



Фракталы.  
Фрактальная графика.

# Компьютерная графика

Компьютерная графика – область информатики, которая охватывает все стороны формирования изображений с помощью компьютера.

Виды компьютерной графики:

- растровая графика
- векторная графика
- фрактальная графика

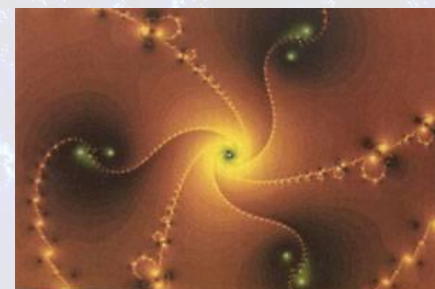


# Фрактальная графика

**Фрактальная графика** основана на математических вычислениях. Базовым элементом фрактальной графики является сама математическая формула.

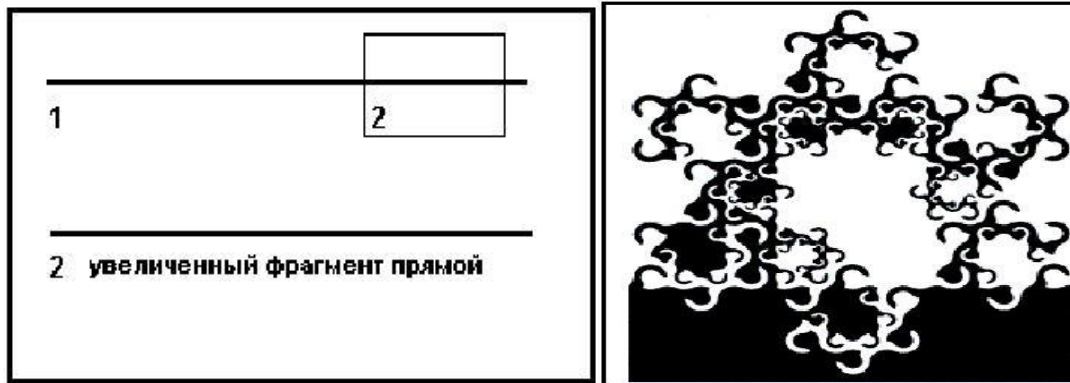
**Фрактал** (от лат. – дробленый, состоящий из фрагментов) – термин, обозначающий геометрическую фигуру, составленную из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. Небольшая часть фрактала содержит информацию о всем фрактале.

*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».*



# Свойства фракталов

- Нерегулярность фракталов
- Самоподобие фракталов



- Фрактальная размерность



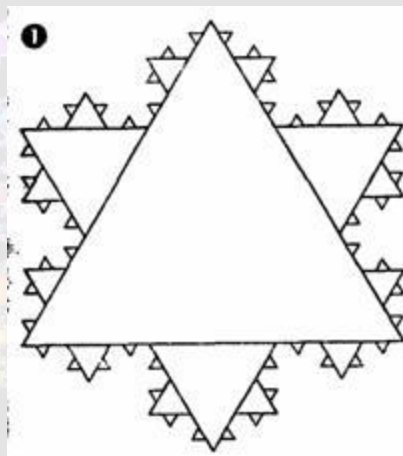
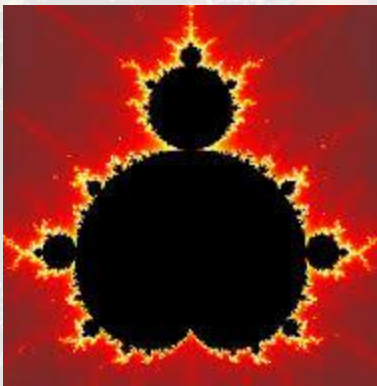
2D графика



3D графика

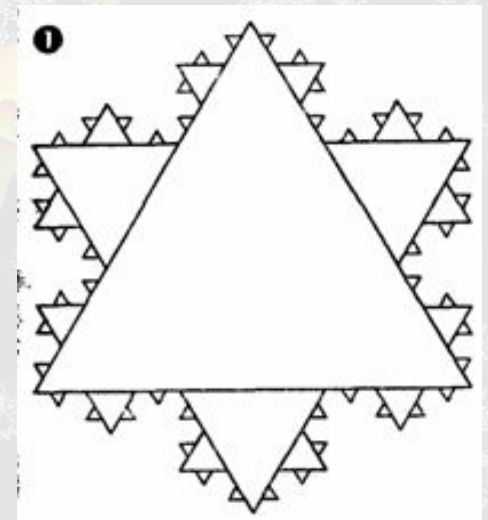
# Классификация фракталов

- Геометрические фракталы.
- Алгебраические фракталы.
- Стохастические фракталы.



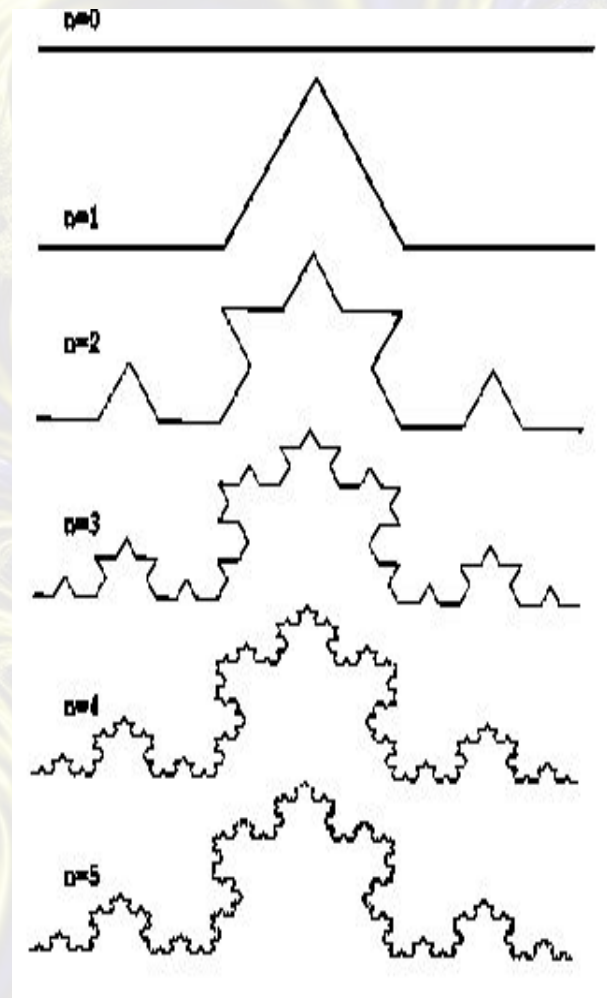
# Построение фракталов

- Простейшим фрактальным объектом является фрактальный треугольник.
1. Постройте обычный равносторонний треугольник.
  2. Разделите каждую из его сторон на три отрезка.
  3. На среднем отрезке стороны постройте равносторонний треугольник со стороной, равной  $1/3$  стороны исходного треугольника, а на других отрезках постройте равносторонние треугольники со стороной, равной  $1/9$ .
  4. С полученными треугольниками повторите те же операции. Вскоре вы увидите, что треугольники последующих поколений наследуют свойства своих родительских фрактальных структур.
  5. Так рождается фрактальная фигура.



# Геометрические фракталы. Построение фракталов

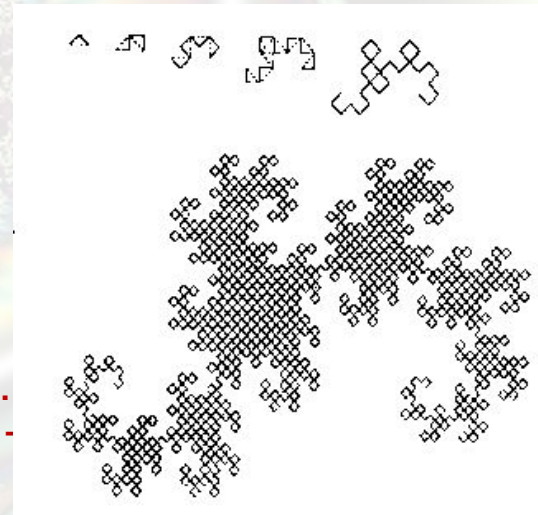
- Известный фрактал – кривая Коха.
- Берем отрезок и среднюю его треть переламаываем под углом 60 градусов. Затем повторяем эту операцию с каждой из частей получившейся ломаной - и так до бесконечности. В результате мы получим простейший фрактал - триадную кривую, которую в 1904 году открыла математик Хельга фон Кох.
- Если на каждом шаге не только уменьшать основной мотив, но также смещать и поворачивать его, можно получить более интересные и реалистично выглядящие образования, например, лист папоротника или даже целые их заросли.



# Геометрические фракталы.

## Построение фракталов

Пусть образующим элементом будут два равных отрезка, соединенных под прямым углом. В нулевом поколении заменим единичный отрезок на этот образующий элемент так, чтобы угол был сверху. Можно сказать, что при такой замене происходит смещение середины звена. При построении следующих поколений выполняется правило: самое первое слева звено заменяется на образующий элемент так, чтобы середина звена смещалась влево от направления движения, а при замене следующих звеньев, направления смещения середин отрезков должны чередоваться. На рис. представлены несколько первых поколений и 11-е поколение кривой, построенной по вышеописанному принципу. Предельная фрактальная кривая (при  $n$  стремящемся к бесконечности) называется *драконом Хартера-Хейтуэя*.

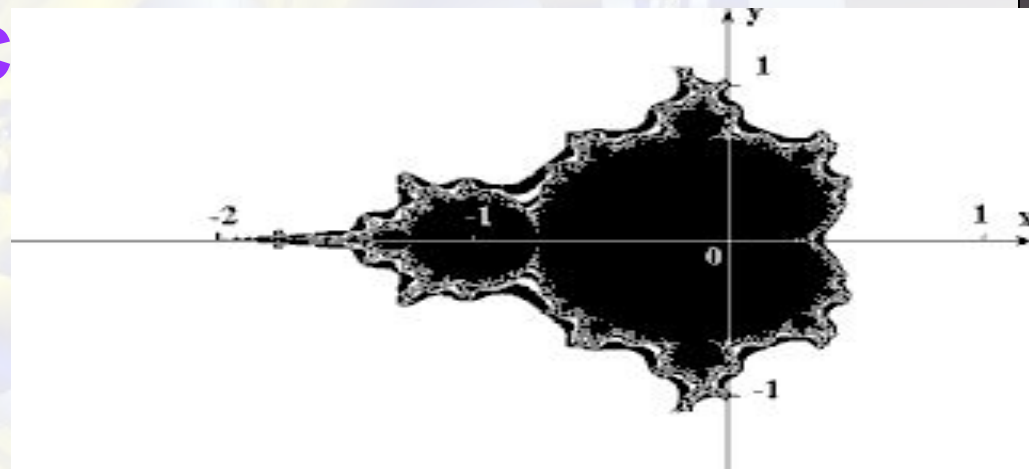
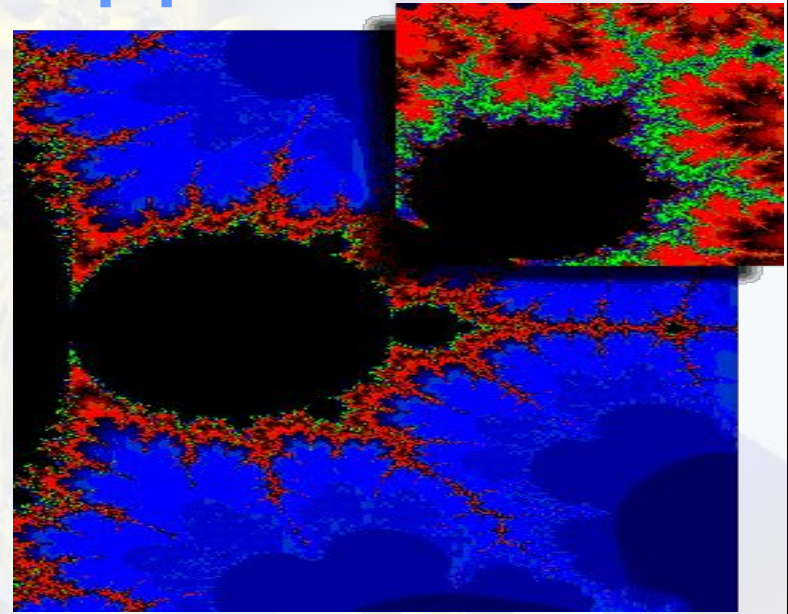




# Алгебраические фракталы

Алгоритм построения множества Мандельброта достаточно прост и основан на простом итеративном выражении:

$$Z[i+1] = Z[i] * Z[i] + C$$

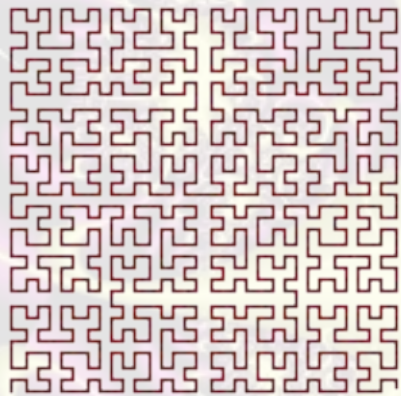


# Стохастические фракталы



# Известные фракталы

Кривая Гильберта:



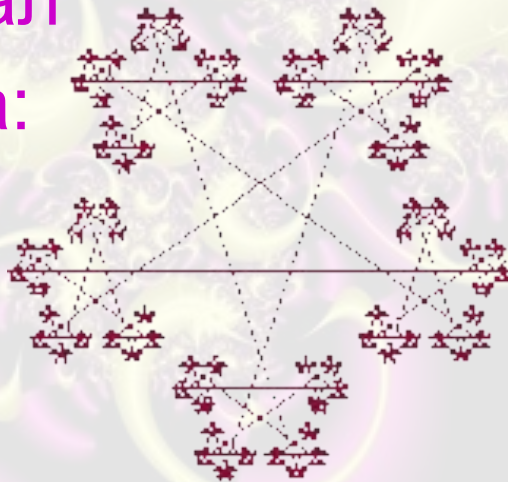
Фрактал

Снежинка:



Фрактал

Звезда:



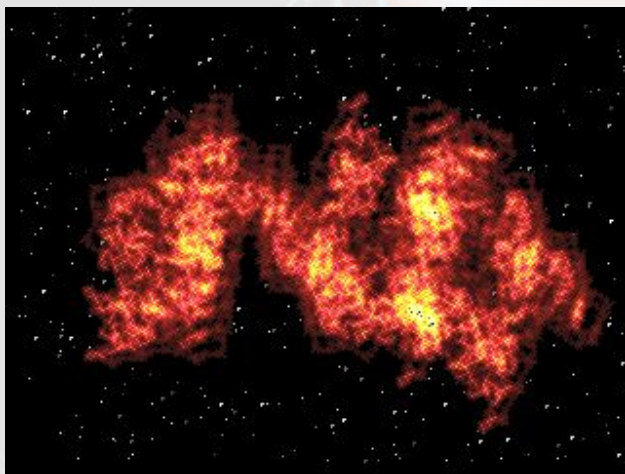
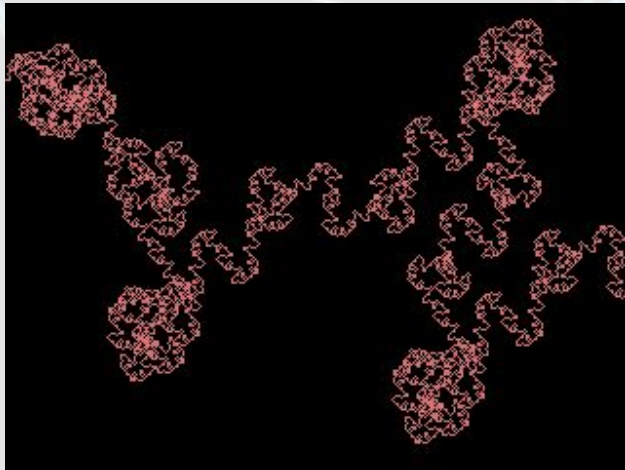
Пятиугольник

Дарера:

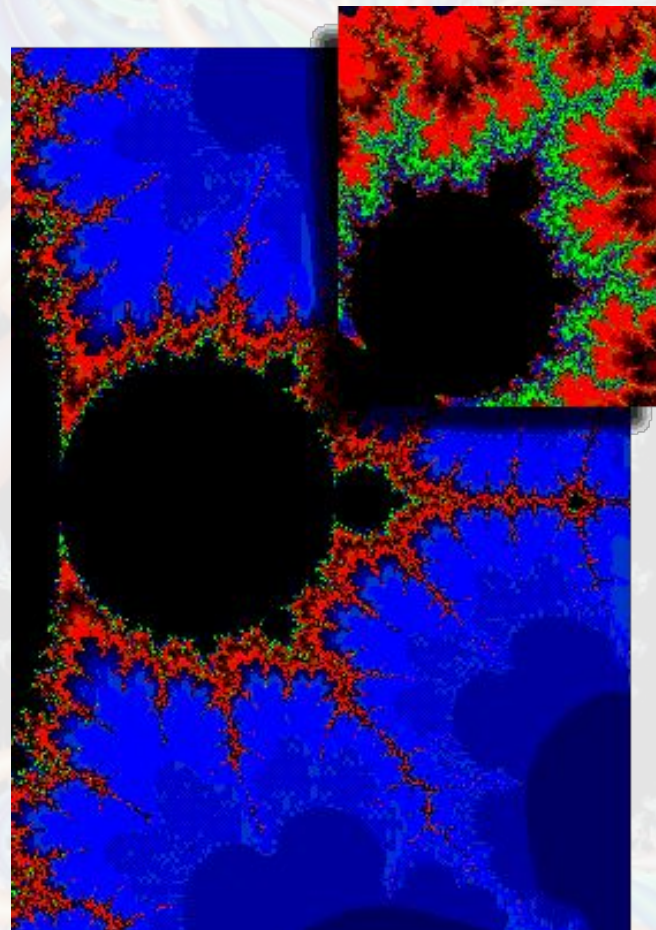


# Известные фракталы

Последовательность Морса:

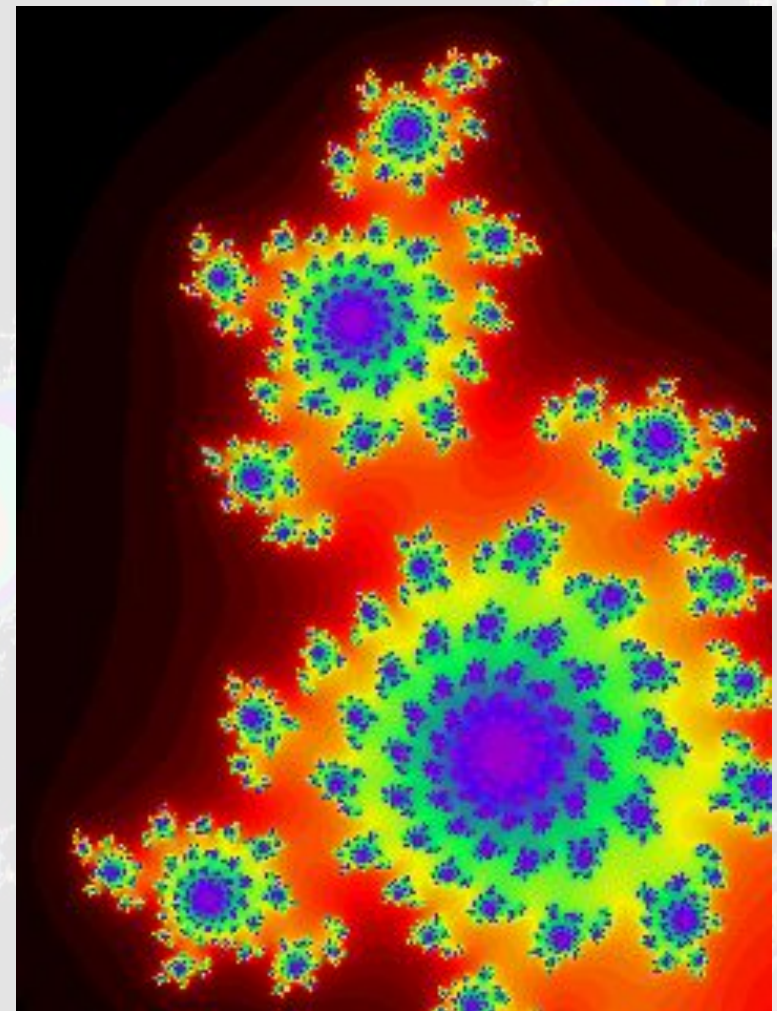
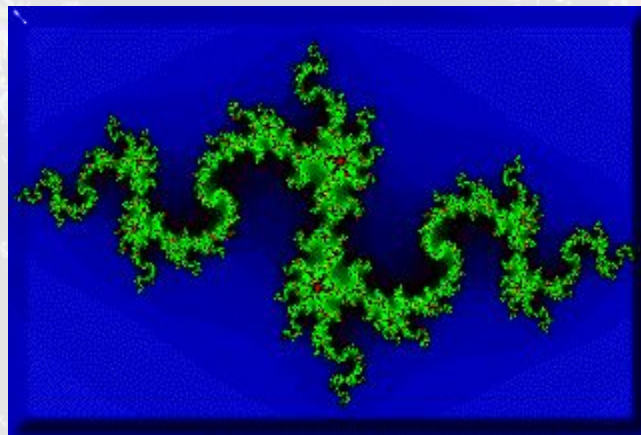
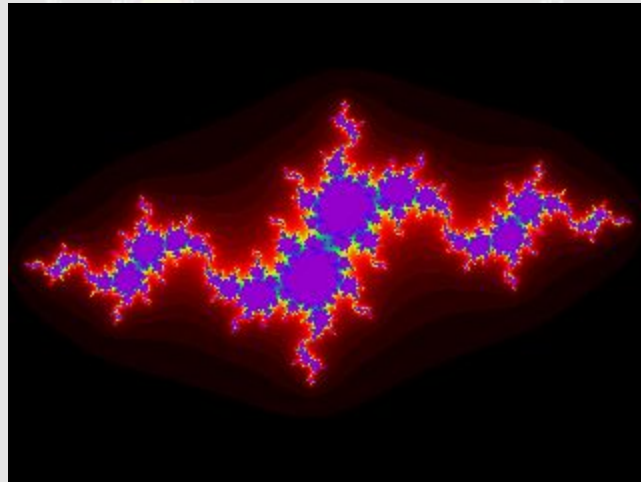


Множество Мандельброта:

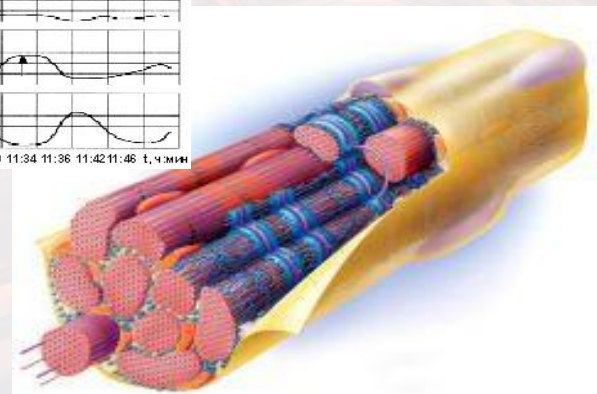
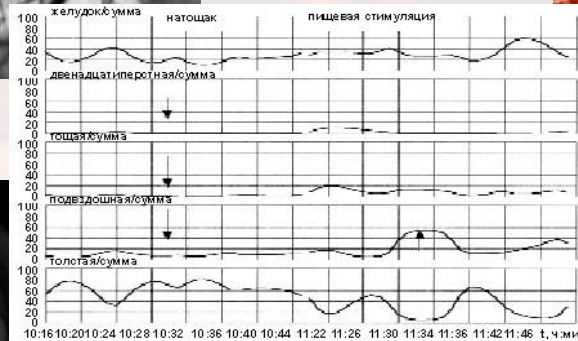
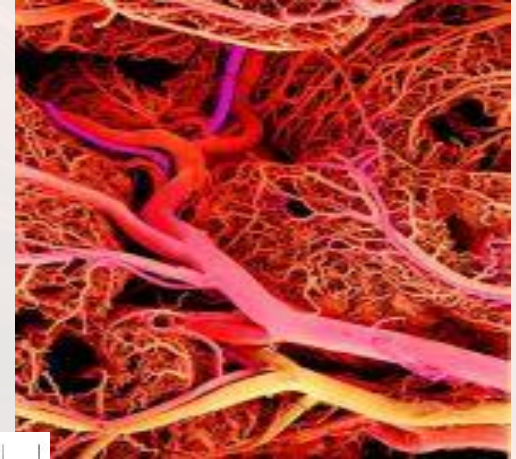
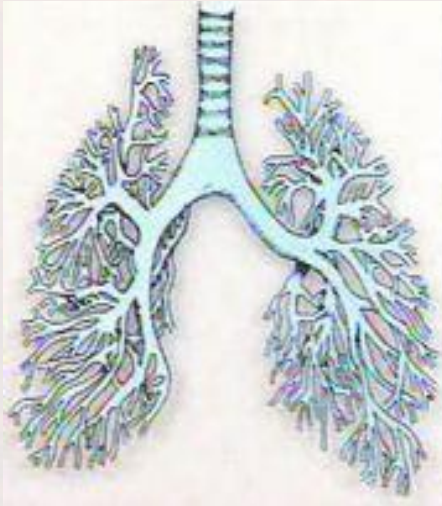


# Известные фракталы

Множество Жюлиа:

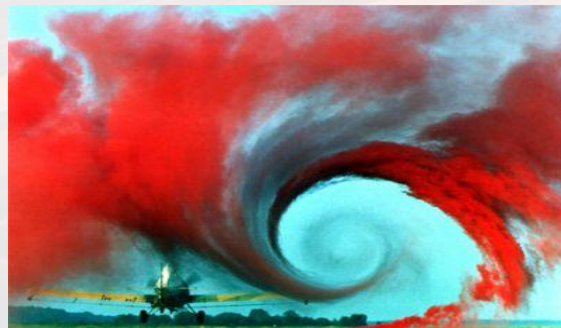
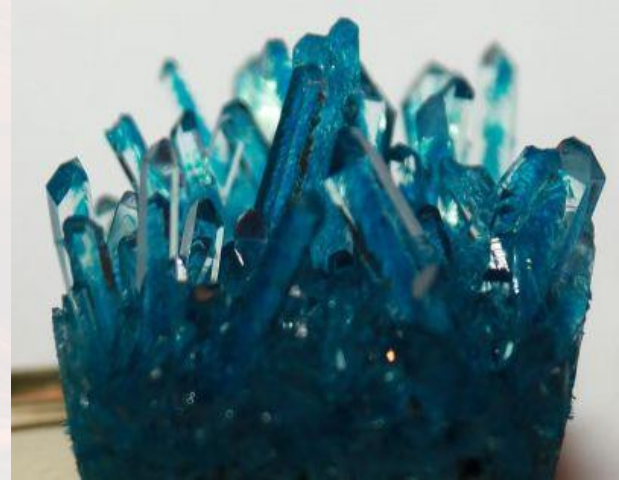
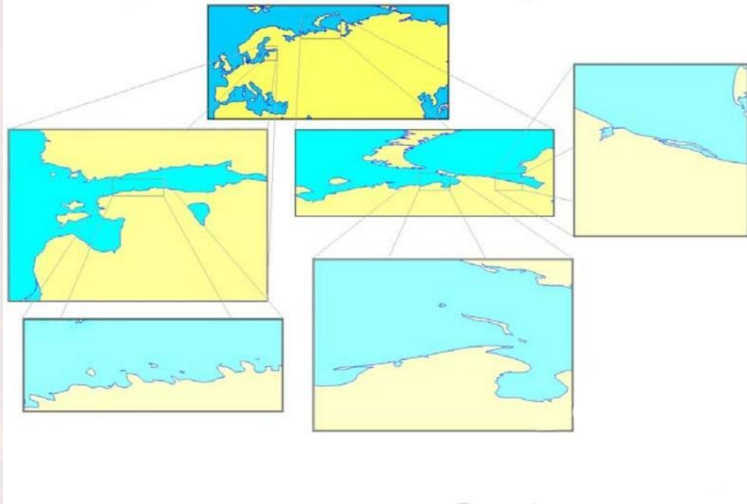


# Применение фракталов. Медицина.

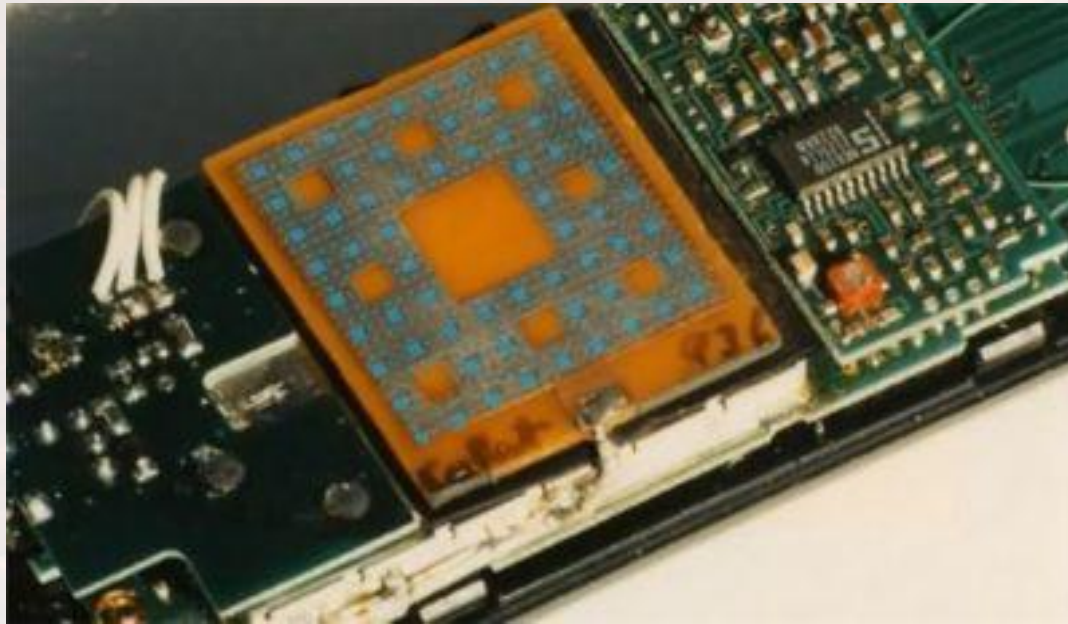


# Применение фракталов. Естественные науки.

Самоподобие и фрактальность береговой линии

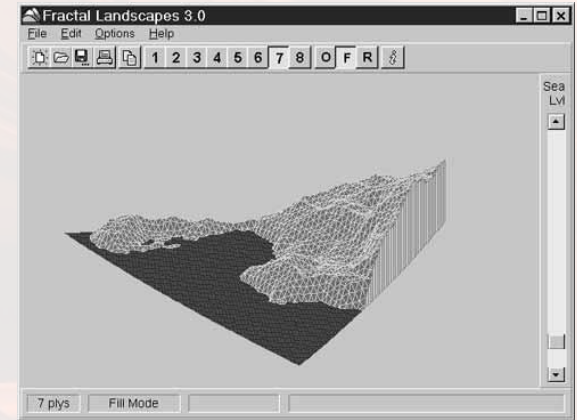


# Применение фракталов. Телекоммуникации.





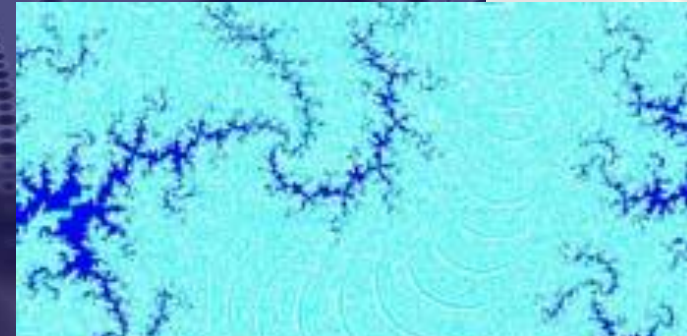
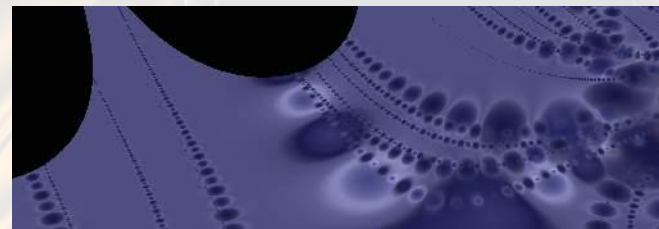
# Применение фракталов. Фракталы как элементы визуализации и спецэффектов.



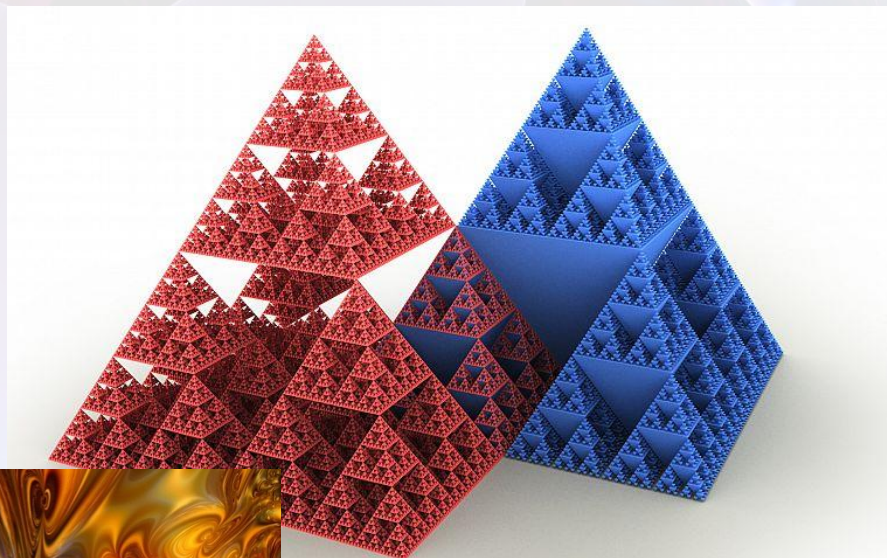
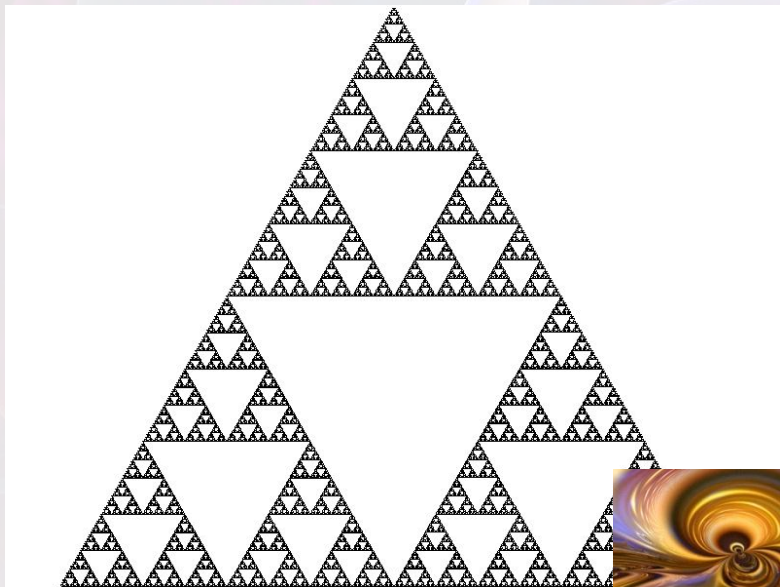
Как только Мандельброт открыл понятие фрактала, оказалось, что мы буквально окружены ими. Фрактальны слитки металла и горные породы, фрактальны расположение ветвей, узоры листьев, капиллярная система растений; кровеносная, нервная, лимфатическая системы в организмах животных, фрактальны речные бассейны, поверхность облаков, линии морских побережий, горный рельеф...

**Программы по созданию фрактальных изображений:**

- Art Dabbler
- Fractal Explorer
- Chaos Pro
- Apophysis
- Mystica.

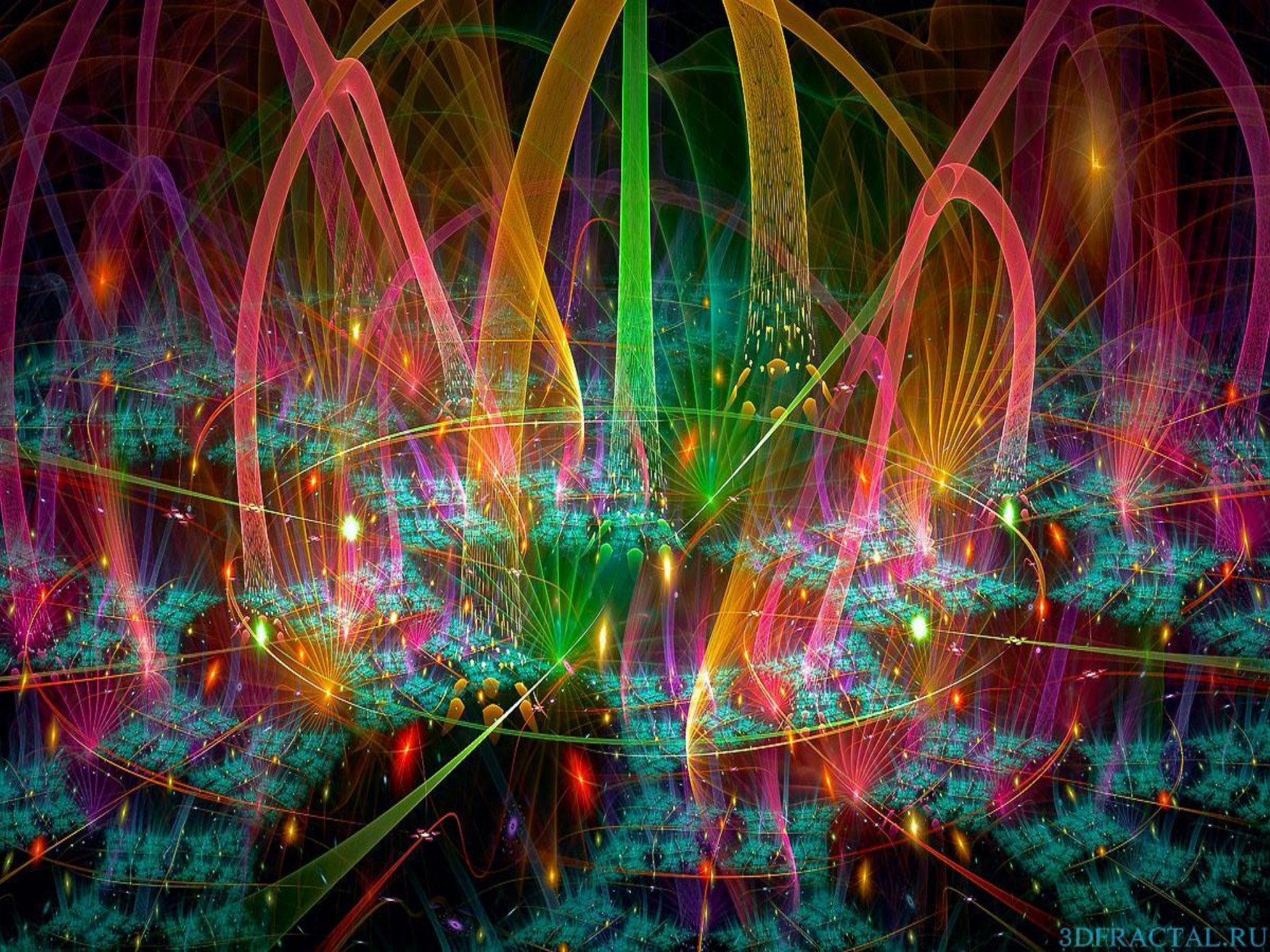


# Фракталы













**Спасибо за внимание!**