МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА

ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА В ГОРОДЕ СЕВАСТОПОЛЕ

Факультет «Компьютерной математики» Направление подготовки «Прикладная математика и информатика»

30.04.22 (бакалавр)

**ОТЧЕТ**

**по лабораторной работе №4**

**«Символический образ динамической системы»**

Работу выполнил: студент группы ПМ-201

Хаметов Марк Владимирович

Руководитель: профессор кафедры прикладной математики и информатики Осипенко Георгий Сергеевич

Севастополь, 2022

**Оглавление**

[Постановка задачи 3](#_Toc101350858)

[Теоретическая часть 4](#_Toc101350859)

[Алгоритм решения 5](#_Toc101350860)

[Результаты 6](#_Toc101350861)

[Полученные значения 8](#_Toc101350862)

[Использованная литература 9](#_Toc101350864)

# 

# Постановка задачи

Построить символический образ отображения Жулия. Отображение выглядит следующим образом:

xn = xn-1^2 - yn-1 ^2 + a

yn = 2\*yn-1\*xn-1 + b

Известно что при параметрах a и b равным 0.3 и 0.2 соответственно в области [-1.5;1.5] x [-1.5;1.5] существует замкнутое инвариантное множество, которое располагается в ограниченной области.

Источником формулы отображения Жулия является Википедия.

# Теоретическая часть

Замкнутое инвариантное множество является аттрактором тогда и только тогда, когда существует такая окрестность этого множества, что все точки множества, которые попали в данную окрестность, образуют исходное множество.

Для реализации мы разбиваем интересующую нас область на ячейки в виде прямоугольников одинакового размера. Нумерация ячеек производится по строкам отсчитывая от верхнего левого угла. Например:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 |

Применяем отображение Жулия к точкам каждой ячейки. Для каждой ячейки находим в какие ячейки попадает результат. Для этого применяем формулу:

n = [(x - xmin) / hx ] + 1 + [(ymin - y) / hy] \* [(xmax - xmin) / hx]

Формула написана самостоятельно.

## Алгоритм решения

Алгоритм решения состоит из следующих шагов:

1. Инициализация переменных и получение параметров от пользователя.
2. Инициализация списков для хранения полученных точек;
3. Получаем значения от пользователя и, для оптимизации, считаем то, что не меняется внутри цикла
4. Начало цикла для первой ячейки. Пункты 5-8.
5. Генерируем 100 случайных точек внутри ячейки.
6. Считаем отображения для этих точек.
7. Считаем номера тех ячеек, в которые попали точки при отображении. Заносим в список.
8. Сортируем и удаляем совпадающие результаты. Выводим значения в консоль.
9. Конец цикла. Повторяем для следующей ячейки.

Алгоритм расписан самостоятельно.

# 

# Результаты

Программу написал на языке C++. Использовал библиотеку пользовательского интерфейса raylib. Для 441 ячейки Выполнение подсчета занимает менее секунды.

## Полученный символический образ

## 

xn = xn-1^2 - yn-1 ^2 + a

yn = 2\*yn-1\*xn-1 + b

## Где a = 0.3 и b = 0.2. Для области [-1.5;1.5] x [-1.5;1.5].

## Количество ячеек равняется 441, то есть 21 столбец на 21 строку.

# Использованная литература

1. “Введение в символический анализ динамических систем” Г.С.Осипенко, Н.Б.Ампилова.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Множество\_Жюлиа