целесообразно представлять их хранение в виде целочисленных массивов, а необходимые операции выполнять поразрядно с учетом нормализации.