**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Уфимский университет науки и технологии»**

**Кафедра** Высокопроизводительных вычислительных технологий и систем

**Дисциплина:** Математическое моделирование

Лабораторная работа №1

**Тема:** “Моделирование двумерных диффузионных процессов методом непрерывных случайных блужданий.”

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа ПМ-457 | ФИО | Подпись | Дата | Оценка |
| Студент | Акмурзин М.Э. |  |  |  |
| Преподаватель | Лукащук С.Ю. |  |  |  |

Уфа 2025

**Цель работы:** получить навык статистического моделирования диффузионных процессов методом случайных блужданий.

**Задание:**

Рассматривается случайный процесс движения диффундирующей частицы на плоскости. В начальный момент времени частица находится в начале координат. Затем частица осуществляет «прыжок» на случайную величину , подчиняющуюся заданному закону распределения с плотностью вероятности Направление прыжка выбирается произвольно из четырех возможных: влево, вправо, вверх или вниз. На следующем шаге процесс повторяется с новым случайным значением Частица должна выполнить «прыжков». Весь процесс необходимо повторить для частиц.

Вычислить функции распределения частиц по двум координатным направлениям, и рассчитать значения где – координата -й частицы после прыжков. Также как функции .

Найти средний квадрат полного смещения частиц

Для больших значений выполнить аппроксимацию этой величины степенной зависимостью

**Практическая часть (Вариант 2):**

Функция плотности распределения вероятности длины прыжка:

(1)

Ее интеграл:

Из условия нормировки :

Тогда:

(2)

Обратная функция:

1. **Смоделируем движение частиц**

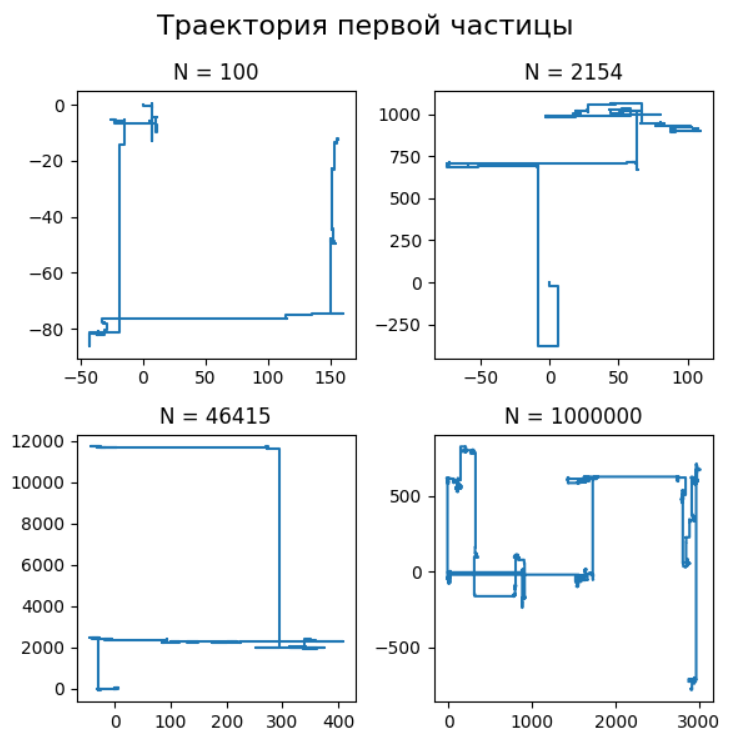
****

Рисунок 1. Траектория движения частицы по плоскости.

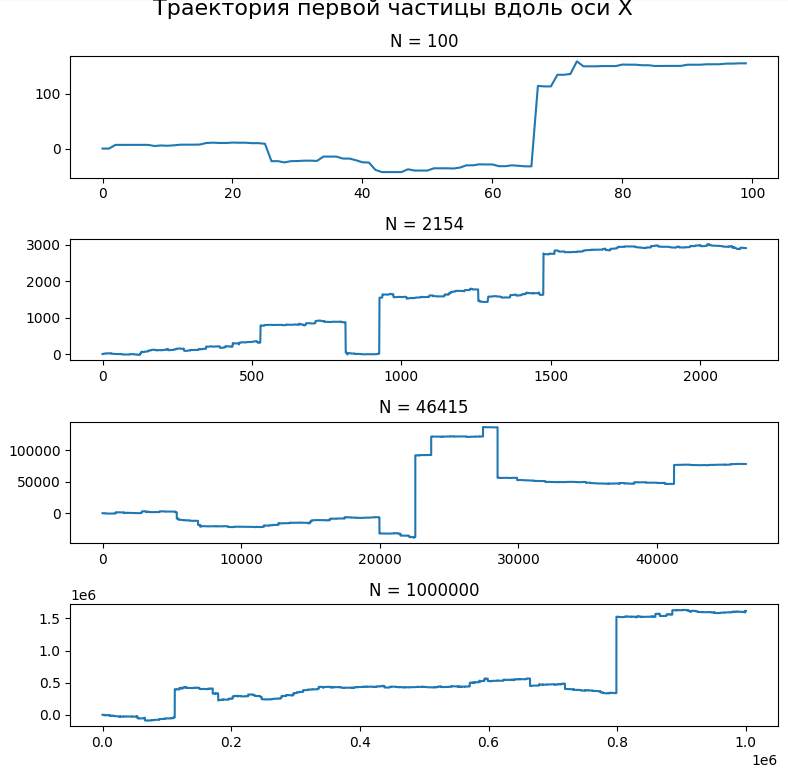
****

Рисунок 2. Траектория частицы вдоль оси X.

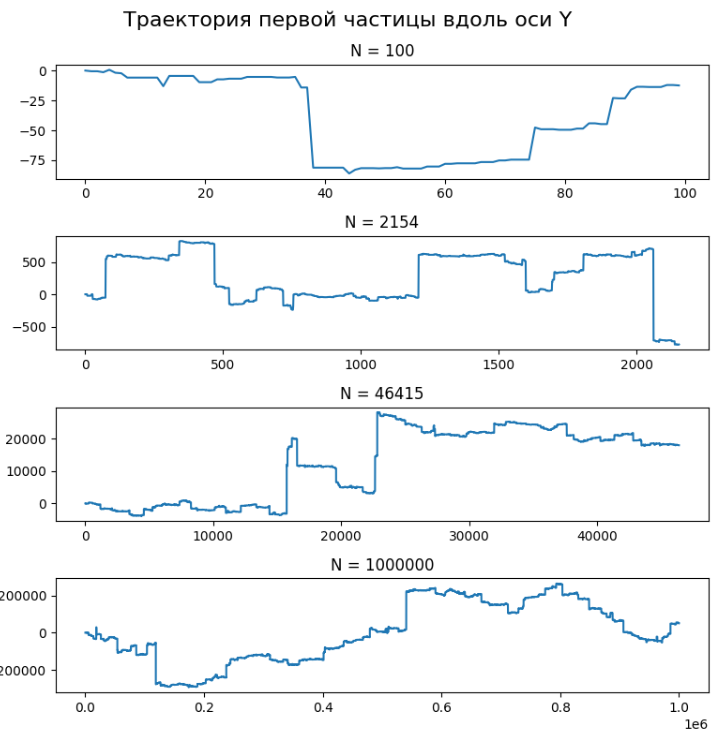


Рисунок 3. Траектория частицы вдоль оси Y.

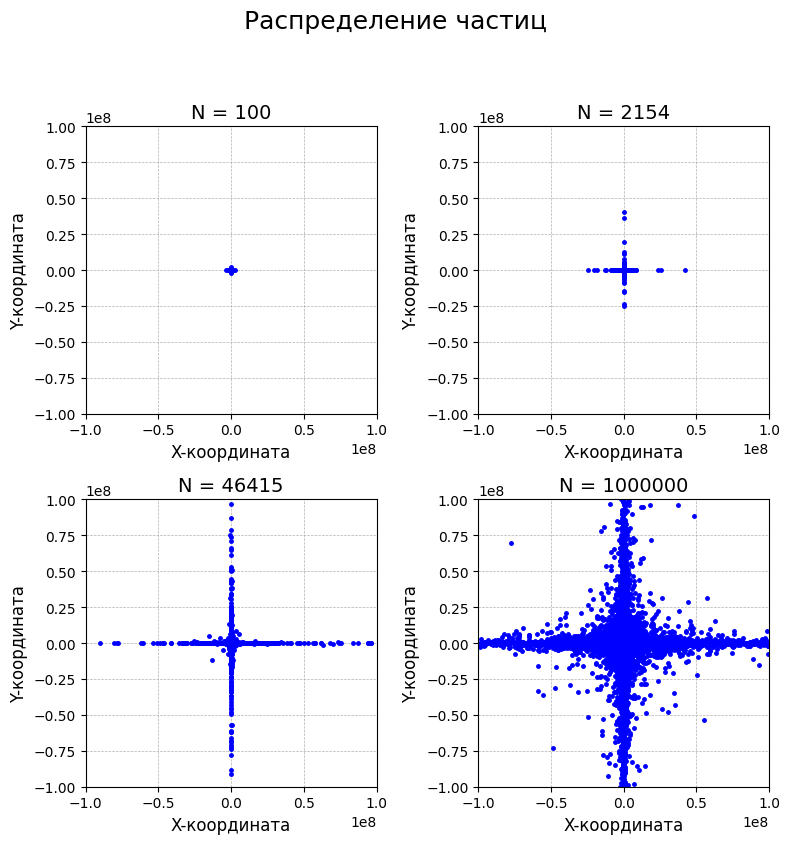


Рисунок 4. Распределение частиц при разных N

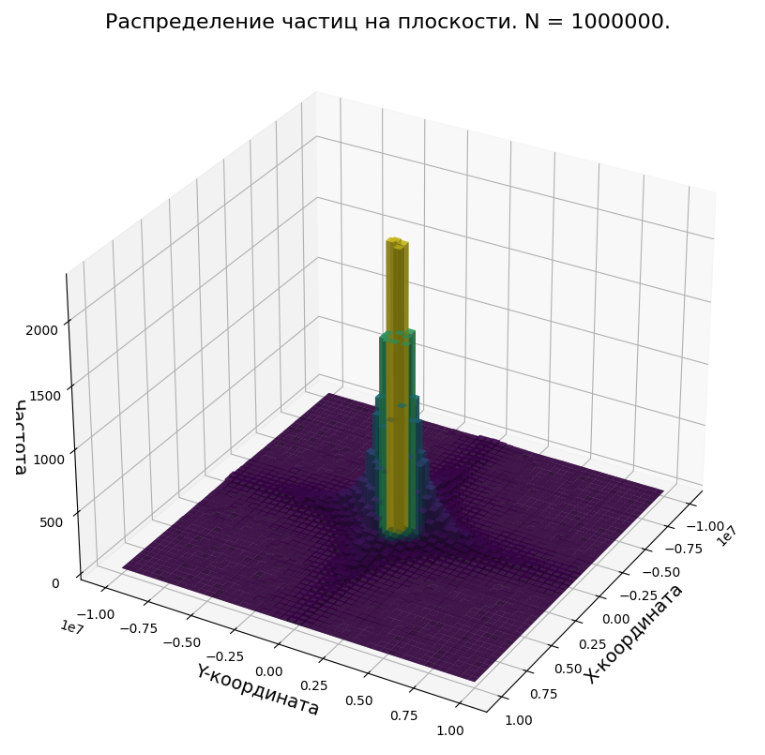


Рисунок 5. Гистограмма распределение скачков N=10000.

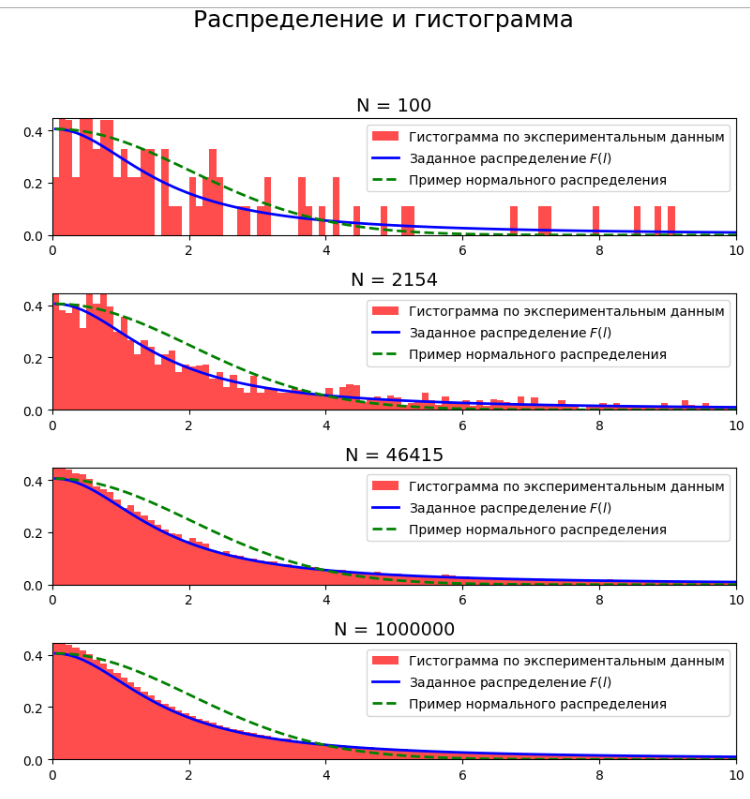


Рисунок 6. Плотность распределения СВ и гистограмма при разных N

На рисунке 4 можно увидеть крестообразное распределение частиц на плоскости. Также на рисунок 6 заметен “тяжёлый хвост”, значение которого превышает значение плотности распределения близкой нормальной величины при .

1. **Рассчитаем значения**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N** | **<x>** | **<y>** | **<R>** | **<x^2>** | **<y^2>** | **<Δx^2>** | **<Δy^2>** | **<ΔR^2>** |
| 100 | -50,7445 | -20,1155 | 54,58604 | 3,24E+08 | 1,37E+08 | 3,24E+08 | 1,37E+08 | 4,61E+08 |
| 278 | 360,689 | 78,65766 | 369,1661 | 7,21E+09 | 4,08E+09 | 7,21E+09 | 4,08E+09 | 1,13E+10 |
| 774 | 1113,131 | -717,214 | 1324,182 | 2,25E+11 | 2,79E+11 | 2,25E+11 | 2,79E+11 | 5,04E+11 |
| 2154 | -9027,21 | 1124,644 | 9096,998 | 4,13E+12 | 5,84E+11 | 4,13E+12 | 5,84E+11 | 4,71E+12 |
| 5994 | 4497,143 | 36742,36 | 37016,56 | 3,13E+12 | 1,11E+14 | 3,13E+12 | 1,11E+14 | 1,14E+14 |
| 16681 | -14364 | 8545,517 | 16713,75 | 4,18E+13 | 8,51E+14 | 4,18E+13 | 8,51E+14 | 8,92E+14 |
| 46415 | -7504,99 | 37828,59 | 38565,88 | 3,09E+13 | 8,98E+13 | 3,09E+13 | 8,98E+13 | 1,21E+14 |
| 129154 | 184106 | -2963,14 | 184129,8 | 3,2E+15 | 3,86E+14 | 3,2E+15 | 3,86E+14 | 3,58E+15 |
| 359381 | -25814,4 | -757604 | 758043,8 | 4,14E+15 | 4,4E+16 | 4,14E+15 | 4,4E+16 | 4,81E+16 |
| 1000000 | -1,2E+07 | -5279569 | 12732375 | 6,69E+18 | 1,94E+18 | 6,69E+18 | 1,94E+18 | 8,63E+18 |

Таблица 1. Расчётные значения при M=100000

1. **Построим аппроксимацию**

Аппроксимируем степенной зависимостью:

Приводим к линейному виду:

С помощью метода наименьших квадратов (МНК) находим значения:

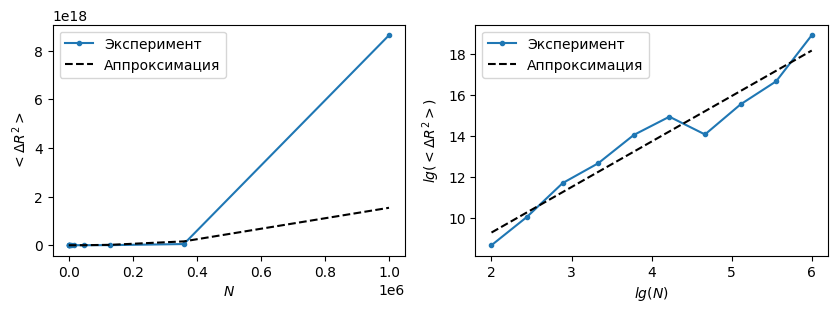
**

Рисунок 9. Аппроксимация зависимости от N.

**Вывод:** в ходе лабораторной работы была реализована программа, моделирующая диффузионные процессы методом случайных блужданий. Из экспериментов установили, что распределения не подчиняются нормальному закону, а блуждание частиц является процессом баллистического режима.