

**Лабораторная работа № 2**  
Особенности работы чисел с плавающей точкой

Автор:  
Кузин Максим  
Б03-403

# Содержание

0.1 Эксперимент . . . . .	1
1 unsigned int -> binary	1
2 float -> binary	1
3 Переполнение мантиссы	2
4 Бесконечный цикл	3
5 Численное интегрирование	4
6 Вывод	6

В данной лабораторной работе рассматривается тип данных вещественных чисел в C++

Целью лабораторной работы является определение свойств чисел с плавающей точкой, поиск ситуаций с их непредсказуемой работой. Определение условий корректной работы.

## 0.1 Эксперимент

С помощью C++ и Python изучаем работу C++. Управляющий код в репозитории.

## 1 unsigned int -> binary

Выведем на экран вид хранения беззнакового целого числа:

```
Enter number: 127
00000000000000000000000000000001111111
```

## 2 float -> binary

Выведем на экран вид хранения числа с плавающей точкой:

```
Enter float: 5.5
01000000101100000000000000000000
```

Расшифруем запись с экрана: Первый бит 0 означает что число положительное. Затем идут 8 бит экспоненты: 10000001. Затем идет мантисса 01100000000000000000000000000000. Таким образом число будет иметь вид 101.1. Целая часть при переводе действительно дает 5, а дробная часть 0.5

### 3 Переполнение мантиссы

Напишем код, который будет сохранять во float числа вида  $10^n$ , где n будет возрастать:

```
Curr: 1000000000.000000
```

```
Bin: 01001110011011100110101100101000
```

```
Curr: 1000000000.000000
```

```
Bin: 0101000000101010000001011111001
```

```
Curr: 99999997952.000000
```

```
Bin: 0101000110111010010001110110111
```

Запустив программу заметим, что начиная с 11 степени, сохраненное значение вовсе не является степенью 10:

Числа оказываются достаточно близкими к истинному значению, но чем больше степень – тем больше разница. Это связано с дискретностью типа float.

#### 4 Бесконечный цикл

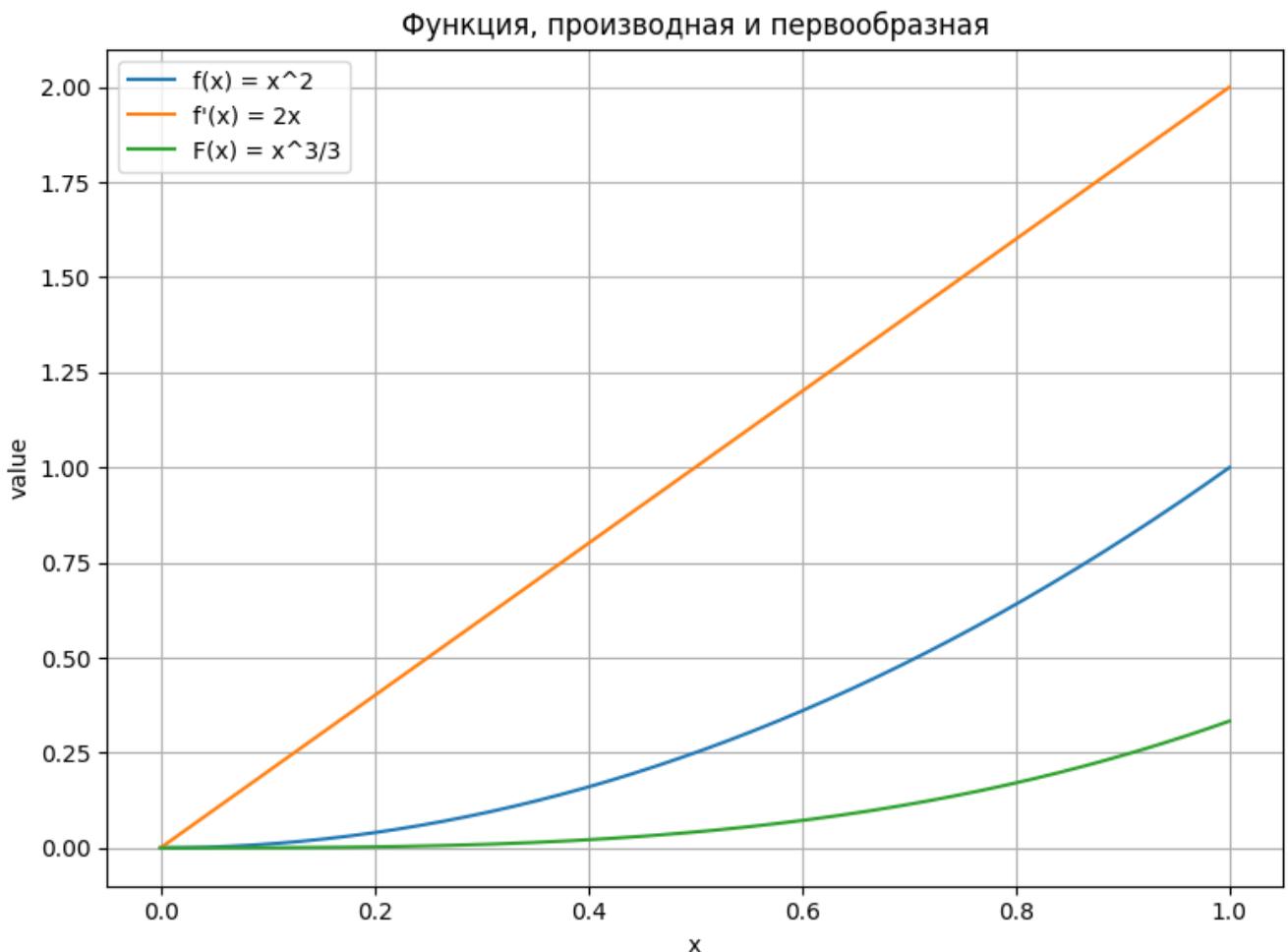
```
Curr: 16777216.000000
```

```
Int: 16777216
```

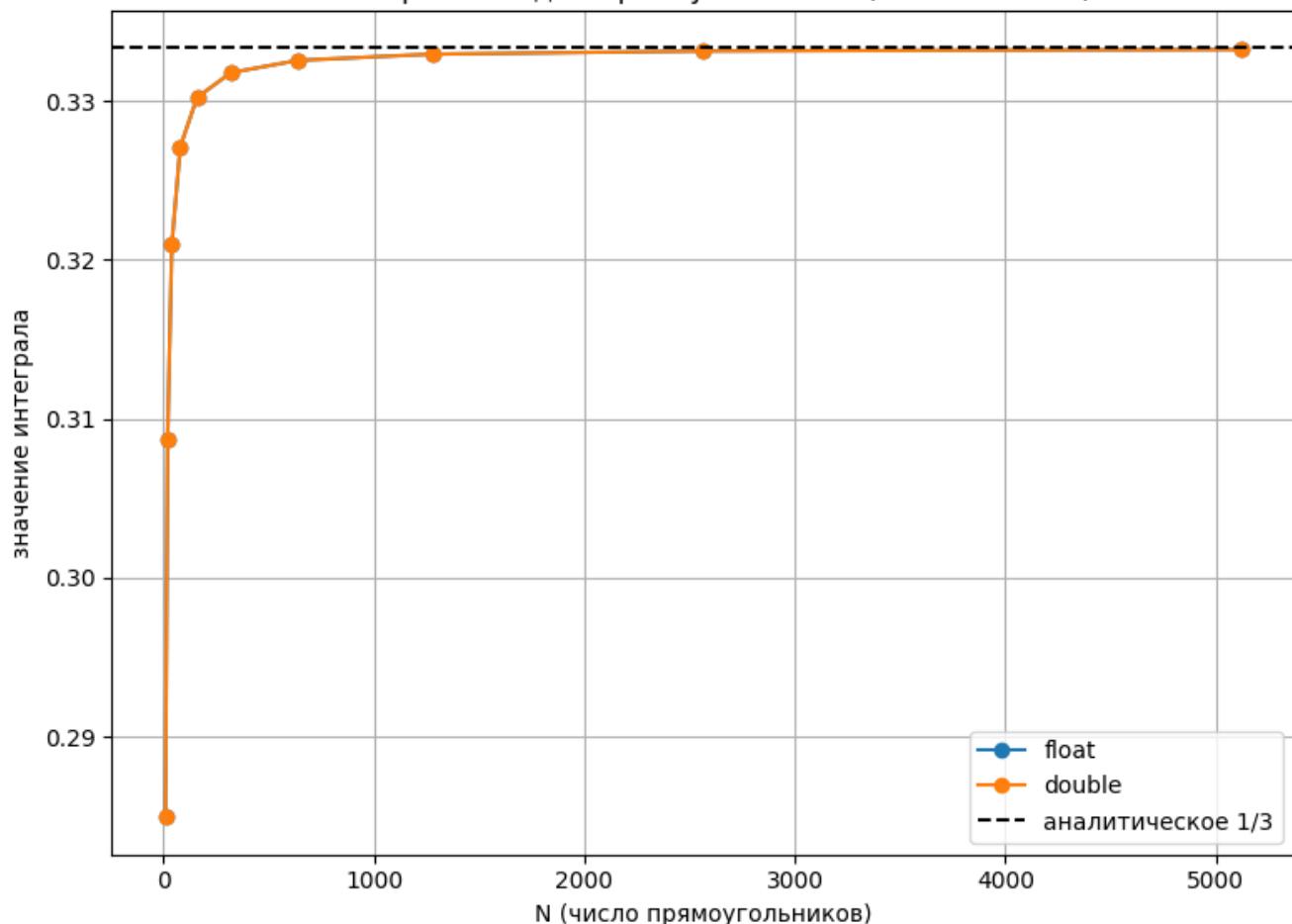
Выполнение кода прерывается на 16777310, так как начиная с 16777216 итератор цикла  $i$  перестает меняться и цикл становится бесконечным:

застывает.

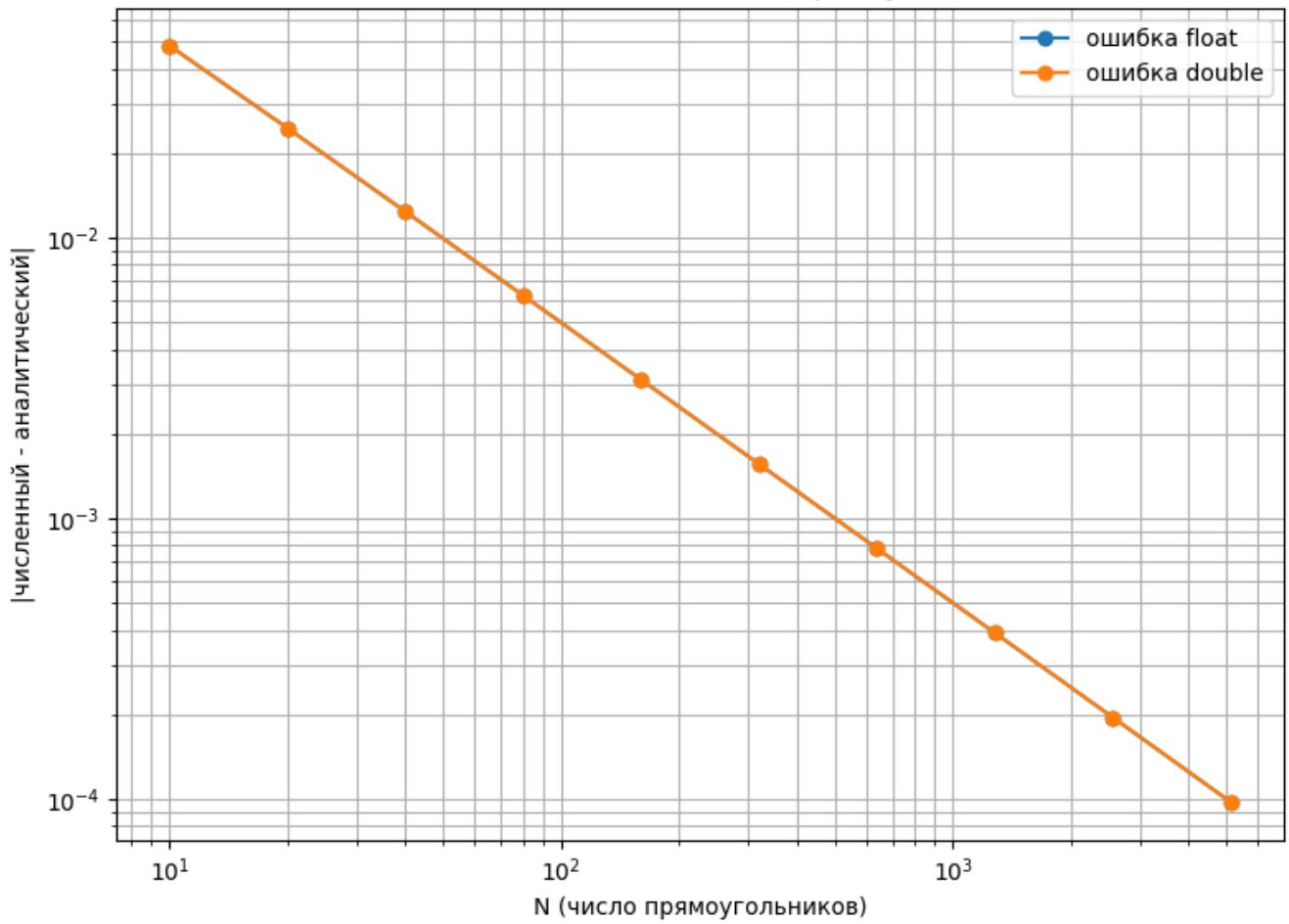
## 5 Численное интегрирование



### Интеграл методом прямоугольников (float vs double)



### Зависимость ошибки от числа прямоугольников



Аналитическое значение интеграла: 0.3333333333333333

FLOAT: Лучшая аппроксимация при  $N = 5120$  Значение: 0.333235830068588 Ошибка: 9.75032647453305

DOUBLE: Лучшая аппроксимация при  $N = 5120$  Значение: 0.333235683441162 Ошибка: 9.764989217131426e-05

## 6 Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы было произведено определение свойств чисел с плавающей точкой, найдены ситуации с их нерпредсказуемой работой, расшифрована их запись в памяти. Также были проведены эксперименты с численным интегрированием