

Лабораторная работа №2. Исследование особенностей чисел с плавающей точкой

Кузин Максим Витальевич

15 декабря 2025 г.

Содержание

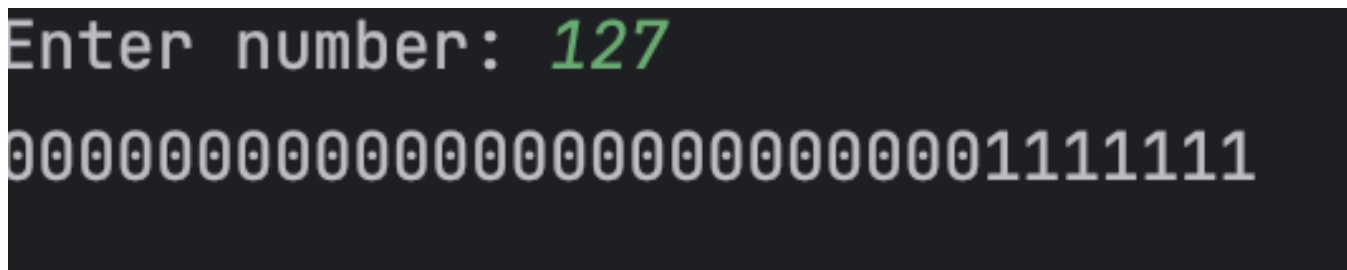
1	Двоичное представление unsigned int	1
2	Двоичное представление float	2
3	Ограничения мантиссы	2
4	Неожиданное поведение цикла	3
5	Численное интегрирование	4
6	Заключение	6

В данной работе исследуются способы представления числовых типов в языке программирования C++, а именно беззнаковых целых чисел и чисел с плавающей точкой. Особое внимание уделяется ограничениям формата хранения, возникающим ошибкам округления и нетривиальным эффектам, проявляющимся при вычислениях.

Целью лабораторной работы является анализ внутреннего устройства чисел с плавающей точкой, выявление границ их корректного применения и демонстрация ситуаций, в которых вычисления могут приводить к неожиданным результатам.

1 Двоичное представление unsigned int

Для начала рассмотрим, как в памяти хранится беззнаковое целое число. С помощью отладочного вывода отобразим его битовую структуру.



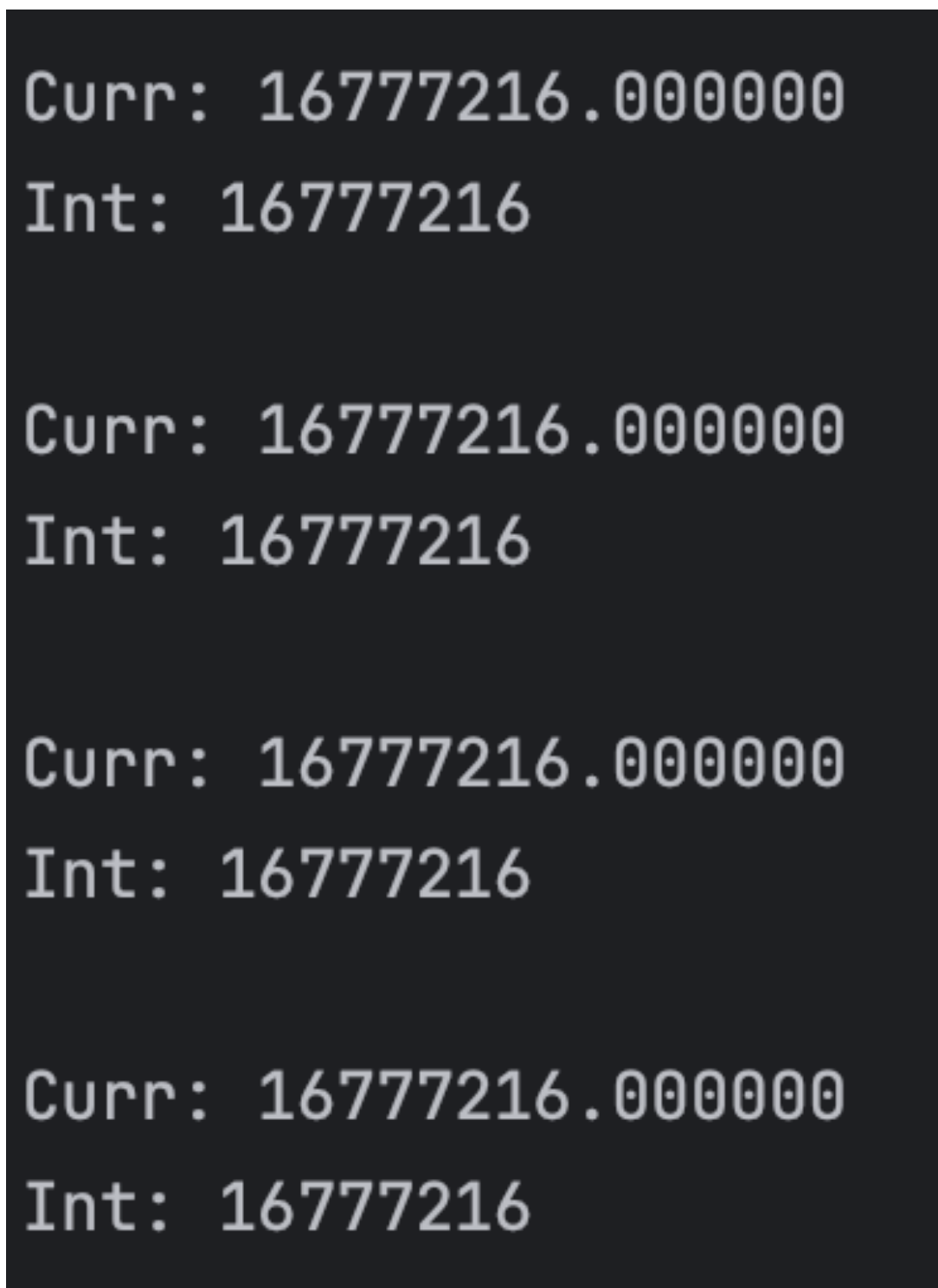
Полученный результат демонстрирует, что значение unsigned int представлено в виде фиксированного набора бит, напрямую соответствующих двоичному представлению числа.

полученные значения остаются близкими к ожидаемым, погрешность увеличивается с ростом степени.

Это объясняется конечной разрядностью мантиссы и невозможностью точного представления больших десятичных чисел в формате float.

4 Неожиданное поведение цикла

Следующий эксперимент демонстрирует влияние ограниченной точности на работу циклов.



```
Curr: 16777216.0000000
Int: 16777216

Curr: 16777216.0000000
Int: 16777216

Curr: 16777216.0000000
Int: 16777216

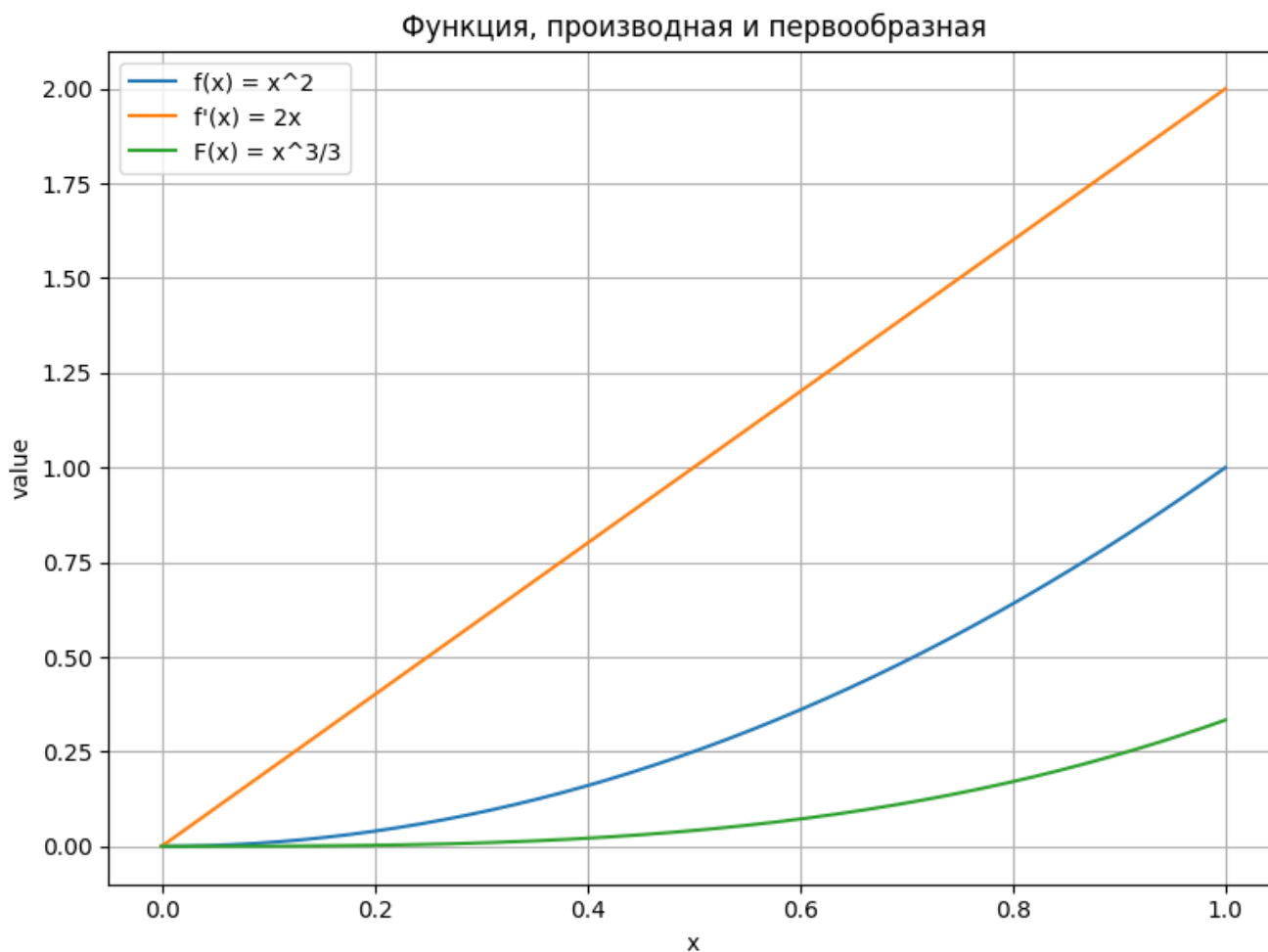
Curr: 16777216.0000000
Int: 16777216
```

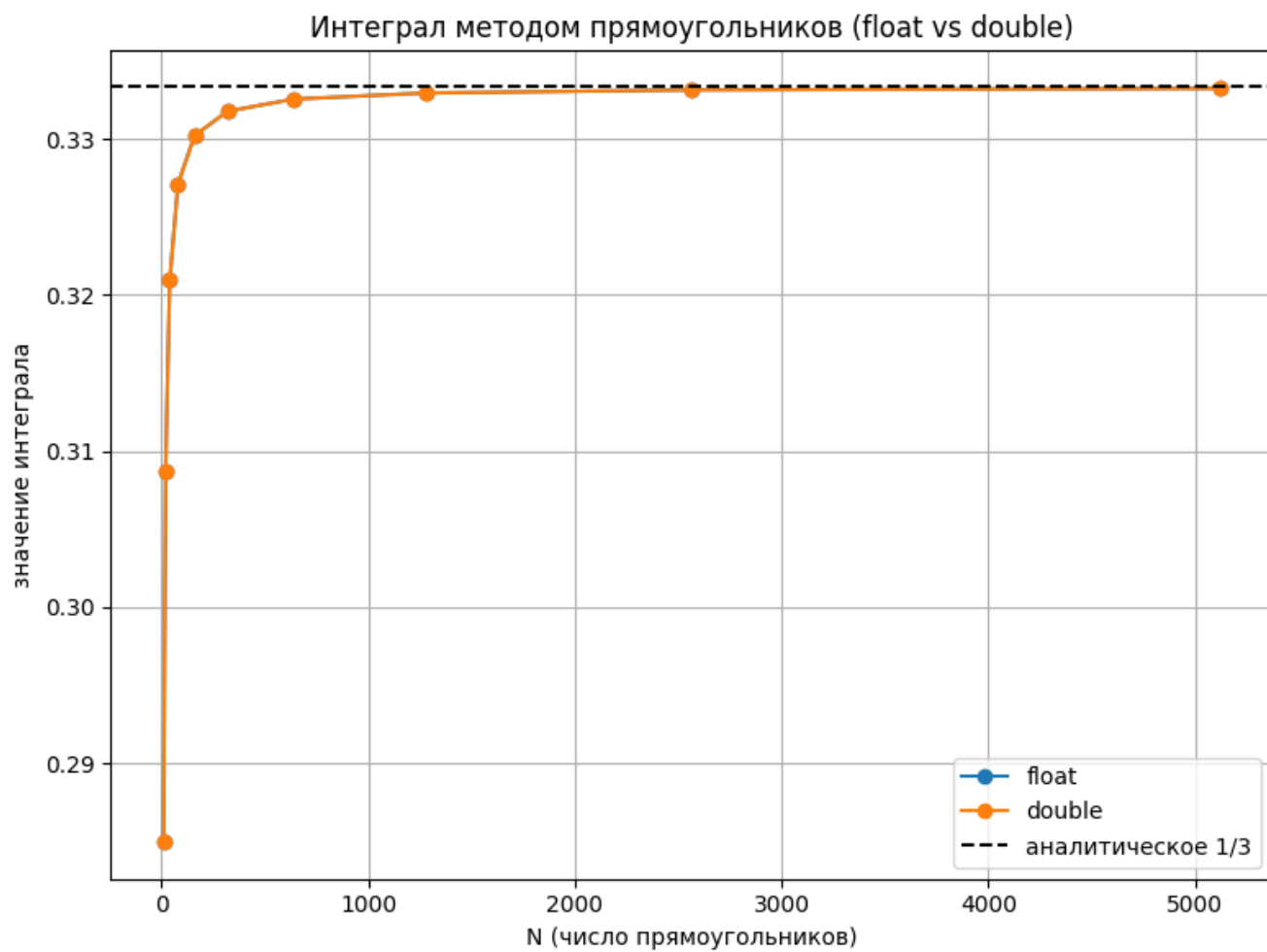
В ходе выполнения программы обнаруживается, что при достижении значения 16777216 переменная цикла типа float перестаёт увеличиваться. В результате условие выхода из цикла никогда не выполняется, и программа закиливается.

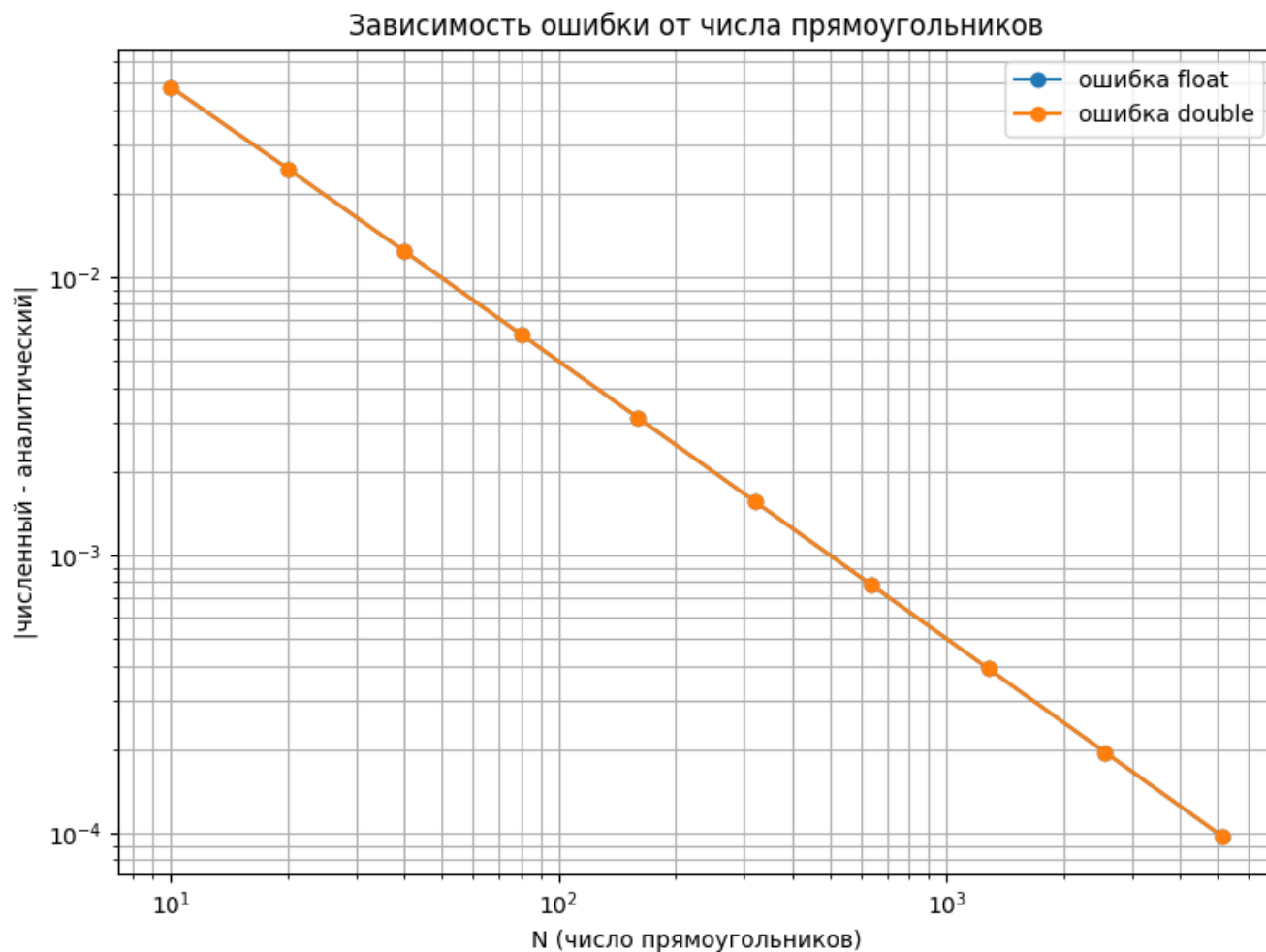
Данный эффект связан с тем, что начиная с этого значения, шаг изменения переменной становится меньше минимально различимого при данной точности числа.

5 Численное интегрирование

В рамках работы также было проведено численное интегрирование функции с известным аналитическим результатом. Интеграл вычислялся методом прямоугольников при различном числе разбиений.







Аналитическое значение интеграла равно:

$$\int_0^1 x^2 dx = 0.3333333333333333$$

Результаты численных экспериментов:

FLOAT:

- Оптимальное число разбиений: $N = 5120$
- Полученное значение: 0.333235830068588
- Абсолютная ошибка: $9.75 \cdot 10^{-5}$

DOUBLE:

- Оптимальное число разбиений: $N = 5120$
- Полученное значение: 0.333235683441162
- Абсолютная ошибка: $9.76 \cdot 10^{-5}$

6 Заключение

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены особенности представления чисел с плавающей точкой в памяти компьютера. Были выявлены ограничения точности формата

float, продемонстрированы примеры накопления ошибок и показано, как они могут приводить к некорректному поведению программ.

Дополнительно были проведены эксперименты по численному интегрированию, наглядно иллюстрирующие влияние разрядности числового типа на точность вычислений.