

# Фракталы

# *Введение*

Разветвления трубочек трахей, листья на деревьях, вены в руке, река, бурлящая и изгибающаяся, рынок ценных бумаг - это все фракталы. От представителей древних цивилизаций до Майкла Джексона, ученые, математики и артисты, как и все остальные обитатели этой планеты, были зачарованы фракталами и применяли их в своей работе.

Программисты и специалисты в области компьютерной техники так же без ума от фракталов, так как фракталы бесконечной сложности и красоты могут быть сгенерированы простыми формулами на простых домашних компьютерах. Открытие фракталов было открытием новой эстетики искусства, науки и математики, а так же революцией в человеческом восприятии мира.

Цель моей работы показать красоту фрактальной графики и увидеть при изучении не только треугольники, пирамиды, углы и системы счисления, но и разнообразные фракталы.

# Понятие "фрактал"

**Понятия фрактал и фрактальная геометрия, появившиеся в конце 70-х, с середины 80-х прочно вошли в обиход математиков и программистов.**

**Фрактал (от лат. – дробленый, состоящий из фрагментов) – термин, обозначающий геометрическую фигуру, составленную из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. Небольшая часть фрактала содержит информацию о всем фрактале.**

**Слово «фрактал» было предложено Бенуа Мандельбротом в 1975 году для обозначения нерегулярных, но самоподобных структур, которыми он занимался. Рождение фрактальной геометрии принято связывать с выходом в 1977 году книги Мандельброта «The Fractal Geometry of Nature».**



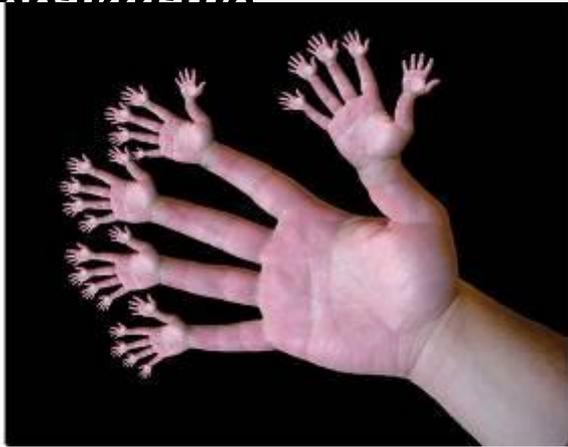
# Роль фракталов

**Роль фракталов в компьютерной графике сегодня достаточно велика. Они приходят на помощь, например, когда требуется, с помощью нескольких коэффициентов, задать линии и поверхности очень сложной формы. С точки зрения компьютерной графики, фрактальная геометрия незаменима при генерации искусственных облаков, гор, поверхности моря. Фактически найден способ легкого представления сложных неевклидовых объектов, образы которых весьма похожи на природные.**

# Свойства



*Одним из основных свойств фракталов является самоподобие. В самом простом случае небольшая часть фрактала содержит информацию о всем фрактале.*



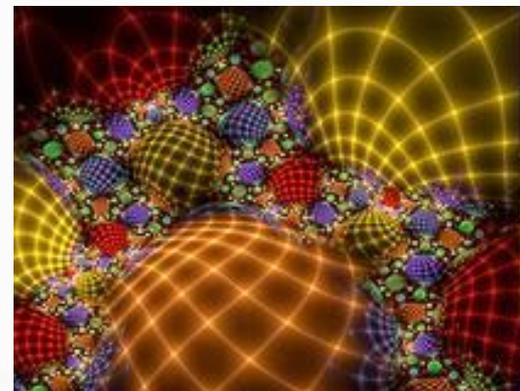
Фракталы – геометрические объекты с дробной размерностью. К примеру, размерность линии – 1, площади – 2, объема – 3. У фрактала же значение размерности может быть между 1 и 2 или между 2 и 3. К примеру, фрактальная размерность скомканного бумажного шарика приблизительно равна 2,5. В математике существует специальная сложная формула для вычисления размерности фракталов.

# **Применение фракталов**

**Фракталы находят все большее и большее применение в науке.**

**Основная причина этого заключается в том, что они описывают реальный мир иногда даже лучше, чем традиционная**

**геометрия или математика.**

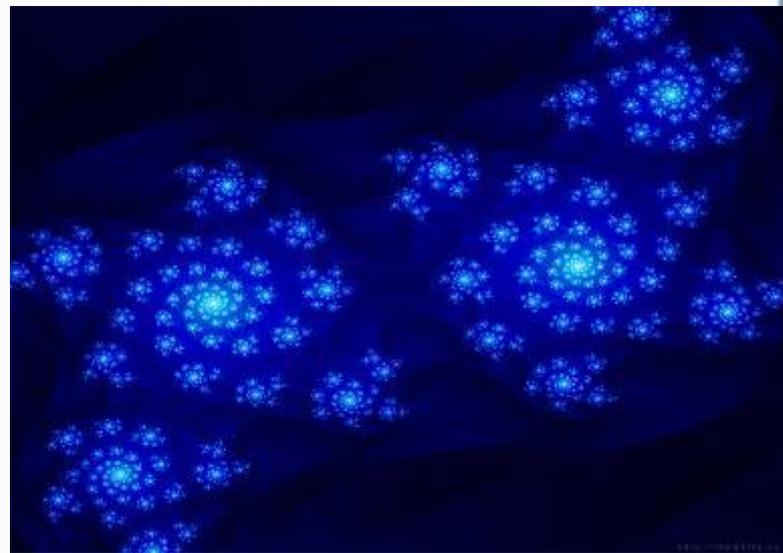


Вот несколько примеров:

# Компьютерные системы.

Наиболее полезным использованием фракталов в компьютерной науке является фрактальное сжатие данных. В основе этого вида сжатия лежит тот факт, что реальный мир хорошо описывается фрактальной геометрией. При этом, картинки сжимаются гораздо лучше, чем это делается обычными методами.

Другое преимущество фрактального сжатия в том, что при увеличении картинки, не наблюдается эффекта пикселизации (увеличения размеров точек до размеров, искажающих изображение). При фрактальном же сжатии, после увеличения, картинка часто выглядит даже лучше, чем до него.



# Механика жидкостей.

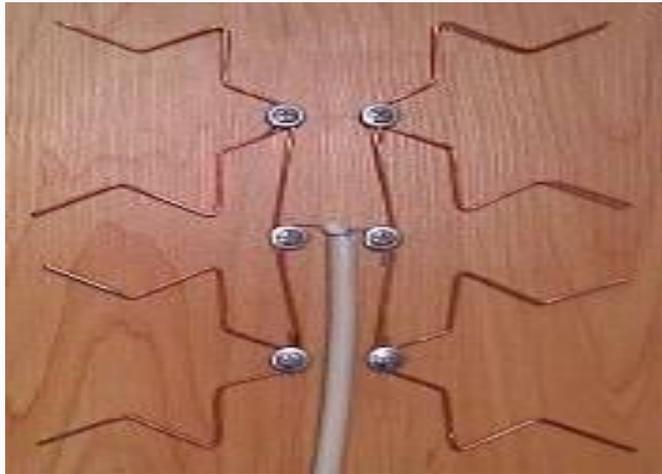
*Изучение турбулентности в потоках очень хорошо подстраивается под фракталы. Турбулентные потоки хаотичны и поэтому их сложно точно смоделировать. И здесь помогает переход к фрактальному представлению, что сильно облегчает работу инженерам и физикам, позволяя им лучше понять динамику сложных потоков*

*Например, атмосфера Юпитера представляет собой одно из самых захватывающих зрелищ в Солнечной системе (рис.). Между ледяным холодом космического пространства и тысячеградусной жарой в глубинах атмосферного океана гигантской планеты зарождаются циклопические облачные вихри самых причудливых форм.*



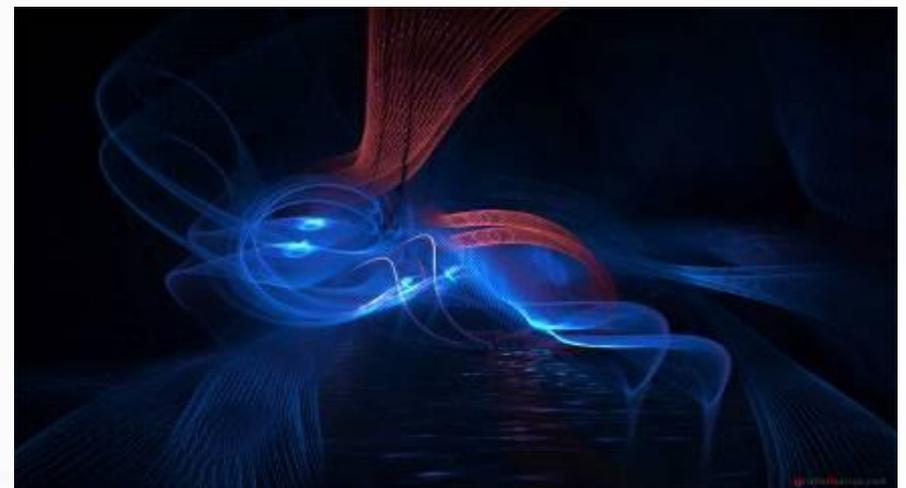
# ***Телекоммуникации.***

***Для передачи данных на расстояния используются антенны, имеющие фрактальные формы, что сильно уменьшает их размеры и вес.***



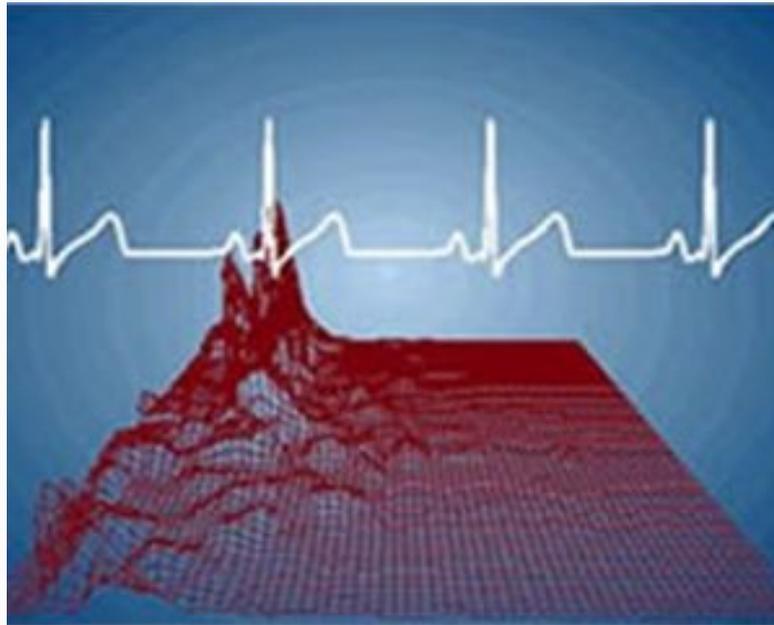
# **Физика поверхностей.**

**Фракталы  
используются для  
описания кривизны  
поверхностей.  
Неровная  
поверхность  
характеризуется  
комбинацией из  
двух разных  
фракталов.**



# *Медицина.*

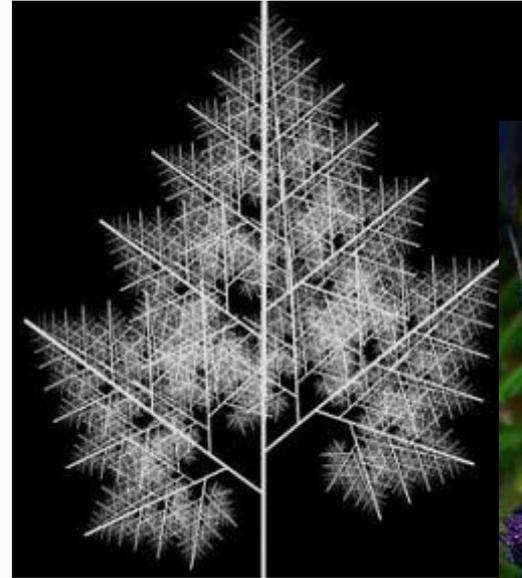
Биосенсорные взаимодействия  
Биения сердца



# Биология

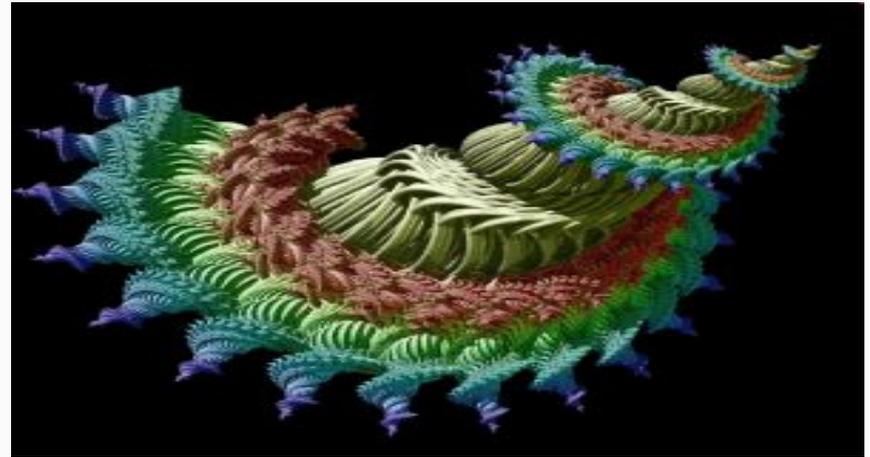
Моделирование хаотических процессов, в частности при описании моделей популяций

В природе фрактальными свойствами обладают многие объекты, например: кроны деревьев, цветная капуста, облака, кровеносная и альвеолярная системы человека и животных, кристаллы, снежинки, элементы которых выстраиваются в одну сложную структуру, побережья



# Фрактальное искусство

Еще одной захватывающей, но спорной областью применения фракталов служит компьютерное искусство. Фракталы не только служат ученым, но и помогают художникам передавать их мысли, чувства и настроения, воплощая самые невероятные фантазии. В наше время живописец уже не может обойтись без компьютерной программы, которая строит причудливые картины-фракталы

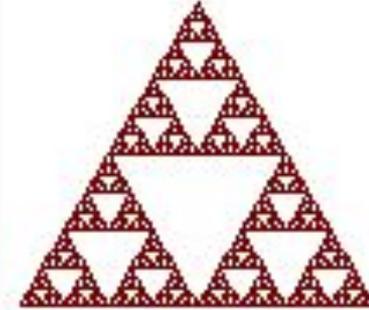


# Виды фракталов

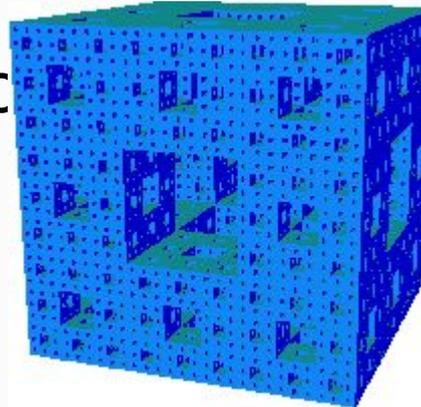
Решётка Серпинского.



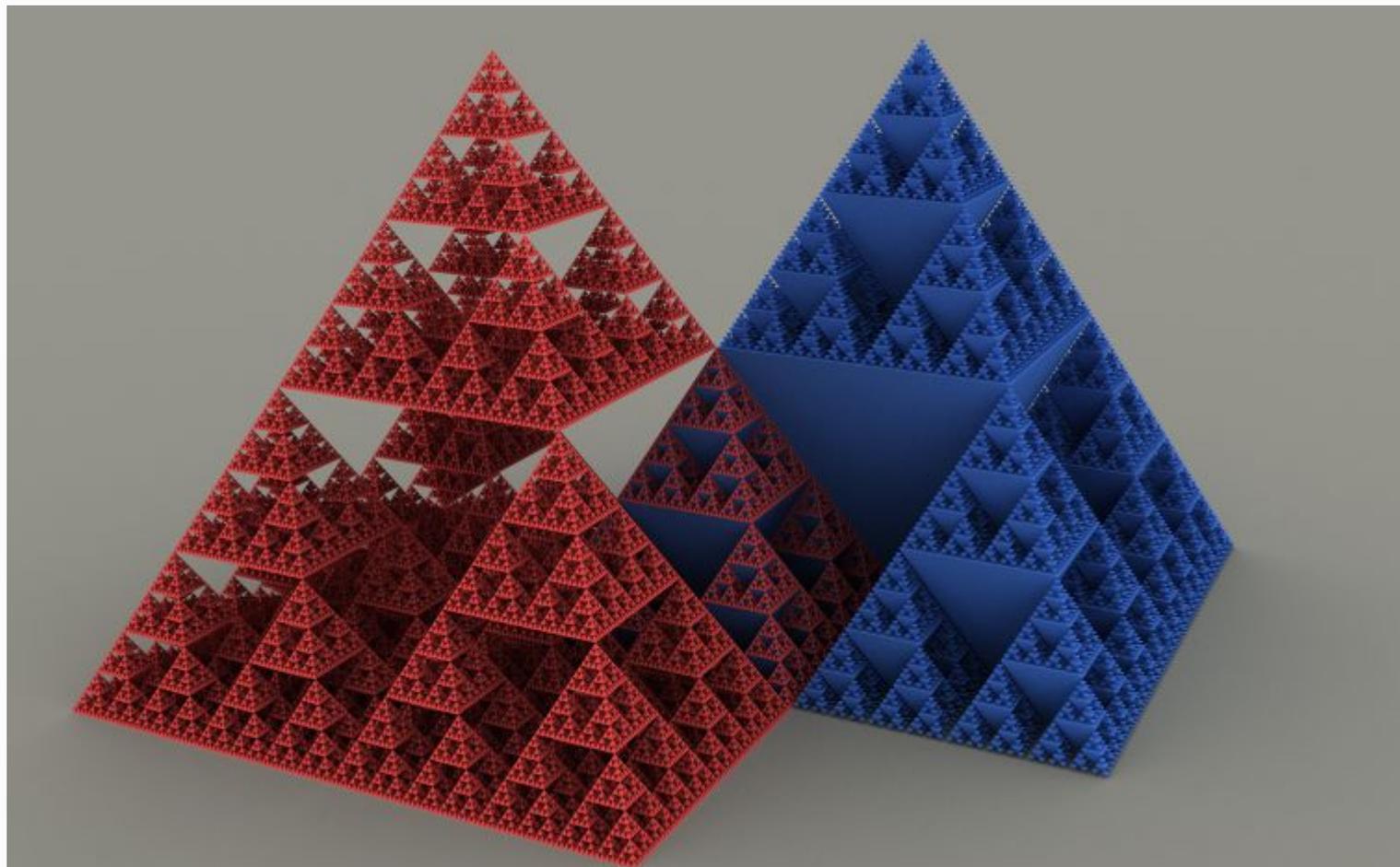
Треугольник Серпинского.



Губка Серпинского

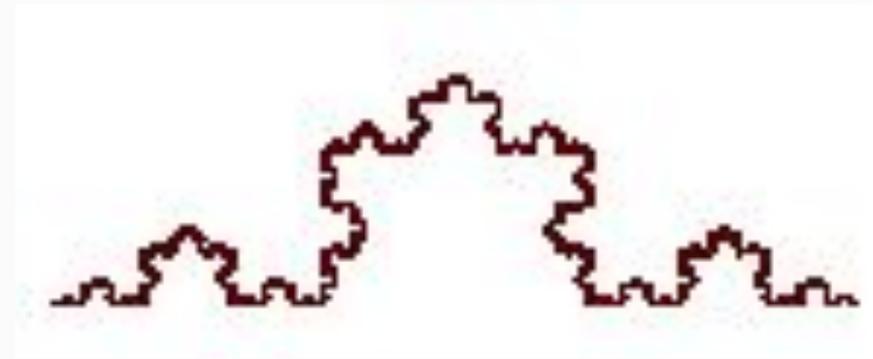


Тетрикс (tetrax) – трехмерный аналог треугольника Серпинского



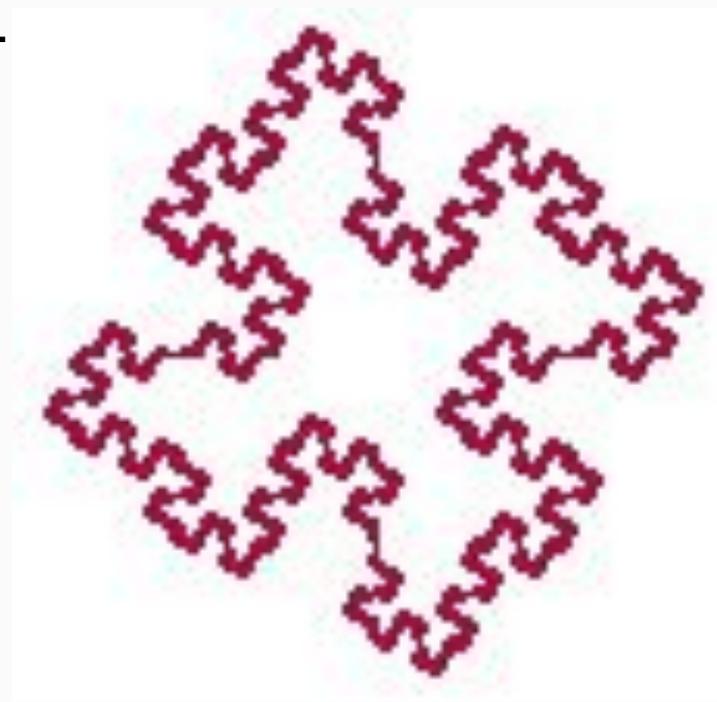
# Кривая Коха.

Она была изобретена в девятнадцатом веке немецким математиком по имени Хельге фон Кох. Инициатор - прямая линия. Генератор – равносторонний треугольник, стороны которого равны трети длины большего отрезка. Эти треугольники добавляются к середине каждого сегмента снова и снова



# *Фрактал Мандельброта.*

Это вариант кривой Коха  
несмотря на то, что этот  
объект не похож на нее.  
Вместо того, чтобы  
присоединять  
равносторонние  
треугольники к  
отрезку кривой, квадраты  
присоединяются к  
квадрату.



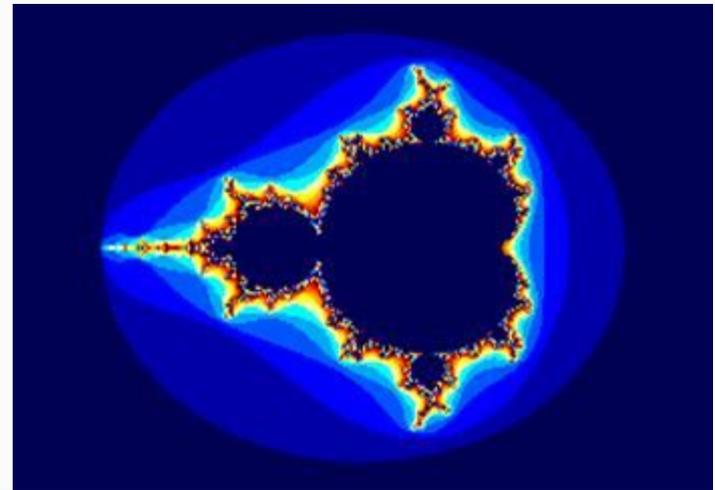
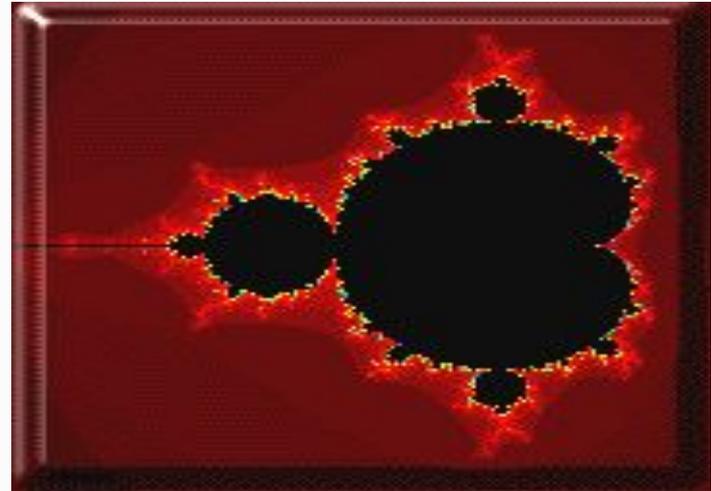
# *Кривая Дракона.*

Изобретенная  
итальянским  
математиком  
Джузеппе Пеано,  
Кривая Дракона или  
Взмах Дракона

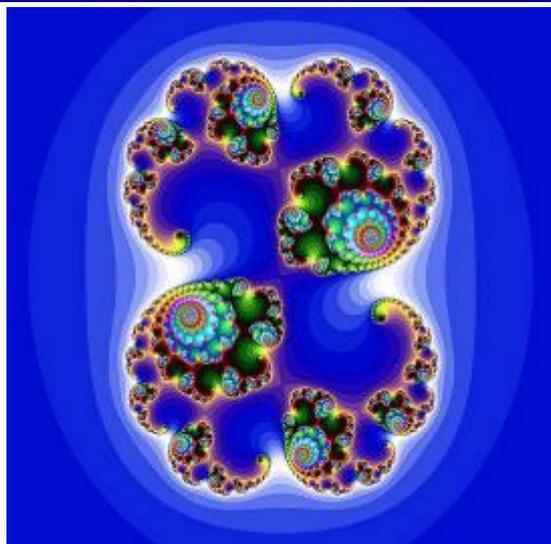
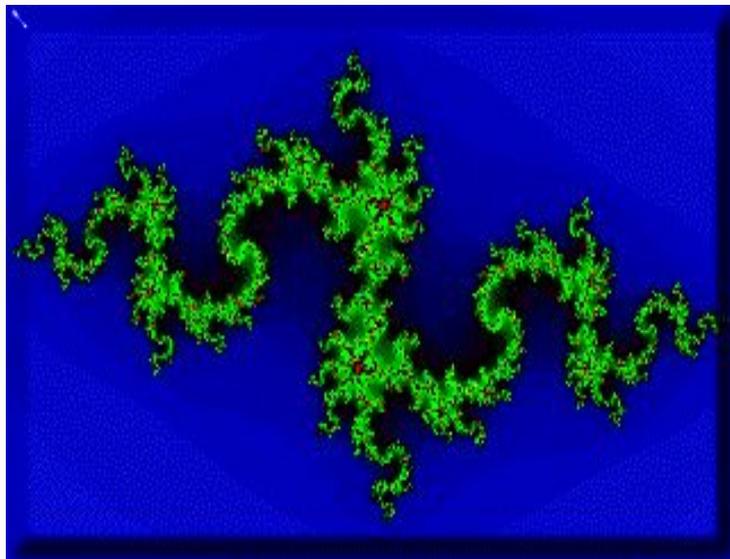


# Множество Мандельброта.

Множество Мандельброта, которое было построено Бенуа Мандельбротом, наверное первая ассоциация, возникающая у людей, когда они слышат слово фрактал. Этот фрактал, напоминающий чесальную машину с прикрепленными к ней пылающими древовидными и круглыми областями

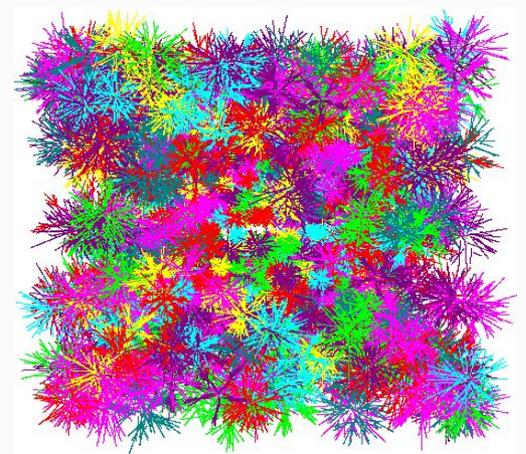
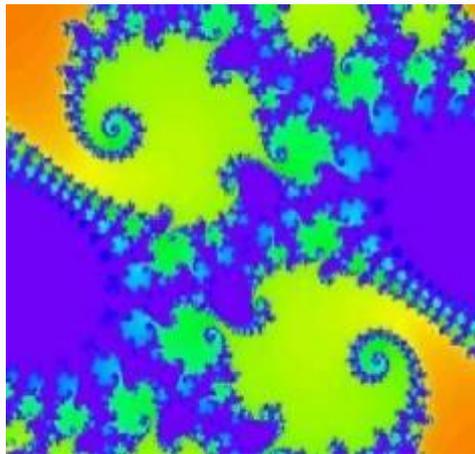
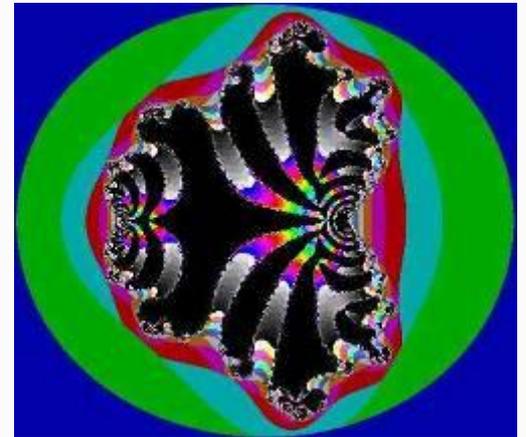
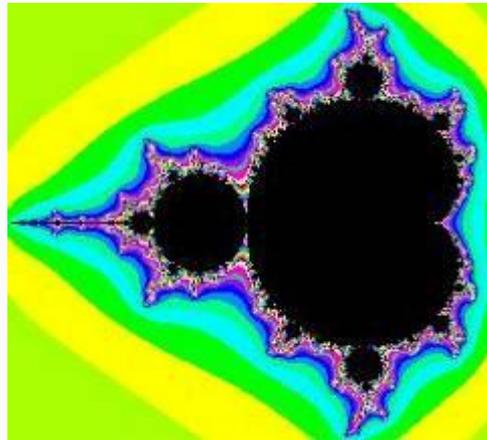


# Множество Жюлиа.



Множество Жюлиа  
было изобретено  
французским  
математиком  
Гастоном Жюлиа, по  
имени которого и  
было названо  
множество

## Еще некоторые примеры конструктивных фракталов



# Как построить фрактал?

Создатель фракталов выполняет роль художника, фотографа, скульптора, и ученого-изобретателя одновременно.

Какие предстоят этапы работы сотворения рисунка «с нуля»?  
задать форму рисунка  
математической формулой  
исследовать сходимость процесса  
и варьировать его параметры  
выбрать вид изображения  
выбрать палитру цветов

Среди фрактальных графических редакторов и прочих графических программ можно выделить:

«Art Dabbler»

«Painter» (без компьютера ни один художник никогда не достигнет заложенных программистами возможностей лишь посредством с помощью карандаша и пера кисти)

«Adobe Photoshop» (но здесь изображение «с нуля» не создается, а, как правило, только обрабатывается)

# Заключение

Фрактальная графика - это не просто множество самоповторяющихся изображений, это модель структуры и принципа любого сущего. Вся наша жизнь представлена фракталами. Не только визуальными, но ещё и структура этого изображения отражает нашу жизнь. Взять, к примеру, ДНК, это всего лишь основа, одна итерация, а при повторении... появляется человек! И таких примеров много. Нельзя не отметить широкое применение фракталов в компьютерных играх, где рельефы местности зачастую являются фрактальными изображениями на основе трёхмерных моделей комплексных множеств и броуновского движения. Фрактальная графика необходима везде, и развитие "фрактальных технологий" - это одна из немаловажных задач на сегодняшний день.

**Автор:**

Игнацевич С.В.

