

Министерство просвещения Российской Федерации

ГБОУ Школа № 1360 г. Москвы

Международный конкурс STEAM-талантов студентов и школьников  
«Технологии и творчество» 24/25

Доклад о проведенных исследованиях и экспериментах

## **Фрактальная геометрия в природе**

Выполнил: Савченко Максим Леонидович

ученик 11 класса

ГБОУ Школы № 1360 г. Москвы

Руководитель: Тарасенко Надежда Геннадьевна

учитель математики

## Введение

Фрактальная геометрия — это удивительная область математики, которая описывает повторяющиеся, самоподобные структуры, встречающиеся как в математике, так и в окружающем нас мире. Природные формы, такие как деревья, горы, облака и береговые линии, часто имеют фрактальные свойства. Изучение фракталов позволяет глубже понять закономерности в природе и разработать модели, которые объясняют сложные природные процессы. В ходе моих исследований я изучил примеры фрактальной геометрии в природе, провел несколько экспериментов и исследовал их математические основы.

## Фракталы в природе: что это такое?

**Фракталы** — это структуры, которые повторяются на разных масштабах. Одним из самых известных примеров является *фрактальное дерево*: если взглянуть на ветви дерева, то можно заметить, что каждая крупная ветка делится на более мелкие ветви, каждая из которых повторяет форму главного ствола. Этот принцип самоподобия делает фракталы такими интересными.

Примером служит также *снежинка Коха* — математическая кривая, демонстрирующая, как можно бесконечно увеличивать длину, сохраняя конечную площадь. Аналогичное явление можно наблюдать в формах снежинок, кристаллов и в разветвленных структурах ледников.

Во время своих исследований я нашел множество примеров фракталов в природе:

- *Листья папоротника*: каждая ветка папоротника похожа на более мелкую копию всего растения.
- *Горы и береговые линии*: когда смотришь на горные хребты или извилистую береговую линию, они выглядят одинаково как вблизи, так и издалека.
- *Грозовые облака*: структура облаков также подчиняется фрактальной геометрии. Их хаотичная, разветвленная форма напоминает фрактальные паттерны.

## Эксперимент 1: Моделирование роста фрактального дерева

Моим первым экспериментом было моделирование роста фрактального дерева с использованием программирования. Я разработал простую программу, которая создавала дерево, следуя правилам фрактальной геометрии:

1. Основной ствол дерева — это линия.



2. На конце ствола создаются две ветви, каждая из которых наклоняется на определенный угол и имеет длину, равную 70% длины ствола.

3. Этот процесс повторяется для каждой новой ветви, уменьшая их длину до тех пор, пока они не станут слишком короткими для дальнейшего деления.

В результате я получил структуру, которая визуально очень похожа на настоящее дерево.

При изменении угла между ветвями и процента уменьшения длины веток можно создавать разные типы деревьев — от широких дубов до тонких сосен. Это продемонстрировало, как простые математические правила могут описать сложные структуры природы.

### **Эксперимент 2: Изучение фракталов в снежинках**



Второй эксперимент был направлен на исследование структуры снежинок. Снежинки — это классический пример фрактальной симметрии. Я изучил, как в процессе замерзания воды образуются кристаллы, имеющие фрактальные свойства.

Я решил провести эксперимент с использованием специального симулятора роста кристаллов. В этом симуляторе каждая частица воды постепенно превращается в кристалл, соединяясь с уже существующими кристаллами. В результате я смог наблюдать, как формируются сложные шестиугольные узоры, при этом каждый луч снежинки повторяет форму главного кристалла. Этот процесс, несмотря на кажущуюся хаотичность, подчиняется строгим математическим законам, основанным на фрактальной геометрии.

### **Эксперимент 3: Исследование фрактальных структур береговых линий**

Мой третий эксперимент был связан с исследованием береговых линий и их фрактальной природы. Береговые линии кажутся извилистыми и сложными, независимо от того, с какого расстояния мы на них смотрим. Этот феномен также связан с фрактальной геометрией.



Я использовал географические карты и программное обеспечение для моделирования, чтобы исследовать фрактальные свойства различных береговых линий. В ходе эксперимента я измерял длину береговой линии с использованием различных масштабов. Как оказалось, чем меньше масштаб измерения, тем длиннее становилась береговая линия, что подтверждает гипотезу о фрактальной структуре. Это связано с тем, что на каждом уровне увеличения мы можем видеть новые,

более мелкие извилины и выступы, которые увеличивают длину линии.

### **Заключение**

Мои исследования и эксперименты показали, что фрактальная геометрия — это мощный инструмент для понимания сложных природных форм. Фракталы окружают нас повсюду: от листьев папоротников до облаков и береговых линий. Простые математические правила могут описать, казалось бы, хаотичные и сложные структуры. Это открытие имеет важное значение не только для математики, но и для биологии, геологии, физики и других наук, которые стремятся понять законы природы.

Фрактальная геометрия также открывает новые возможности для применения в технологиях: от компьютерной графики до архитектуры и моделирования природных явлений. Изучение фракталов помогает понять мир вокруг нас и открывает путь к созданию новых технологий, которые используют принципы природы для решения сложных задач.

В ходе своих экспериментов я понял, что фракталы — это не только красивые математические фигуры, но и ключ к разгадке множества природных процессов. Исследование фрактальной геометрии помогает нам лучше понять мир, в котором мы живем, и вдохновляет на новые открытия.

