



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 ПО ДИСЦИПЛИНЕ: ТИПЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

«Длинная» арифметика. Тип данных – массив

Студент **Ширяев А.А.**

Группа **ИУ7-33Б**

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

Студент _____ **Ширяев А.А.**

Преподаватель _____ **<Фамилия ИО>**

2024

Лабораторная работа №1 по дисциплине “Типы и структуры данных”	1
Условие задачи	3
Описание техзадачи	3
a. Описание исходных данных	3
b. Описание задачи, реализуемой программой	3
c. Способ обращения к программе	4
d. Описание возможных аварийных ситуаций и ошибок пользователя	4
Описание внутренних СД	5
Действительное число (Итоговое число):	5
Целое число:	5
Регистр:	6
Описание алгоритма	6
Набор тестов	7
Выводы по проделанной работе	9
Контрольные вопросы	10

Условие задачи

ВАРИАНТ 2 Смоделировать операцию умножения действительного числа в форме $\pm m.n \text{ E } \pm K$, где суммарная длина мантиссы ($m+n$) - до 40 значащих цифр, а величина порядка K - до 5 цифр, на целое число длиной до 30 десятичных цифр. Результат выдать в форме $\pm 0.m_1 \text{ E } \pm K_1$, где m_1 - до 30 значащих цифр, а K_1 - до 5 цифр.

Описание техзадачи

а. Описание исходных данных

Данные на входе: Действительное число в экспоненциальной форме, Целое число

Данные на выходе: Действительное число в экспоненциальной форме

Действительное число в экспоненциальной форме - число формата $\pm m.n \text{ E } \pm K$ (Например: $+1.1\text{e}1 = +1.1 * 10^1 = 11$, $-0.1\text{e}-1 = -0.1 * 10^{(-1)} = -0.01$). Количество значащих цифр в числе (а именно значащие цифры чисел m и n) не может превышать 40. Число K не может превышать 5-и значащих цифр.

Целое число - число формата $\pm m$ (Например: $+16$, -9 , 81). Количество значащих цифр в числе (а именно значащие цифры чисел m) не может превышать 30.

б. Описание задачи, реализуемой программой

Программа выполняет умножение действительного числа в экспоненциальной форме и целого числа. Результатом работы является действительное число в экспоненциальной форме, где количество значащих цифр в числе (а именно значащие цифры чисел m и n) не может превышать **30**. Число K не может превышать 5-и значащих цифр.

с. Способ обращения к программе

Для обращения к программе запускается файл *app.exe*. Далее требуется ввести в консоли через клавишу *enter* по порядку 2 числа:

1. Действительное число в экспоненциальной форме
2. Целое число

После введенных в консоли чисел выводится результат (так же в консоли).

d. Описание возможных аварийных ситуаций и ошибок пользователя

Программа может не вывести результат, а вывести сообщение об ошибке. Данная ситуация может произойти при условии:

- [illegible]

Описание внутренних СД

Действительное число (Итоговое число):

```
typedef struct
{
    bool sign;

    size_t mantissa_size;
    int mantissa[MAX_MAN_NUM_LEN + 1];

    int order;
} real_t;
```

Действительное число представляет собой структуру на языке Си, состоящая из:

sign - Знак (true - отрицательное число, false - положительное число)

mantissa_size - Размер мантиисы числа

mantissa - Мантииса числа

order - Порядок числа

Целое число:

```
typedef struct
{
    bool sign;

    size_t num_size;
    int num[MAX_INT_NUM_LEN + 1];
} inum_t;
```

Целое число представляет собой структуру на языке Си, состоящая из:

sign - Знак (true - отрицательное число, false - положительное число)

num_size - Размер числа

num - само число

Регистр:

```
typedef int reg_t[REG_LEN];
```

Регистр (Где умножаются мантисса и число целого числа) представляет собой массив чисел. Размер регистра - сумма максимальных размеров мантиссы и максимального количества цифр целого числа.

Описание алгоритма

Для начала считываются данные по числам и заносятся в соответствующую структуру.

После занесения данных начинает работать алгоритм:

- Создается регистр, в котором каждый элемент равен нулю. Сначала при помощи операции “исключающее ИЛИ” определяется знак итогового числа (В программе представлено представление этой операции при помощи конъюнкций и дизъюнкций).
- При помощи циклов каждая цифра мантиссы действительного числа умножается на цифры целого числа, результат **ПРИБАВЛЯЕТСЯ** в соответствующую ячейку регистра. Далее задается размер регистра после умножения.
- Переносятся десятки числа в регистре (исправляется переполнение ячеек). Данная процедура выполняется до момента, пока в каждой ячейке не останется ЦИФРА. Параллельно с этим увеличивается и размер регистра.
- Удаляются незначащие нули в регистре (изменяется размер регистра и увеличивается порядок итогового числа).
- Регистр округляется до 30 значащих цифр в мантиссе. Данная процедура выполняется итерационно, так как при округлении регистр может стать больше на 1 разряд.
- Удаляются незначащие нули в регистре (изменяется размер регистра и увеличивается порядок итогового числа).
- Порядок итогового числа изменяется на разницу размеров регистра и изначальной мантиссы числа. Так же порядок увеличивается на кол-во ‘опущенных’ чисел в процессе округления.
- Параметры регистра переносятся в мантиссу итогового числа.

Набор тестов

```
## Позитивные тесты
- 01 - Обычный тест
- 02 - Число в экспоненциальной форме равно нулю
- 03 - Умножение на 1
- 04 - Умножение на 1 + округление до 30 чисел
- 05 - Отрицательное 1-е число
- 06 - Отрицательное 2-е число
- 07 - Отрицательны оба числа
- 08 - Целое число равно нулю
- 09 - Целое число в нулём среди цифр
- 10 - После умножения значимых цифр 31
- 11 - После умножения значимых цифр 31 + появляются незначащие нули
- 12 - Значимые числа без изменения порядка + нет переполнения

## Негативные тесты
- 01 - Длина строки больше 512 символов
- 02 - Пробелы в действительном числе
- 03 - Пробелы в целом числе
- 04 - Неправильная форма записи действительного числа
- 05 - Неправильная форма записи целого числа
- 06 - Размер мантиссы превышает 40
- 07 - Размер целого числа превышает 30
- 08 - Порядок действительного числа больше 5-и знаков
- 09 - Порядок итогового числа больше 5-и знаков
- 10 - Действительное число отсутствует
- 11 - Целое число отсутствует
```

В ходе выполнения лабораторной работы была написана тестовая система, при помощи которой проверялись данные ситуации

Позитивные тесты

Номер теста	Входные данные	Ожидаемые выходные данные
1	1.2 2	0.24e+1
2	0e60 600	0.0
3	1 3	0.3e+1

2	1.1 2
3	1.1 2
4	1eE12 2
5	1.2 +-2
6	1.00000000000000000000000000000000 0000001e222 2
7	1.2 1000000000000000000000000000000001
8	1e999999 1
9	2e99998 5
10	5
11	1

Выводы по проделанной работе

В ходе работы удалось реализовать при помощи различных типов данных число, выходящее за разрядную сетку компьютера, и арифметическую операцию умножения между числами. Проблем в ходе выполнения лабораторной работы не возникло.

Контрольные вопросы

1. Каков возможный диапазон чисел, представляемых в ПК?

Зависит от разрядности процессора. Максимально возможный диапазон чисел, представимый в ПК, вычисляется по формуле $2^N - 1$, где N - разрядность процессора

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

Точность представления числа зависит от типа представления числа

Вещественное число

В данном случае число может иметь точности single, double и long double (по IEEE 754). Примерная точность single - 6-8 знаков в мантиссе, примерная точность double - 12-15 знаков в мантиссе, примерная точность long double больше или равна точности double (В зависимости от реализации в ПК).

Целое числа

В данном случае число имеет 100%-ю точность

3. Какие стандартные операции возможны над числами?

Вещественное число

Над вещественными числами возможны все арифметические операции, но логические операции могут выдавать неточный результат из-за не 100%-й точности

Целое числа

Над целыми числами возможны все операции

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

Если числа выходят за возможный диапазон представления чисел в ПК, можно представлять их как вещественные. Если же числа выходят и за диапазон вещественных чисел необходимо написать собственную реализацию чисел (целых или вещественных в зависимости от целей).

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

Можно создать отдельный массив и осуществлять нужные вычисления при помощи его ячеек (каждая ячейка - разряд числа)