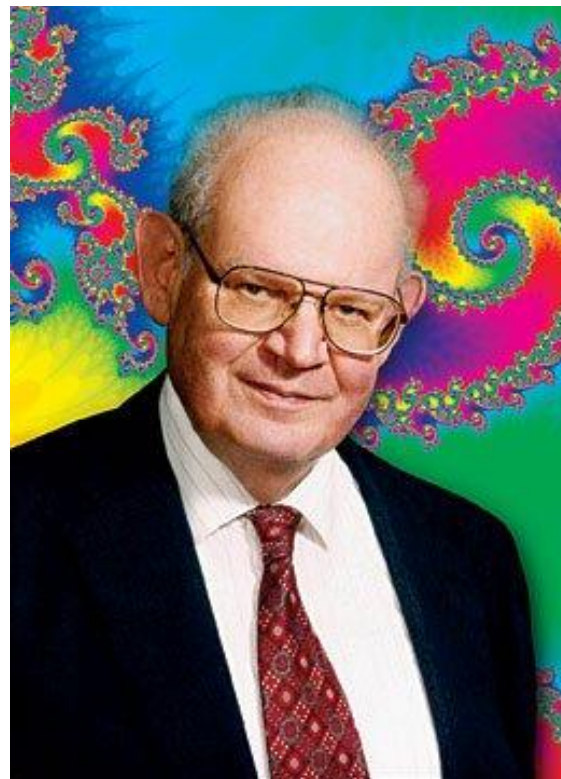




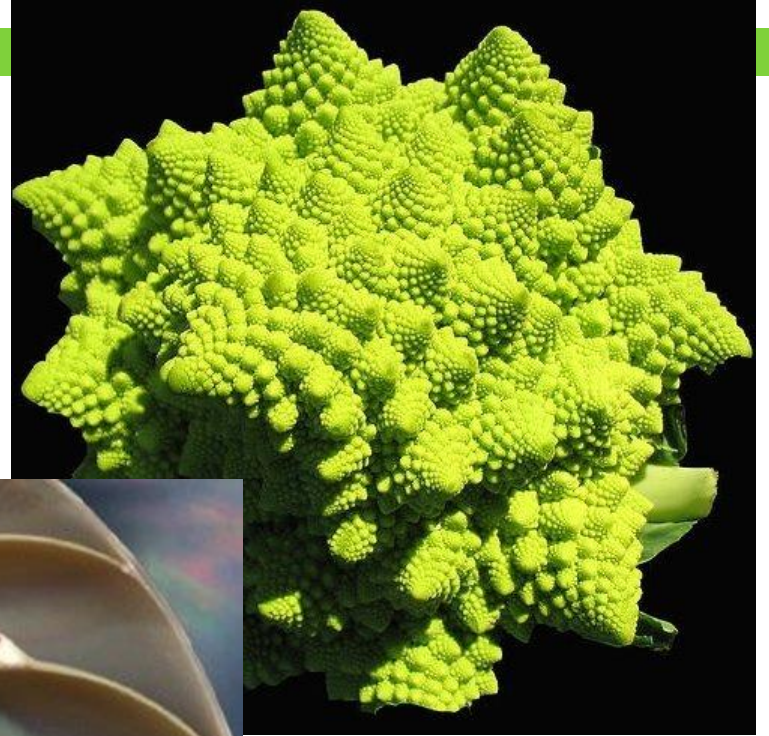
## *Фракталом*

называется  
структура,  
состоящая из  
частей, которые в  
каком-то смысле  
подобны целому



Бенуа Мандельброт  
1924 - 2010

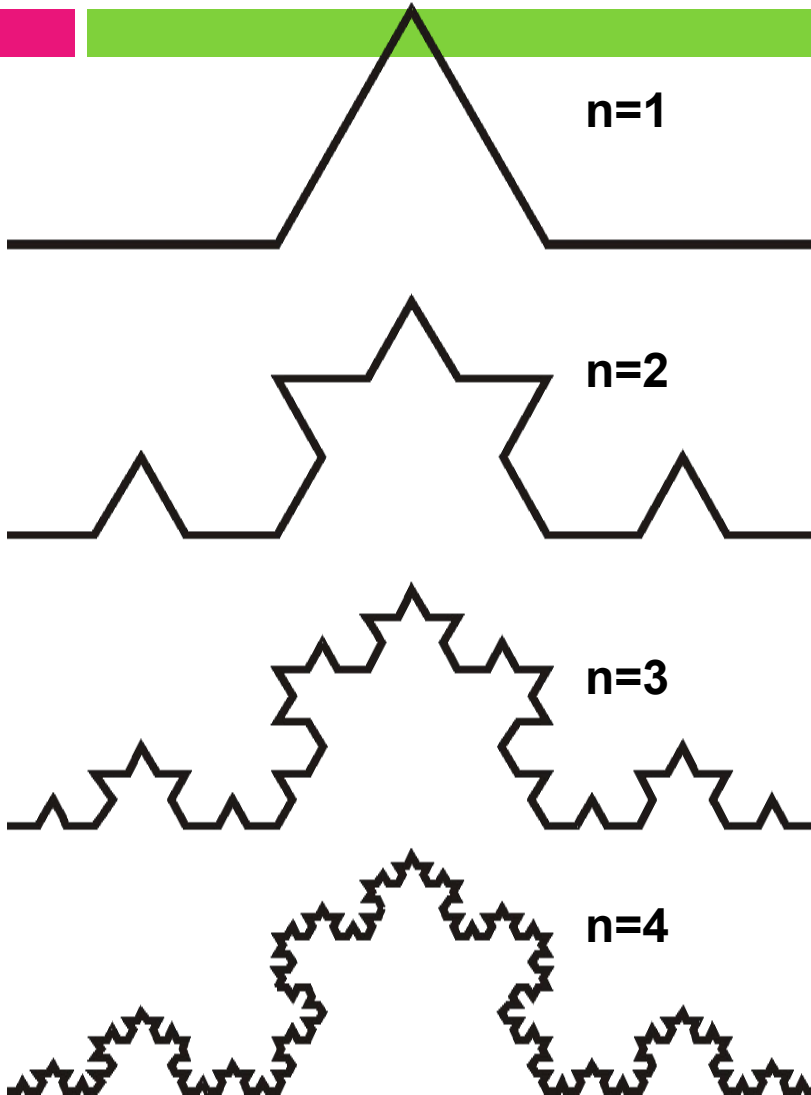
# Фракталы в природе



# Геометрические фракталы

Фракталы этого класса — самые наглядные, потому что в них сразу видна самоподобность.

# Кривая Кох



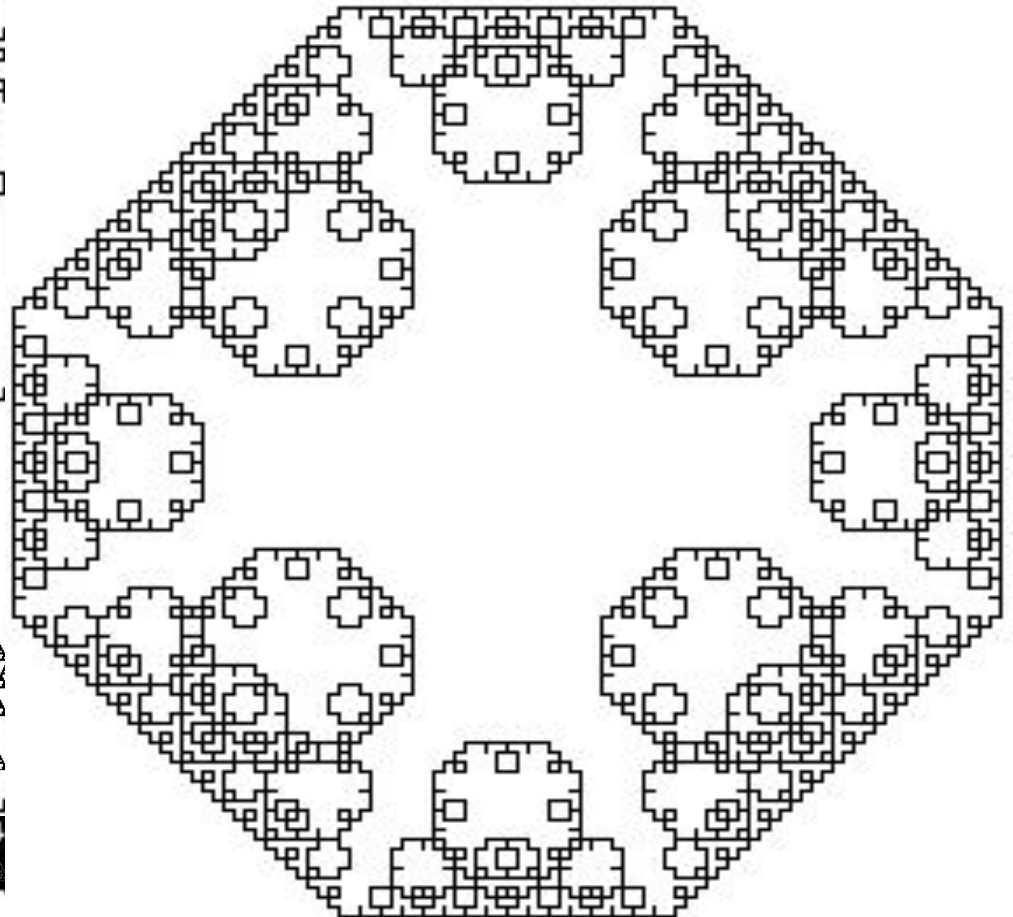
**Кривая Коха** — фрактальная кривая описанная в 1904 году шведским математиком Хельге фон Кохом.

Процесс её построения выглядит следующим образом:

- берём единичный отрезок, разделяем на три равные части и заменяем средний интервал равносторонним треугольником без этого сегмента. В результате образуется ломанная, состоящая из четырех звеньев длины  $1/3$ .
- На следующем шаге повторяем операцию для каждого из четырёх получившихся звеньев
- И так далее...

# Примеры геометрических фракталов

Кривая Леви



# Алгебраические фракталы

Это самая крупная группа фракталов. Свое название они получили за то, что их строят на основе алгебраических формул, иногда весьма простых.

# Алгебраические фракталы

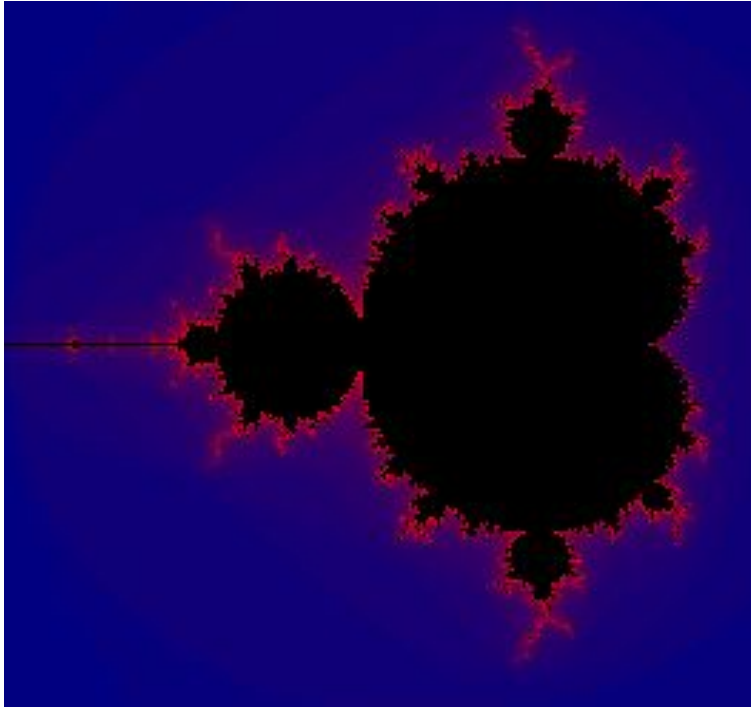
## алгоритм построения

Методов получения алгебраических фракталов несколько. Один из методов представляет собой многократный (итерационный) расчет функции  $Z_{n+1}=F(Z_n)$ , где  $Z$  – комплексное число, а  $F$  – некая функция. Расчет данной функции продолжается до выполнения определенного условия. И когда это условие выполнится - на экран выводится точка. При этом значение функции для разных точек комплексной плоскости может иметь разное поведение:

- с течением времени стремится к бесконечности;
- стремится к 0;
- принимает несколько фиксированных значений и не выходит за их пределы;
- поведение хаотично, без каких-либо



# Фрактал Мандельброта

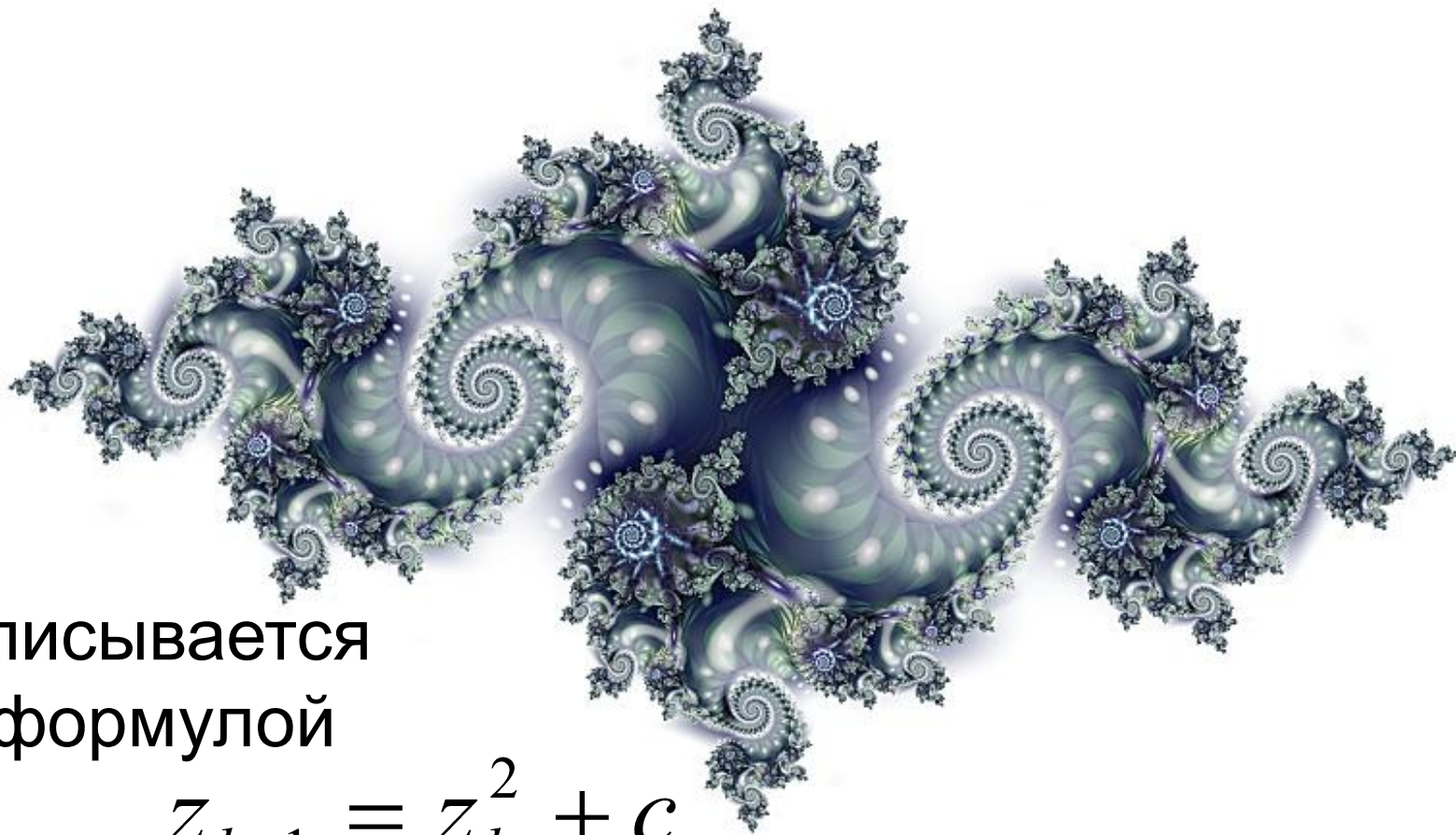


Описывается  
формулой

$$z_{k+1} = z_k^2 + z_0$$

$$z_k = x_k + iy_k$$

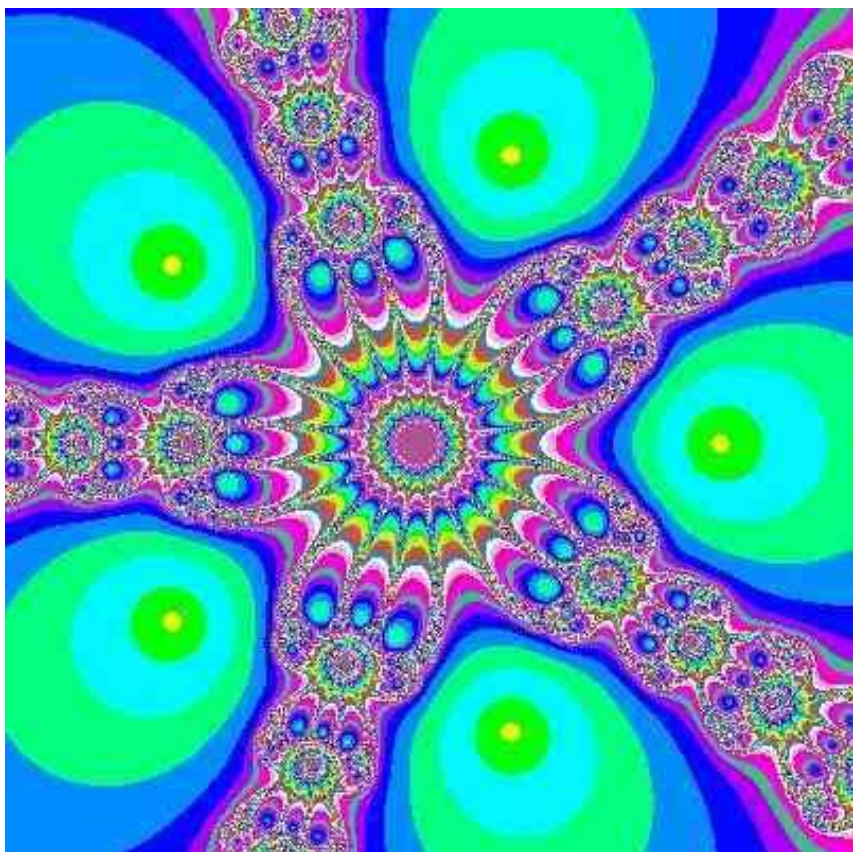
# Фрактал Джулия



Описывается  
формулой

$$z_{k+1} = z_k^2 + c$$

# Фрактал Ньютона

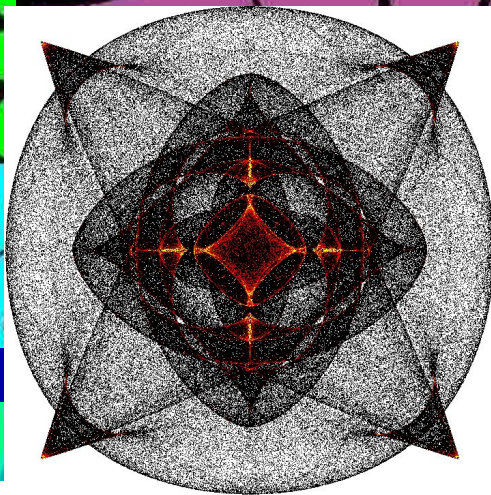
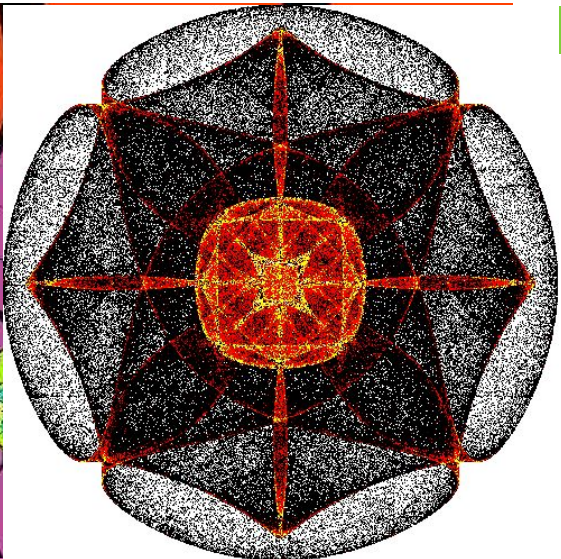
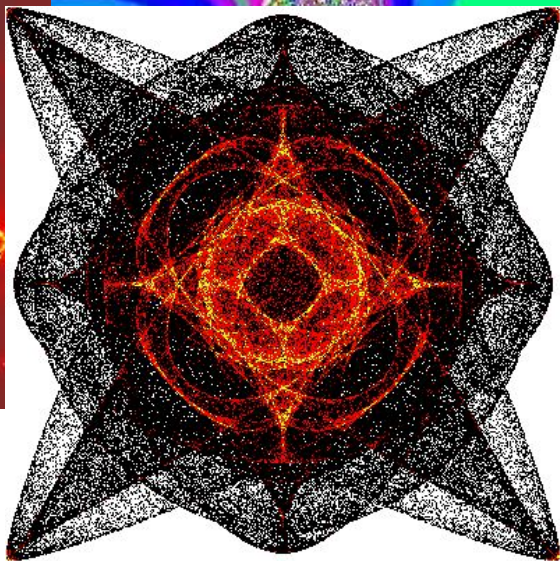


Описывается  
формулой

$$z_{k+1} = \frac{3z_k^4 + 1}{4z_k^3}$$

# Алгебраические фракталы – примеры

Множество Мандельброта  
Сложный Антракт  
Биоморфы



Множество Мандельброта,  
его границы

# Стохастические фракталы

Получаются в том случае, если в итерационном процессе случайным образом менять какие-либо его параметры.

При этом получаются объекты очень похожие на природные - несимметричные деревья, изрезанные береговые линии и т.д. Двумерные стохастические фракталы используются при моделировании рельефа местности и поверхности моря.

# Стохастические фракталы -

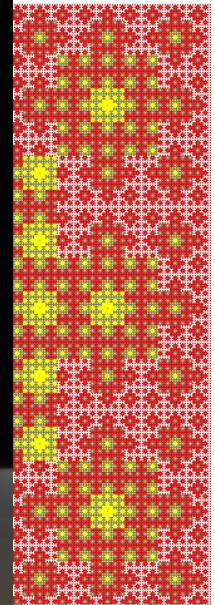
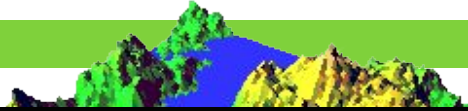
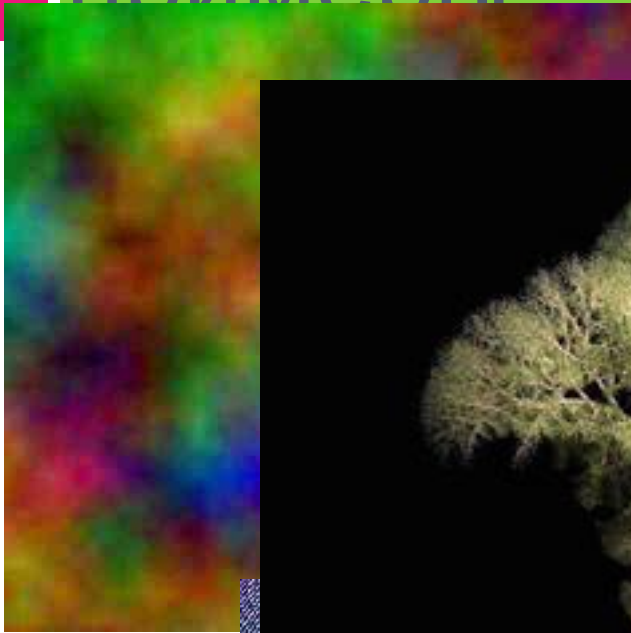
## примеры



# Стохастические фракталы - примеры



# Стохастические фракталы – примеры







# Свойства фракталов

- Самоподобие
- Фракталы выражаются в виде математических уравнений
- Характер большинства фрактальных алгоритмов рекурсивный.
- Теоретически глубина рекурсии фрактала бесконечна.



# Генераторы фракталов

# Apophysis

Бе

- До
- лю
- Ре
- фр
- ар
- Ме
- ис
- Ан
- вр
- фр
- htt

The screenshot displays the Apophysis 2.05 beta software interface. The main window shows a complex fractal pattern in shades of blue and green. The interface includes several panels:

- Mutation:** A grid of 9 small images showing different stages or variations of the fractal.
- Transform Editor:** A 2D coordinate system with a grid, showing a red triangle and a yellow dashed line. A table on the right lists transform variations and their values.
- Script Editor:** A text editor containing a script for rotating the reference transform.
- Adjust:** A panel for adjusting the fractal's appearance, including Gamma, Brightness, and Vibrancy sliders.
- Camera/Rendering:** A panel for adjusting rendering parameters like Image Size and Master Scale.

Variation	Value
linear	0.79564
sinusoidal	0
spherical	0
swirl	0
horseshoe	0

```
1 { Rotate the reference tr
2 { Hit any key to stop }
3 Flame.SampleDensity := 1;
4 while not Stopped do
5 begin
6 RotateReference (3.6);
7 Preview;
8 end;
```

le

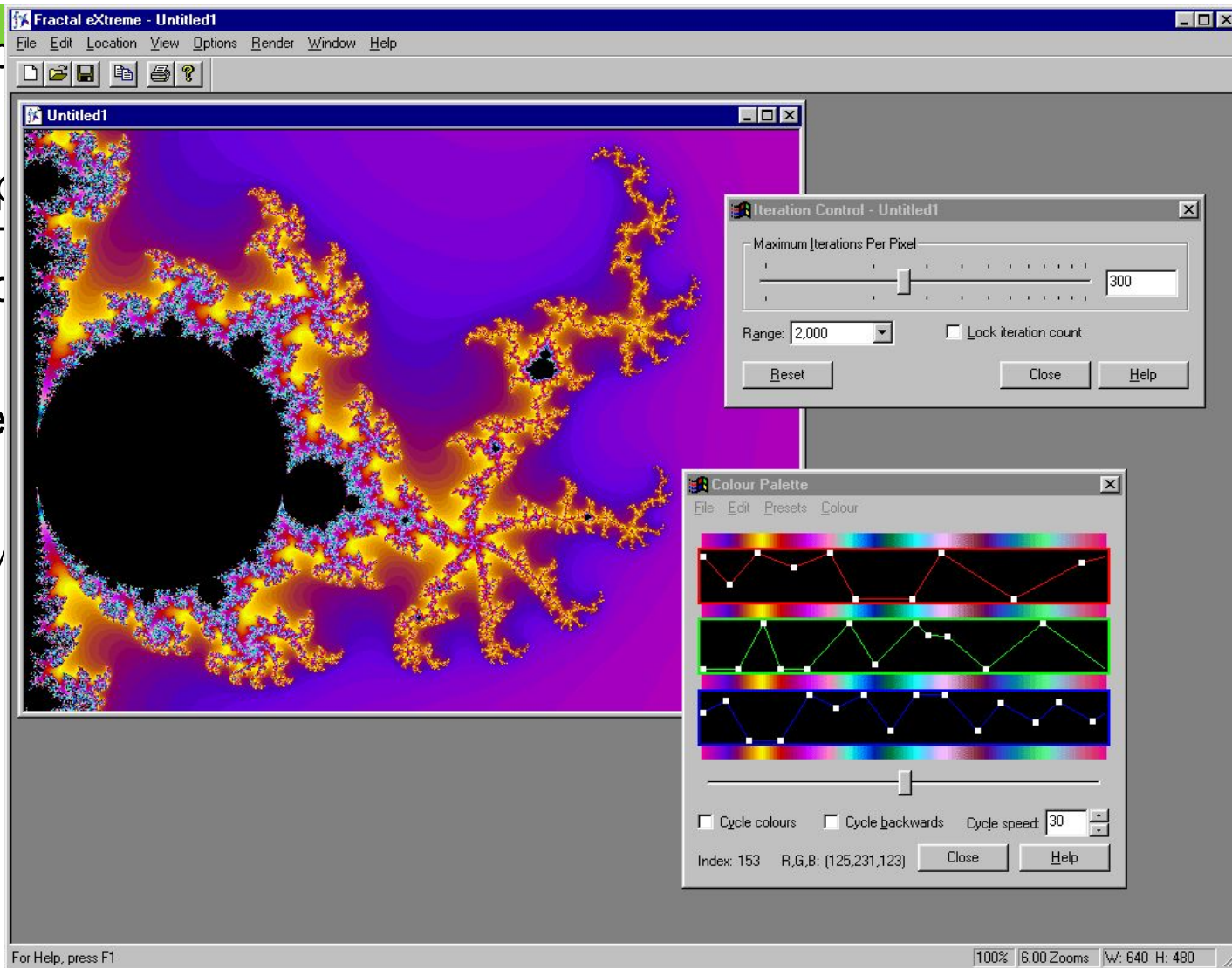
o  
x

э

M  
o

# Fractal eXtreme

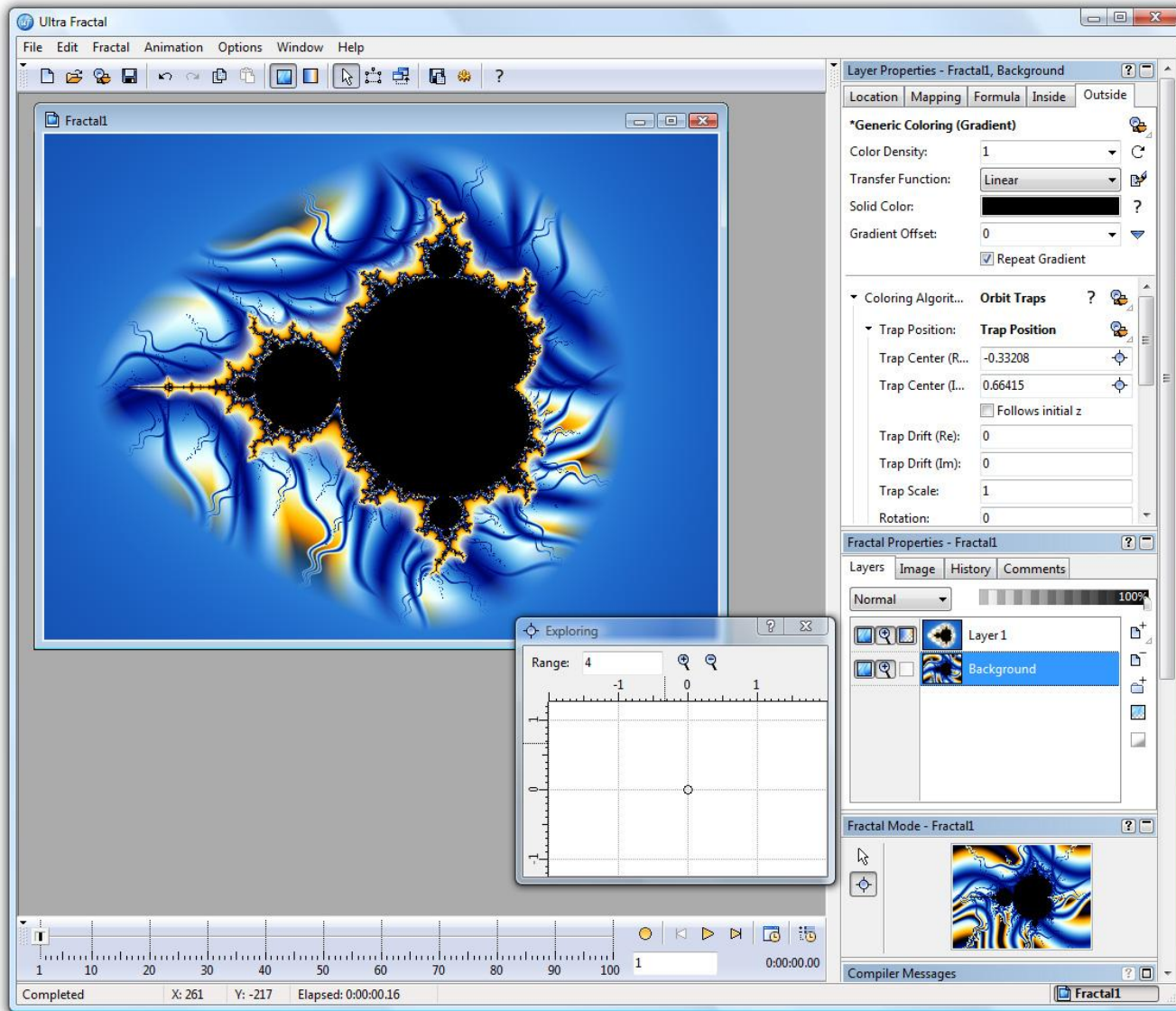
- Программное обеспечение
- Изображение фрактальной области
- Существующие ресурсы
- <http://www.fractal-extreme.com/>



1X  
10

# Ultra Fractal

- С помощью текстовых оригиналов
- Работать с помощью смешанных
- Создать высокодетализированные изображения
- <http://www.ultrafractal.com/>



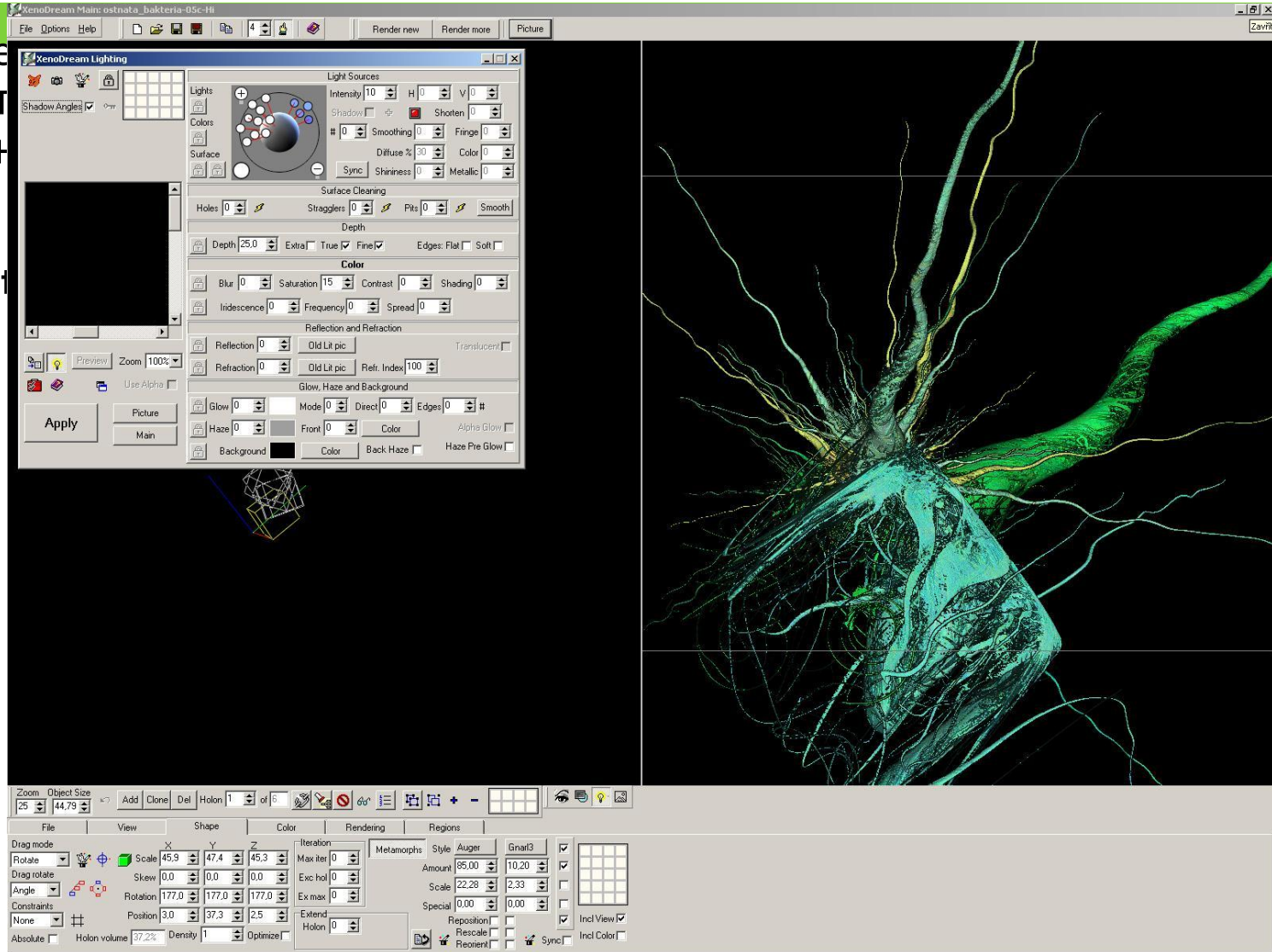
нны  
досто

омые  
их

зать в

# XenoDream

- Хен
- СТ
- ИН
- htt



дая  
для

# Применение фрактальной графики

- Генерация изображений природных объектов
- Механика жидкостей
- Моделирование популяций;
- Биосенсорные взаимодействия;
- Процессы внутри организма, например, биение сердца.
- Фрактальные антенны
- Сжатие изображений
- Децентрализованные сети





mak31k979

