

Цель

познакомить учащихся с понятием фрактал, его проявлениями в природе, искусстве и архитектуре; развить эстетическое восприятие математических закономерностей через анализ произведений искусства и создание собственных фрактальных работ

Задачи:

- сформировать у учащихся представление о понятии «фрактал», «самоподобие», «рекурсия»;
- создать условия для усвоения знаний о проявлении фрактальных структур в природе, биологии, географии и архитектуре;
- развить умение анализировать произведения искусства через математическую призму;
- познакомить с понятием «генеративное искусство» и его инструментами;
- развить критическое и системное мышление через поиск алгоритмических закономерностей;
- сформировать эстетическое восприятие математических структур;
- содействовать развитию навыков командной работы и креативного мышления.

МАТЕРИАЛЫ:

Мультимедийная презентация «Алгоритмическая красота»
 Листы бумаги, карандаши, линейки
 Устройства с доступом в интернет
 Онлайн-генераторы фракталов

 **60 минут**

Возраст: 12–16 лет

Уровень сложности



Компетенции XXI века

- Критическое мышление Креативность Системное мышление
 Коммуникация Командная работа Исследовательская компетенция

	Science	Technology	Engineering	Art	Math
Понятие фрактала и самоподобия	+				+
Фракталы в природе (растения, ракушки, молния)	+				
Фракталы в биологии (лёгкие, кровеносная система)	+				
Фракталы в географии (береговые линии, горы)	+				+
Фракталы в искусстве (Хокусай, мечеть, башня)				+	
Множество Мандельброта	+			+	+
Практическое задание: рисование фракталов		+	+	+	
Использование онлайн-генераторов фракталов		+		+	
Создание «фрактальной галереи»		+		+	

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ КРАСОТА

Актуализация знаний

Слайд №1

Учитель: Посмотрите на изображение на экране — это снимок ракушки улитки. Что вас в ней удивляет? Как вы думаете, что общего у раковины, папоротника, молнии и горных хребтов?

Учащиеся высказывают предположения. Учитель подводит к понятию повторяющегося узора в природе.

Мотивация

Слайд №2

Учитель: *Представьте, что в природе существуют «алгоритмы». Простейшее правило, повторённое много раз, рождает невероятную красоту. Капуста романеско, лист папоротника, кровеносная система — всё это результат одного и того же принципа. Как вы думаете, что это за принцип?*

Учитель демонстрирует слайды с изображениями фрактальных объектов природы: романеско, лист папоротника, дерево. Учащиеся пытаются найти общую закономерность.

Слайд №3

Фракталы в природе. Учитель объясняет понятие фрактала — геометрической фигуры, каждая часть которой подобна целому.

Учитель: *Слово «фрактал» происходит от латинского fractus — «дроблёный». Математик Бенуа Мандельброт ввёл этот термин в 1975 году. Главное свойство фракталов — самоподобие: маленькая часть выглядит так же, как большая.*

Слайд №4

Капуста романеско — один из самых наглядных природных фракталов. Каждый маленький «конус» повторяет форму всей головки. Количество спиралей соответствует числам Фибоначчи.

Слайд №5–6

Учитель: *Деревья — ещё один пример фрактала. Каждая ветка делится на меньшие ветки, которые в свою очередь делятся снова — по одному и тому же алгоритму. Посмотрите на «идеальное» дерево: так бы оно выглядело при идеальных условиях произрастания. А реальные деревья? Они также остаются фракталами, просто с «шумом».*

Слайд №7

Лист папоротника — классический пример фрактала Барнсли. Весь лист состоит из точных копий самого себя, уменьшенных и повернутых. Этот фрактал можно описать всего четырьмя математическими уравнениями.

Слайд №8

Демонстрация компьютерной модели листа папоротника: три «части» — синяя, красная и голубая — вместе образуют точную копию целого листа.

Учитель: *Как вы думаете, что общего у листа папоротника и лёгких человека?*

Слайд №9

Береговая линия — географический фрактал. Чем подробнее карта, тем длиннее береговая линия. Именно это открытие привело Мандельброта к созданию теории фракталов. Вид из космоса — и побережье выглядит точно так же, как под микроскопом.

Слайд №10

Множество Мандельброта — самый известный математический фрактал. Он строится по простой формуле: $z = z^2 + c$. При увеличении любого участка границы множества снова и снова появляются те же узоры.

Учитель: *Это изображение создаётся простейшим алгоритмом из нескольких строк кода. Бесконечная сложность — из бесконечной простоты.*

Слайд №11

Горные хребты — природный рельефный фрактал. Снимок из космоса показывает, что горы выглядят как увеличенный папоротник. Именно поэтому в компьютерных играх горы и пейзажи генерируются с помощью алгоритмов фракталов (например, шум Перлина).

Слайд №12

Молния — временной фрактал. Электрический разряд «ищет» путь наименьшего сопротивления, ветвясь по тому же алгоритму, что и дерево или кровеносная система.

Слайд №13

Облака — атмосферный фрактал. Формы облаков описываются дробной размерностью: они «заполняют» пространство не полностью, как твёрдое тело, но и не так мало, как линия. Метеорологи используют фракталы для моделирования погоды.

Слайд №14

Фракталы в искусстве: «Большая волна в Канагаве» Кацусики Хокусая. Японский художник XIX века интуитивно изобразил фрактальную структуру волны — маленькие волночки на гребне повторяют форму большой волны. Это один из первых примеров фрактальной эстетики в искусстве.

Слайд №15

Эйфелева башня, Париж — архитектурный фрактал. Конструкция башни построена по принципу самоподобия: крупные металлические фермы повторяют форму меньших деталей. Инженер Гюстав Эйфель применил этот принцип интуитивно — для максимальной прочности при минимальном весе.

Слайд №16

Учитель: Посмотрите на купол мечети Шейха Лютфуллы в Иране. Что вы видите? Узоры, которые повторяются от центра к краям. Это — фрактальная симметрия в архитектуре исламского искусства. Задолго до появления компьютеров мастера создавали сложнейшие фрактальные орнаменты вручную.

Практическое задание

Учитель делит класс на группы. Каждая группа выбирает один из форматов работы:

Формат 1. Ручная графика

- Нарисуй «фрактальное дерево»: начни с одной линии, раздели её на две ветки под углом, затем каждую ветку снова раздели — и так 4–5 раз.
- Построй треугольник Серпинского: нарисуй равносторонний треугольник, соедини середины сторон, получишь 4 маленьких треугольника, уберите центральный — и повтори 3–4 раза.

Формат 2. Генеративное искусство (цифровой)

- Открой онлайн-генератор фракталов (Mandelbrot Set Explorer, Fractal Lab или Silk).
- Поэкспериментируй с параметрами: масштаб, цветовые схемы, глубина итерации.
- Сохрани результат и добавь подпись: «Мой фрактал похож на _____ из природы, потому что _____».

Формат 3. Коллективная «Фрактальная галерея»

- Каждый участник рисует один объект (дерево, волну, молнию, гору) с фрактальной структурой.
- Работы объединяются в общую панораму.
- Группа придумывает название галереи и пишет короткий «манифест»: почему красота — это алгоритм?

Инструкция к онлайн-генераторам

Генераторы облаков:

- Weavesilk (silk.weavesilk.com) — рисование симметричных узоров, напоминающих облака или дым.
- GIMP Online / Photopea — фильтр Clouds создаёт облачные текстуры на основе шума.

Генераторы рельефа и горных хребтов:

- Fractal Lab (онлайн) — построение 3D-фракталов и рельефов.
- Terrain.party — генератор карт высот (heightmaps) для горных хребтов.
- Perlin Noise Playground — интерактивный генератор рельефа.

Универсальные генераторы:

- Silk – Interactive Generative Art — симметричные узоры с фрактальной эстетикой.
- Mandelbrot Set Explorer — путешествие по множеству Мандельброта.

Порядок работы:

1. Раздать участникам список ссылок.
2. Каждый выбирает генератор и создаёт облако, гору или фрактальный узор.
3. Сохраняет картинку и добавляет её в коллективную «фрактальную галерею».

Проблемный вопрос

Учитель: *Итак, мы видели фракталы в природе, в теле человека, в географии, в архитектуре и в искусстве. Скажите:*

- Если красота в природе создаётся по алгоритму — значит ли это, что она «ненастоящая»?
- Может ли компьютер, следуя алгоритму, создать настоящее произведение искусства?
- Чем «рукотворный» фрактал художника отличается от «вычисленного» фрактала машины?

Учащиеся обсуждают в парах, затем каждая пара представляет свою позицию. Учитель модерировать дискуссию, не навязывая единственного ответа.

Рефлексия

«Фрактальный дневник». Учащиеся записывают или зарисовывают ответы на три вопроса:

4. Какой фрактал из природы тебя удивил больше всего — и почему?
5. Что нового ты узнал(-а) о связи математики и красоты?
6. Где ещё в своей жизни ты теперь увидишь фракталы?

Желающие зачитывают ответы вслух. Учитель подводит итог: «Алгоритмическая красота — это не отсутствие чуда, а открытие того, что чудо встроено в саму математику мира».

ССЫЛКИ НА ИСТОЧНИКИ И ИНСТРУМЕНТЫ

- Silk – Interactive Generative Art: silk.weavesilk.com
- Mandelbrot Set Explorer: mandelbrot.site
- Fractal Lab (3D фракталы): lab.fractal.io
- Terrain.party (генератор рельефа): terrain.party
- Perlin Noise Playground: codepen.io/keithmgould/pen/mJoeBq
- Barnsley Fern (лист папоротника): natureofcode.com/fractals/
- Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002.