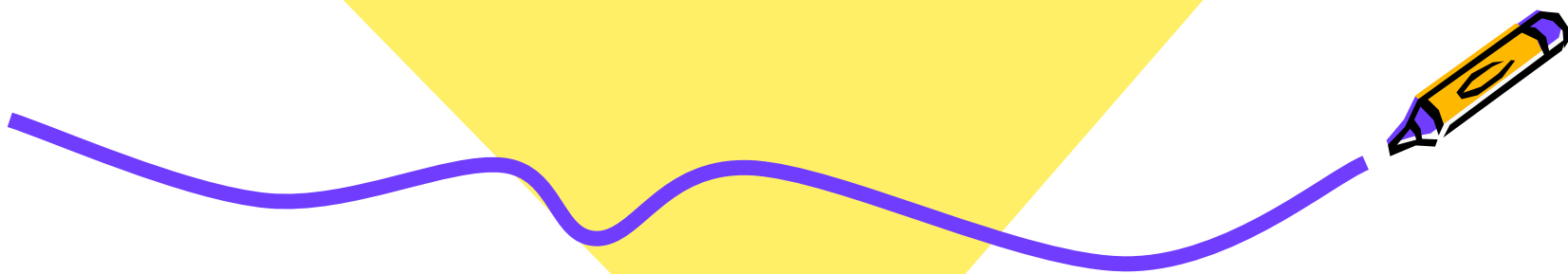


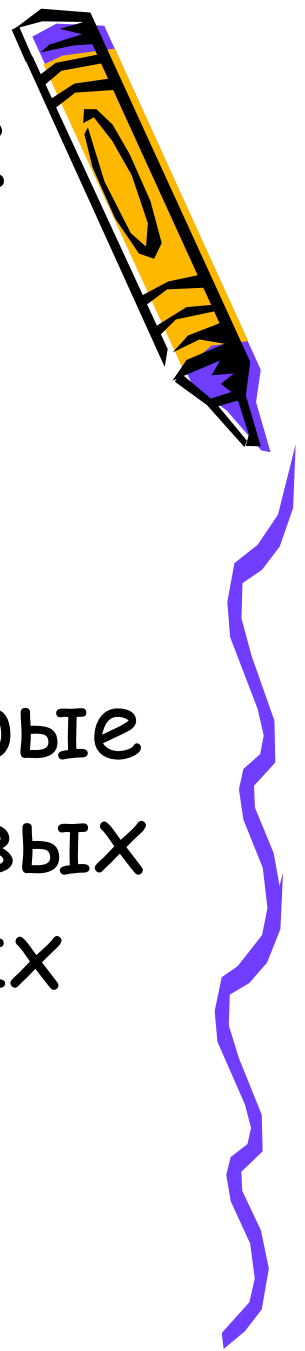


ГРАФИЧЕСКИЕ РЕДАКТОРЫ



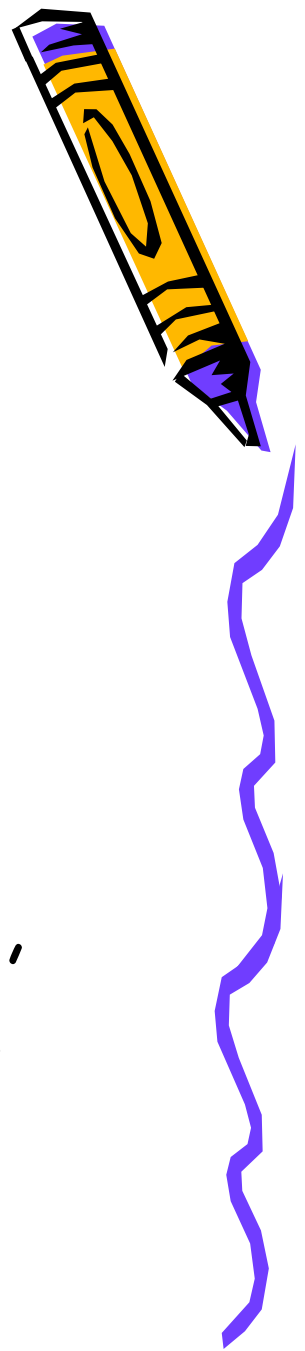
Графические примитивы

Примитивы- наименьшие графические элементы, неделимые с точки зрения прикладной программы, которые используются в качестве базовых для построения более сложных изображений.



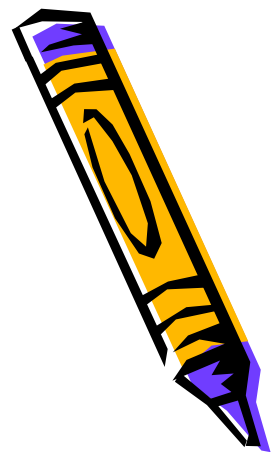
Группы примитивов:

- Геометрические (точка, отрезок, ломаная, дуга, кривая и др.).
- Текстовые (алфавит, цифры и т. п.).
- Служебные (символьные) (курсор, служебные значки, полумаркеры).
- Некоторая графическая информация, отображаемая в графической форме.



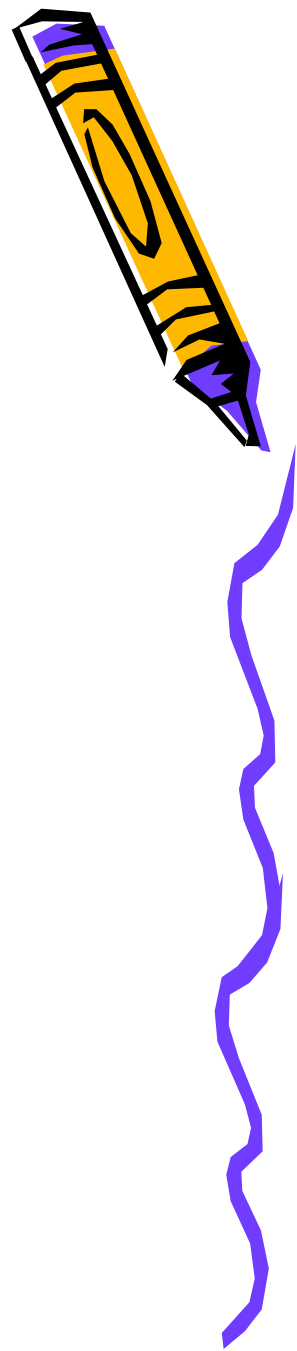
Характеристики примитивов:

1. Параметры - форма, размер, расположение.
2. Атрибуты - визуальные свойства и статус примитива (возможность изменения).

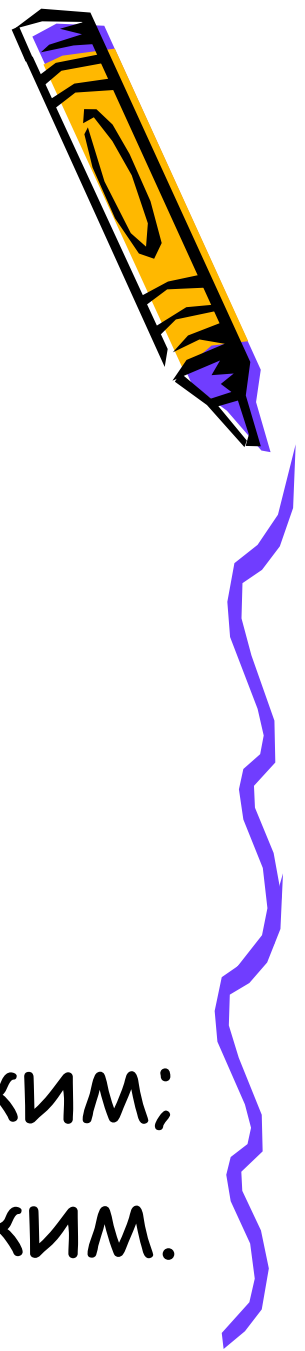


Визуальные свойства:

1. Яркость.
2. Цвет.
3. Режим мерцания.
4. Вид линии.



Статус примитива -



ВОЗМОЖНОСТЬ ИЛИ НЕВОЗМОЖНОСТЬ
действия с примитивом или
набором примитивов.

Статус может быть:

- статическим;
- динамическим.



Различные виды графики



Векторная графика



Растровая графика

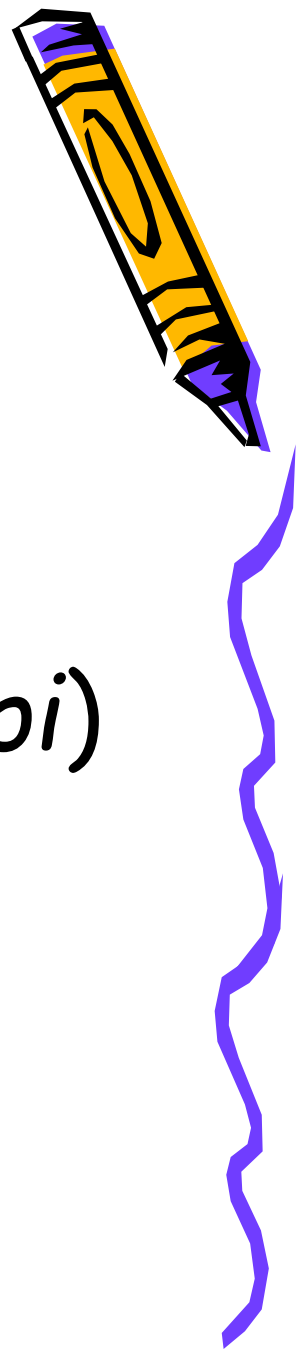


Трёхмерная графика



Линиатура

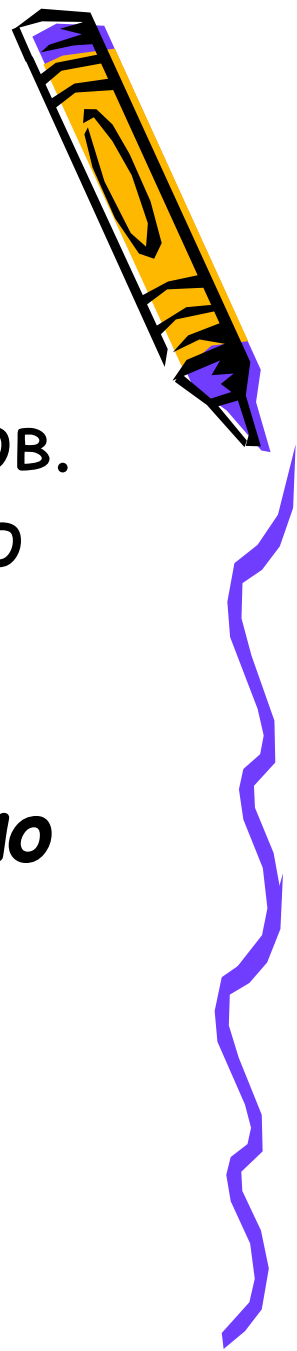
Частота сетки растра
измеряется числом линий
на дюйм (*lines per inch - lpi*)
и называется линиатурой.



Достоинства растровой графики

1. Каждый пиксель - миллион цветов. Если пиксель → видеопиксель, то получаем качество фото.

Растровая графика эффективно представляет изображения фотографического качества.



Достоинства растровой графики

2. Принтер формирует изображения из точек.

Растровые изображения могут быть легко распечатаны на принтере.



Недостатки растровой графики

- Если цвет пикселя кодируется одним битом, то можно закодировать 2^1 цветов.
- Если цвет пикселя кодируется двумя битами, то можно закодировать 2^2 цветов.
- Если цвет пикселя кодируется одним байтом, то можно закодировать...



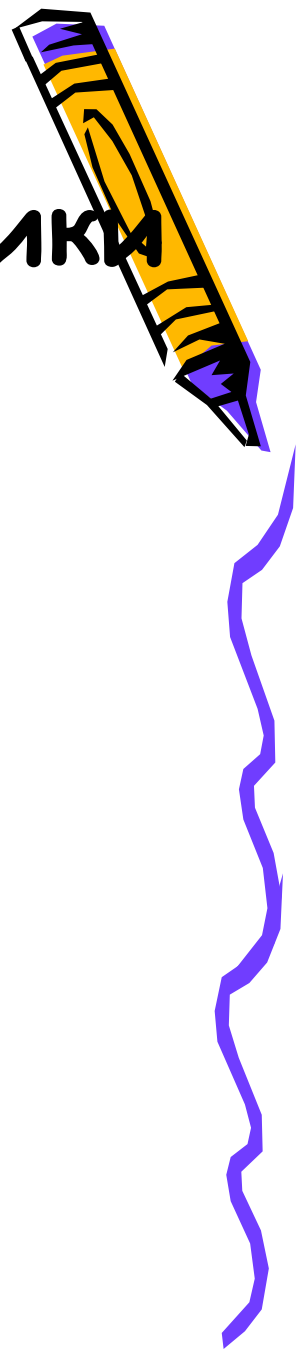
Недостатки растровой графики

- Если цвет пикселя кодируется одним битом, то можно закодировать 2^1 цветов.
- Если цвет пикселя кодируется двумя битами, то можно закодировать 2^2 цветов.
- Если цвет пикселя кодируется одним байтом, то можно закодировать 2^8 , т. е. 256 цветов.



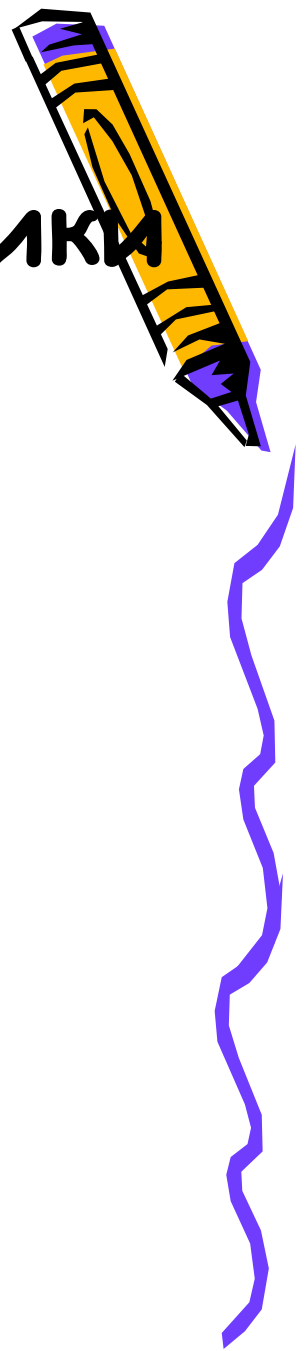
Недостатки растровой графики

- 24 бита передают 16 777 216 различных цветовых оттенков.



Недостатки растровой графики

Допустим, что нам необходимо закодировать рисунок для раstra 1240 x 1024 в 24-битовой палитре. Каков будет объем графического файла?



Недостатки растровой графики

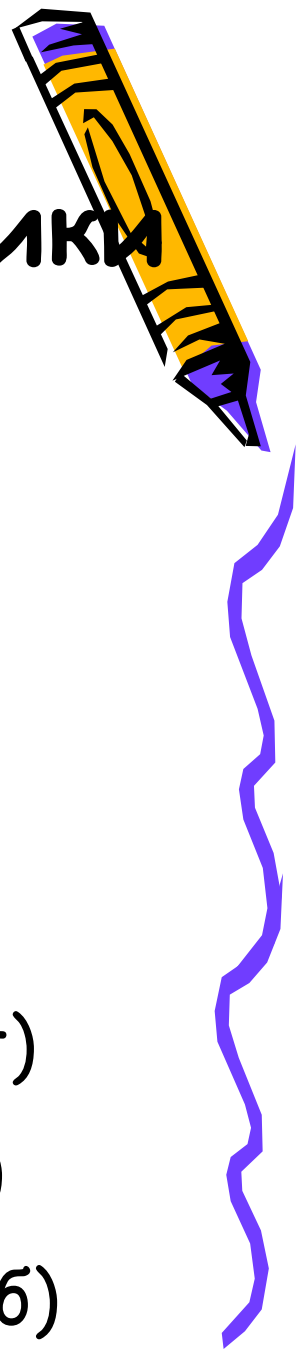
Допустим, что нам необходимо закодировать рисунок для раstra 1240 x 1024 в 24-битовой палитре.

Каков будет объем графического файла?

$$1240 \cdot 1024 \cdot 24 = 30\,474\,240 \text{ (бит)}$$

$$30\,474\,240 : 8 = 3\,809\,280 \text{ (байт)}$$

$$3\,809\,280 : 1024 : 1024 = 3,68 \text{ (Мб)}$$

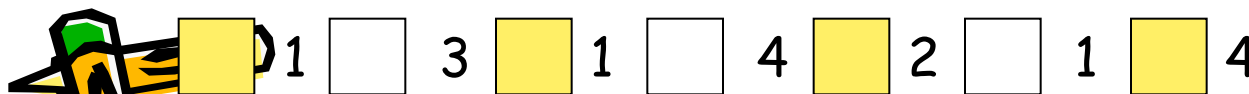


Недостатки растровой графики



Для хранения растровой графики требуется большой объем памяти.

решение – сжатие графических файлов



Недостатки растровой графики



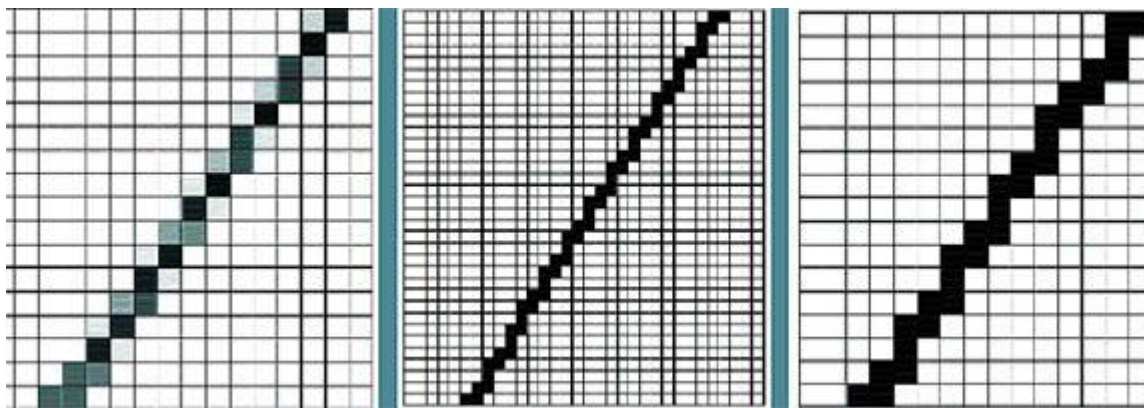
Методы сжатия:

- **RLE (Run-Length Encoding)**
лучше всего работает с изображениями, содержащими однотонные области;
- **LZW (Lempel, Ziv, Welch)**
хорош для узоров
- **JPEG (Joint Photographic Expert Group)**
сжимает фотографии



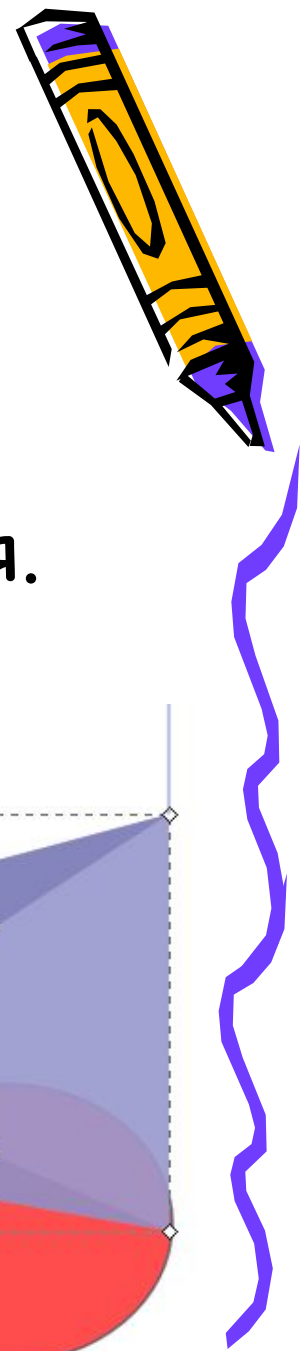
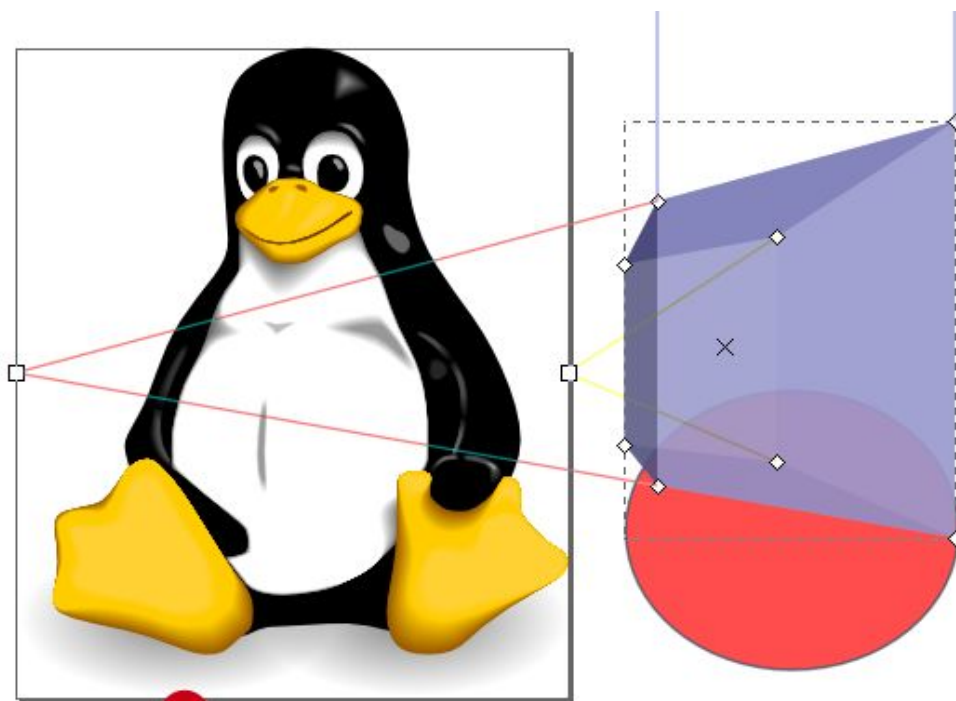
Недостатки растровой графики

Растровые изображения имеют ограниченные возможности при масштабировании, вращении и других преобразованиях.



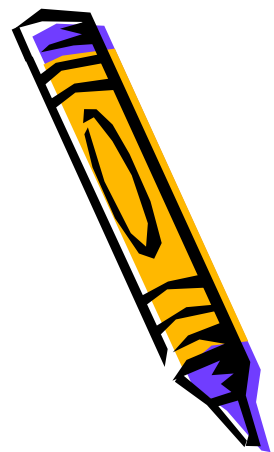
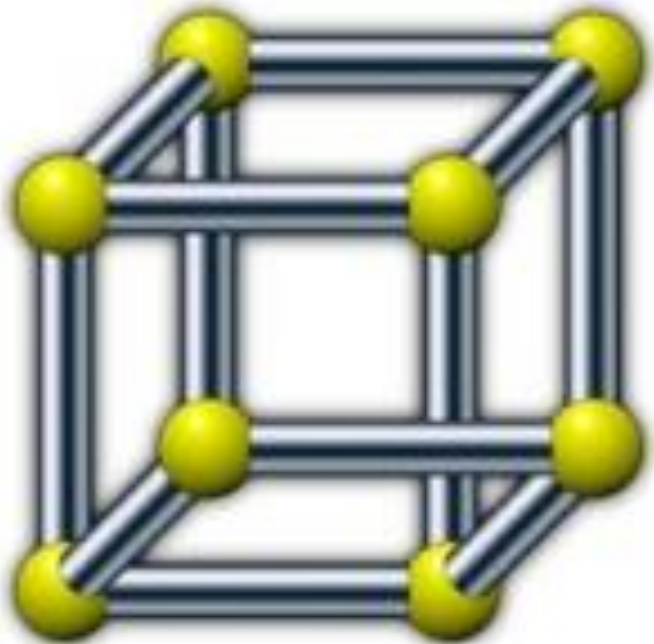
Векторный редактор

- это прикладная программа,
предназначенная для создания и
изменения векторного изображения.

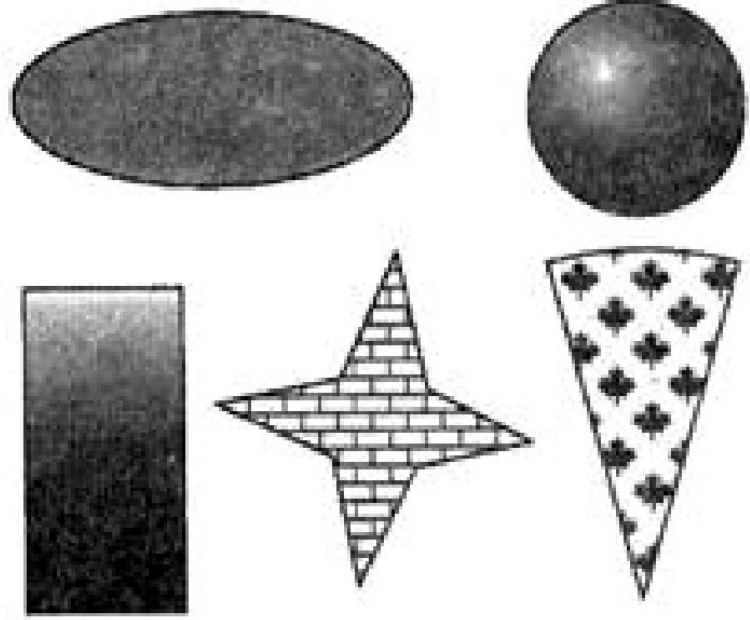
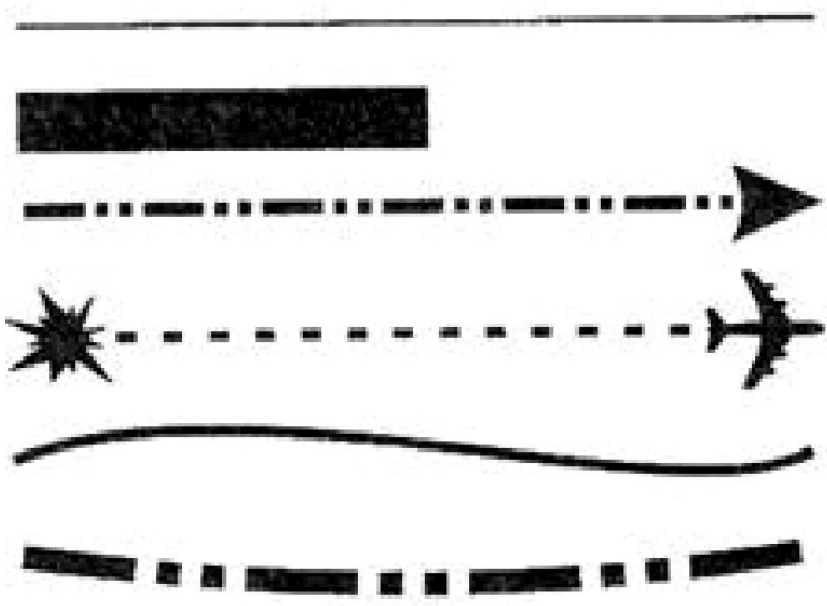


ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА

изображения из примитивов

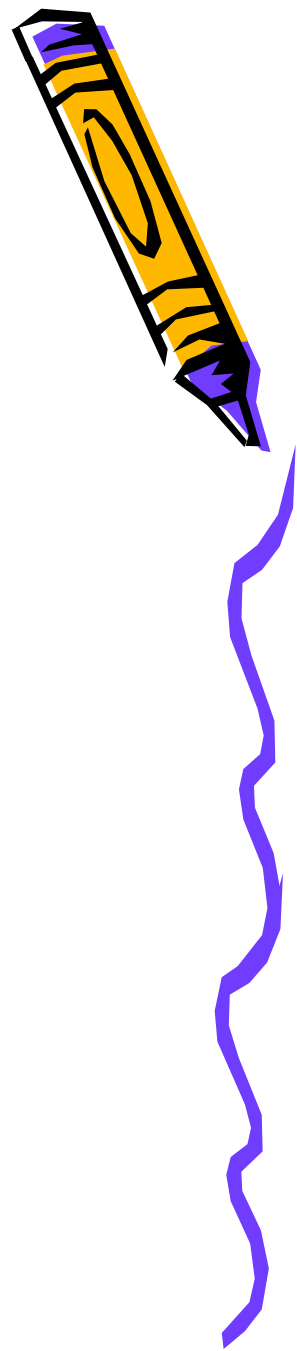


Объекты векторной графики



Объекты в векторной графике

- Точка
- Прямая линия
- Отрезок прямой
- Кривая второго порядка
- Кривая третьего порядка.
- Кривые Безье.

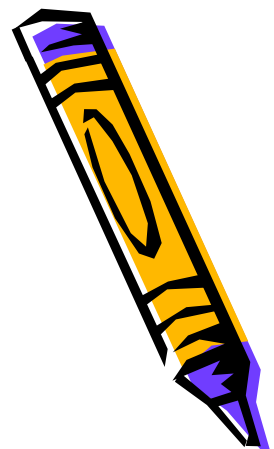


Точка.

Этот объект на плоскости представляется двумя числами (x, y) , указывающими его положение относительно начала координат.



Прямая линия



Ей соответствует уравнение

$$y=kx+b$$

Указав параметры k и b , всегда можно отобразить бесконечную прямую линию в известной системе координат



Отрезок прямой



- отличается тем, что требует для описания ещё двух параметров - координат x_1 и x_2

начала и конца отрезка.



Кривая второго порядка



$$x^2 + a_1 y^2 + a_2 xy + a_3 x + a_4 y + a_5 = 0$$

- К этому классу кривых относятся параболы, гиперболы, эллипсы, окружности, то есть все линии, уравнения которых содержат степени не выше второй.
- Кривая второго порядка не имеет точек перегиба.
- Прямые линии являются всего лишь частным случаем кривых второго порядка.
- Для описания бесконечной кривой второго порядка достаточно пяти параметров.
- Если требуется построить отрезок кривой, понадобятся еще два параметра.



Уравнение кривой третьего порядка



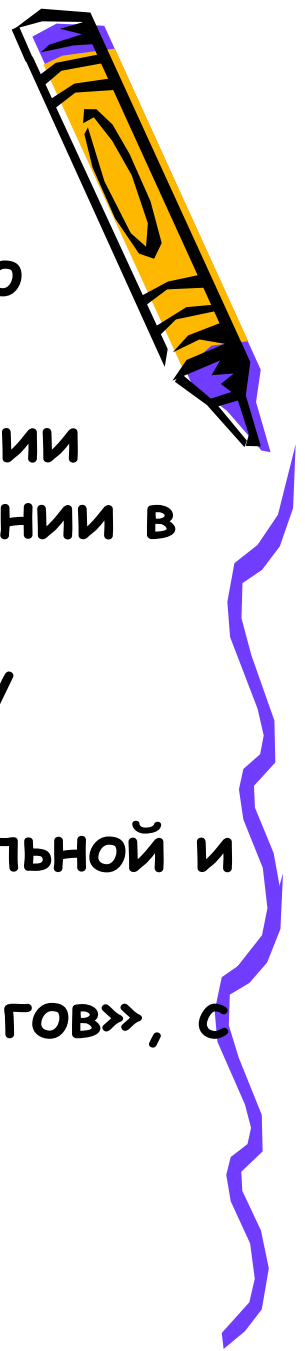
$$X^3 + a_1 Y^3 + a_2 X^2 Y + a_3 X Y^2 + a_4 X^2 + a_5 Y^2 + a_6 X Y + a_7 X + a_8 Y + a_9 = 0$$

- Отличие этих кривых от кривых второго порядка состоит в возможном наличии точки перегиба.
- Кривая описывается девятью параметрами.
- Описание её отрезка потребует на два параметра больше.

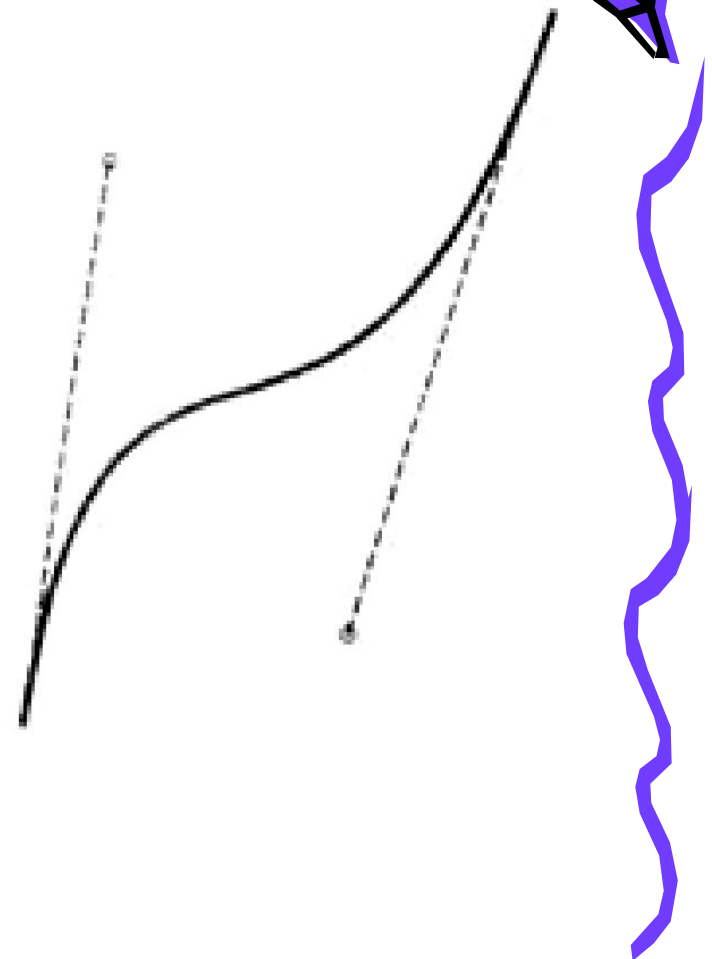
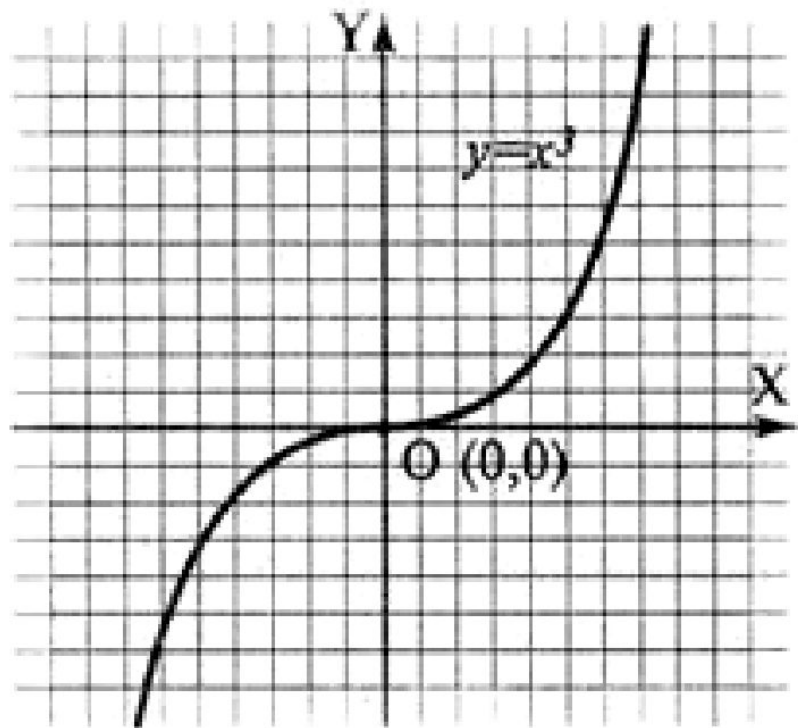


Кривые Безье

- Это особый, упрощенный вид кривых третьего порядка
- Метод их построения основан на использовании пары касательных, проведенных к отрезку линии в её окончаниях.
- Описываются восемью параметрами, поэтому работать с ними удобнее.
- На форму линии влияет угол наклона касательной и длина её отрезка.
- Касательные играют роль виртуальных «рычагов», с помощью которых управляют кривой.



Кривая третьего порядка (слева) и кривая Безье (справа)



ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА



Векторные примитивы задаются с помощью описаний:

Рисовать линию от точки A до точки B ;

Рисовать эллипс, ограниченный заданным прямоугольником ...



ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА



WMF (Windows Metafile) - векторный формат

MOVETO X1, Y1	Установить текущую позицию в точке с координатами (X1, Y1)
LINETO X2, Y2	Нарисовать линию от текущей позиции до точки с координатами (X2, Y2)
ELLIPSE X3, Y3, X4, Y4	Нарисовать эллипс, ограниченный прямоугольником, где (X3, Y3) – координаты левого верхнего, а (X4, Y4) - правого нижнего угла этого прямоугольника.



ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА



❖ использование геометрических примитивов, таких как точки, линии, сплайны и многоугольники, для представления изображений в компьютерной графике



описывает изображение с помощью математических формул



ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА

Вне зависимости от выбора векторного редактора основные понятия, с которыми приходится иметь дело в практической работе, одинаковы:



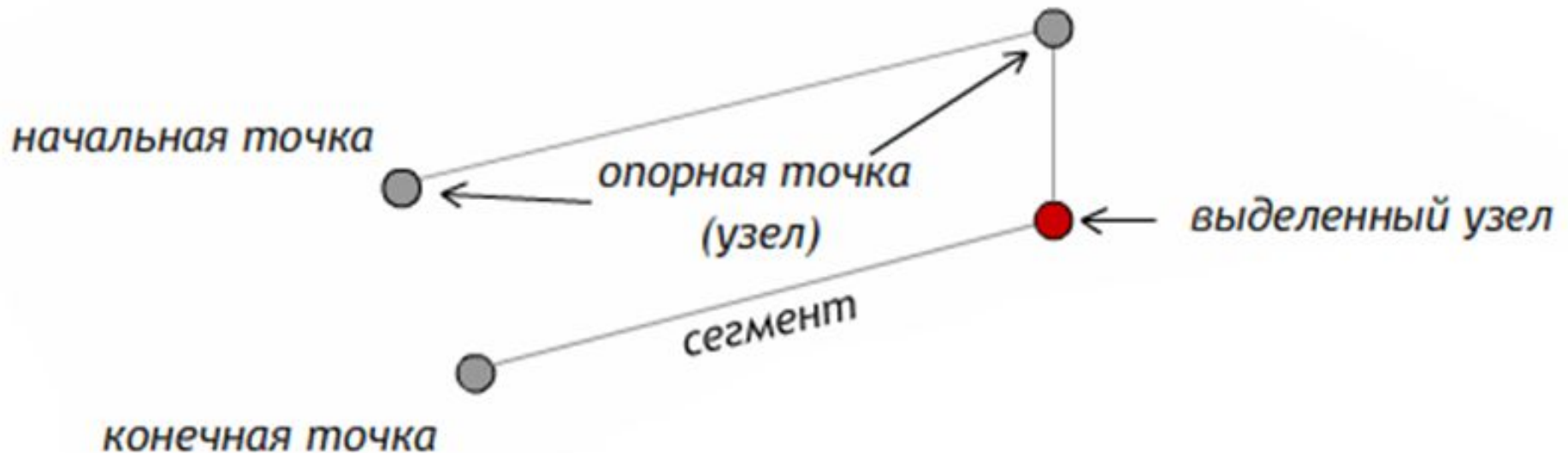
- **ОСНОВНЫМ ОБЪЕКТОМ** векторной графики является **ЛИНИЯ** (кривая, векторный контур);
- любой объект в векторном редакторе создается на основании **КООРДИНАТ** **НАЧАЛЬНОЙ** и **КОНЕЧНОЙ** точек;



ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА

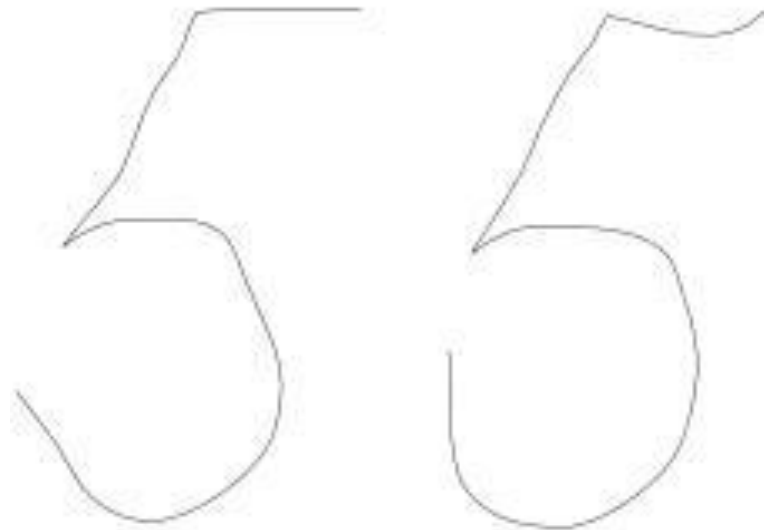


- каждая линия (векторный контур) может иметь несколько **узлов** (опорных точек).
- элемент векторного контура между двумя опорными точками называется



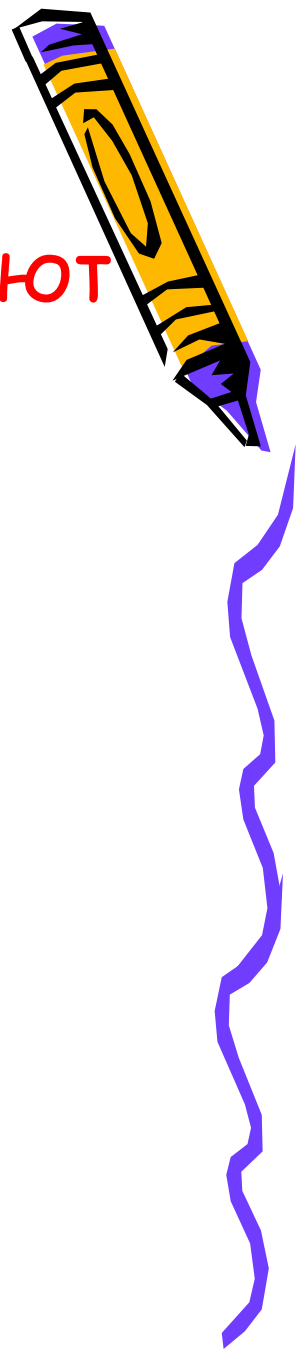
ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА

- форму векторного объекта **изменяют** **перемещением**, удалением или добавлением **опорных точек**.



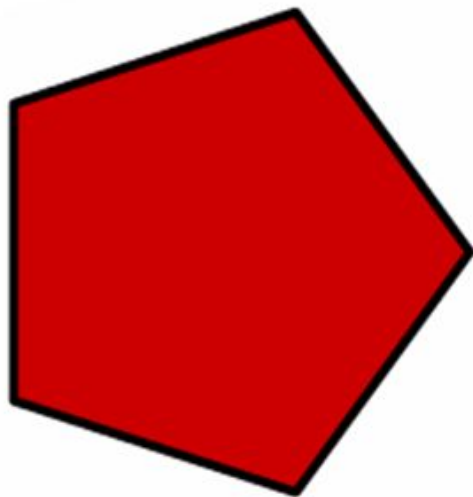
до

после

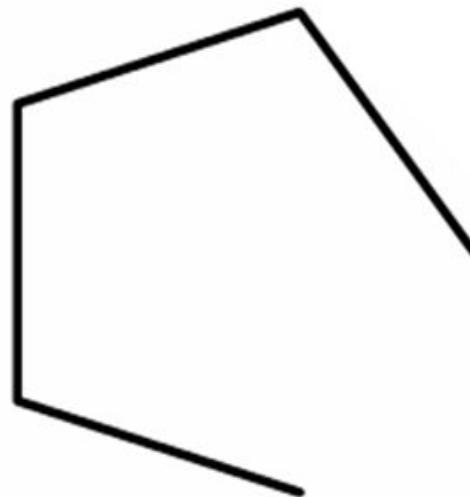


- векторная фигура (контур) может быть открытой или замкнутой.

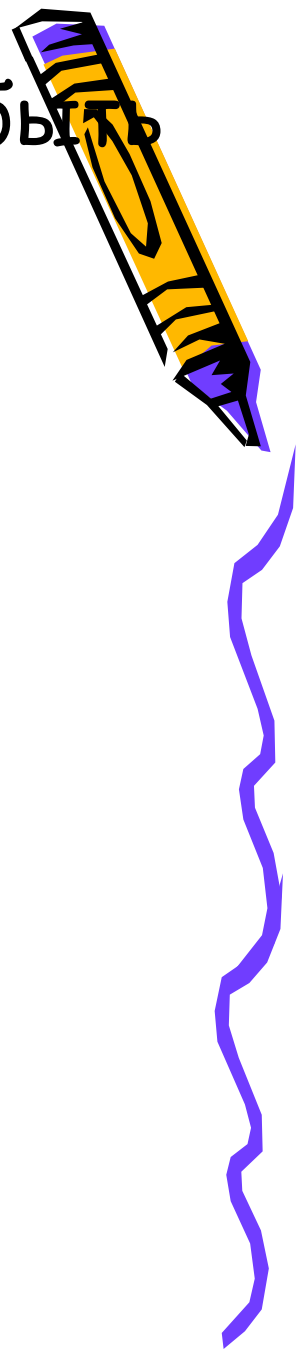
(если начальная точка совпадает с конечной, то такой контур считают замкнутым; свойства замкнутых и незамкнутых фигур – разницы)



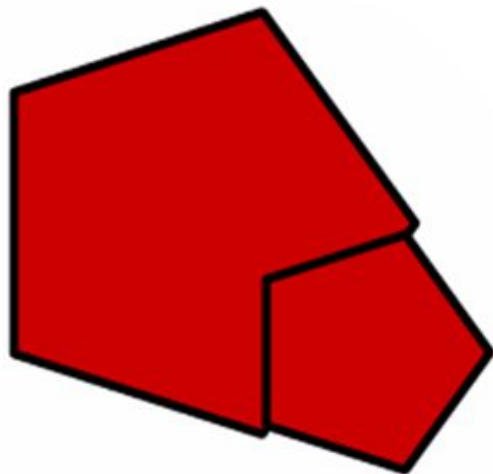
замкнутый контур
(с заливкой цветом)



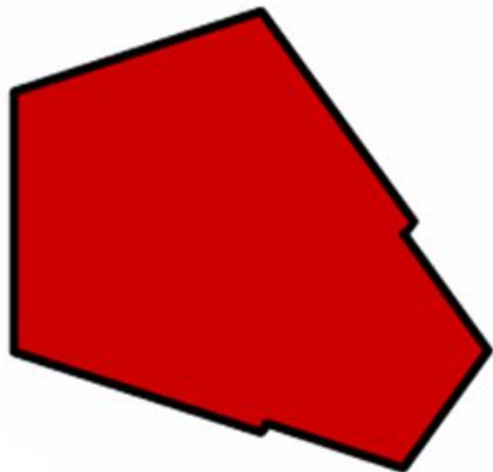
открытый контур
(без заливки)



- с несколькими векторными объектами возможны операции группирования, комбинирования и объединения



1. До объединения (две фигуры)



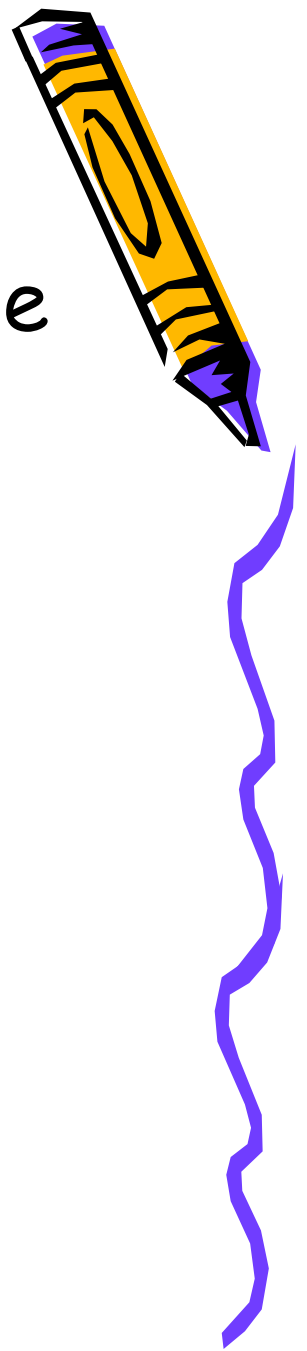
2. После объединения (одна фигура)

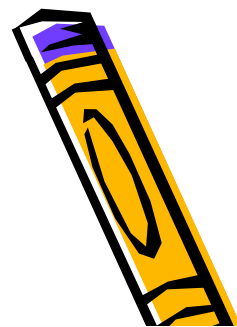


Параметры контура

Линии в векторной графике могут не иметь **толщины** или **цвета**. Однако, когда необходимо отобразить эту линию на экране, то такие параметры необходимо назначить.

Можно так же назначить **тип** линии (сплошная, пунктирная...), выбрать **форму концов** линии.





контур с линией различной толщины и типа

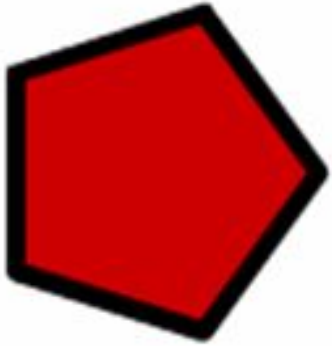
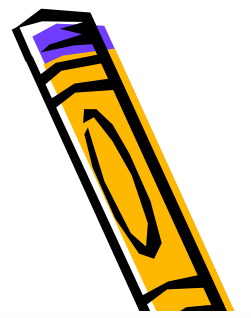
контур отсутствует



Свойства заливки

- КонтурЫ могут быть открытыми и замкнутыми.
- Большинство векторных редакторов позволяет применять заливку только к замкнутым контурам.
- При создании замкнутого контура заливка применяется автоматически.





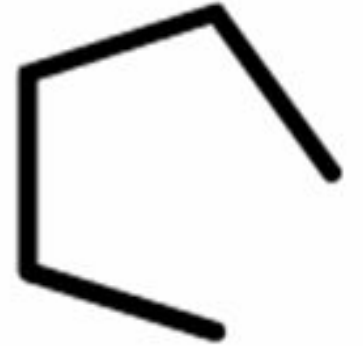
*замкнутый контур
с заливкой*



*замкнутый контур
без заливки*



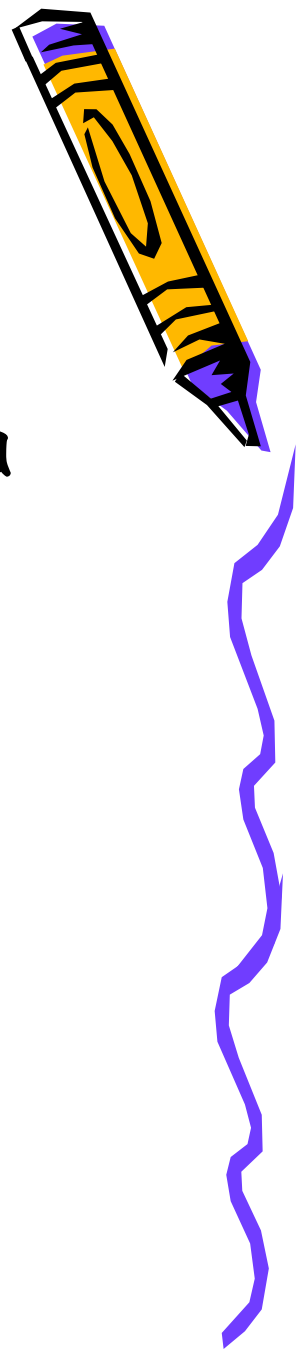
*открытый контур
с заливкой*



*открытый контур
без заливки*



Типы заливок



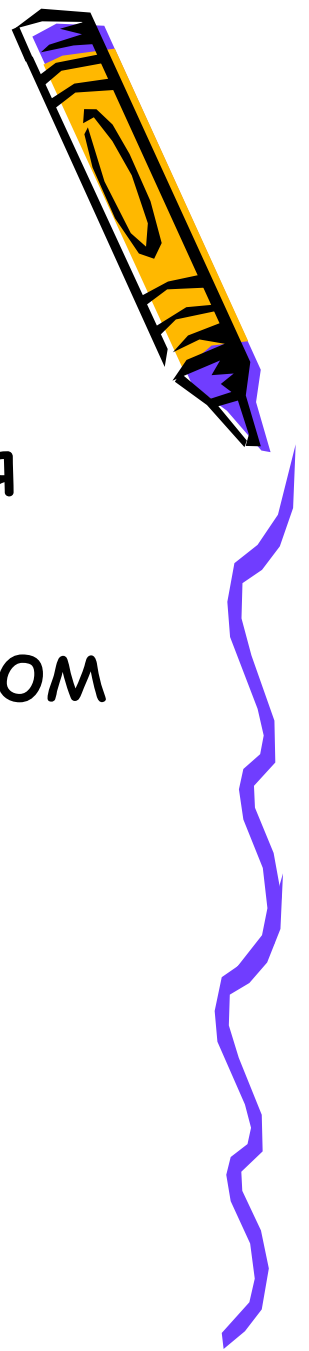
- **заливка цветом** - область контура закрашивается однородным выбранным цветом



сплошная заливка цветом



Типы заливок



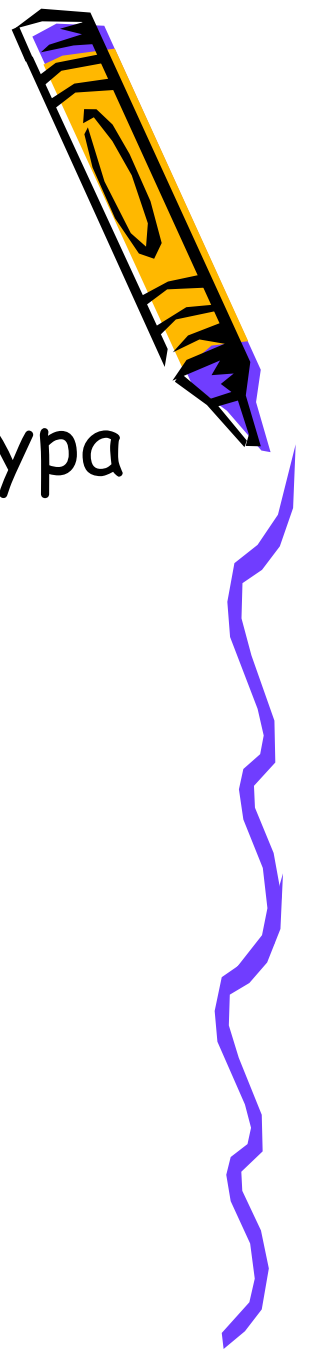
- **заливка градиентом** (градиентная заливка) - область контура закрашивается плавным переходом из одного цвета в другой



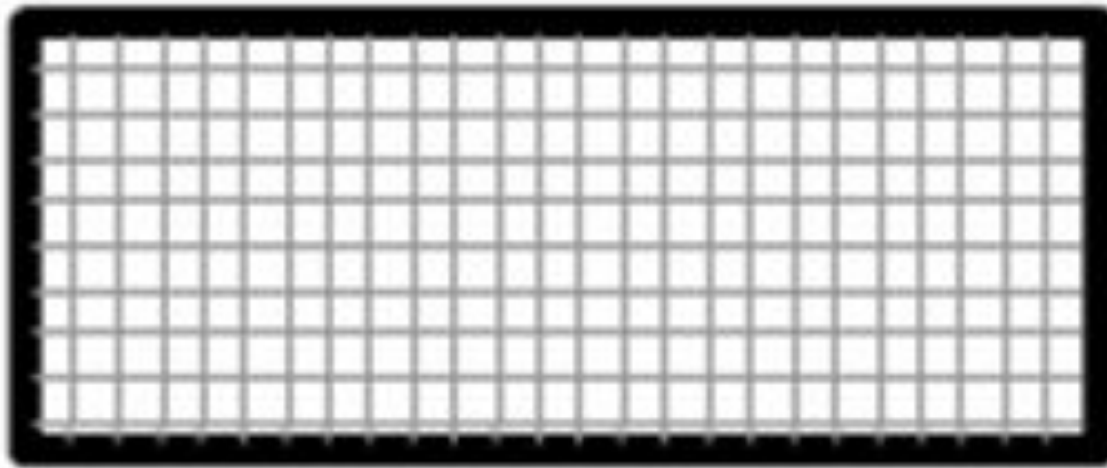
градиентная заливка



Типы заливок



- **заливка текстурой** - область контура закрашивается узором

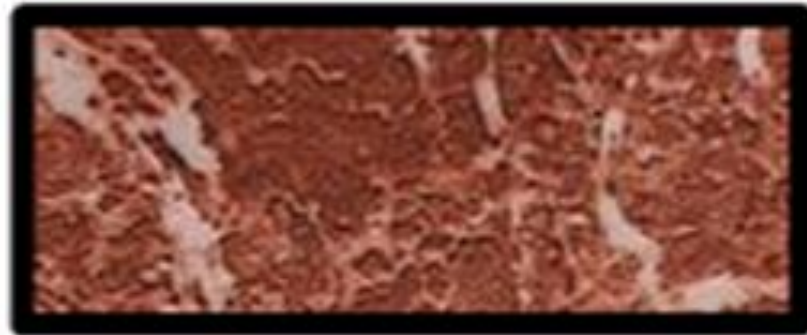


заливка текстурой



Типы заливок

- заливка **растровым изображением** (**картой**) - область контура заполняется растровым изображением.



заливка растровым
изображением



Достоинства векторной графики



1. Относительно небольшой объем памяти

RECTANGLE 1,1,200,200,Red,Green

30
байт

$$200 \cdot 200 \cdot 8 = 320\,000 \text{ (бит) или}$$

$$320\,000 : 8 = 40\,000 \text{ (байт) или}$$

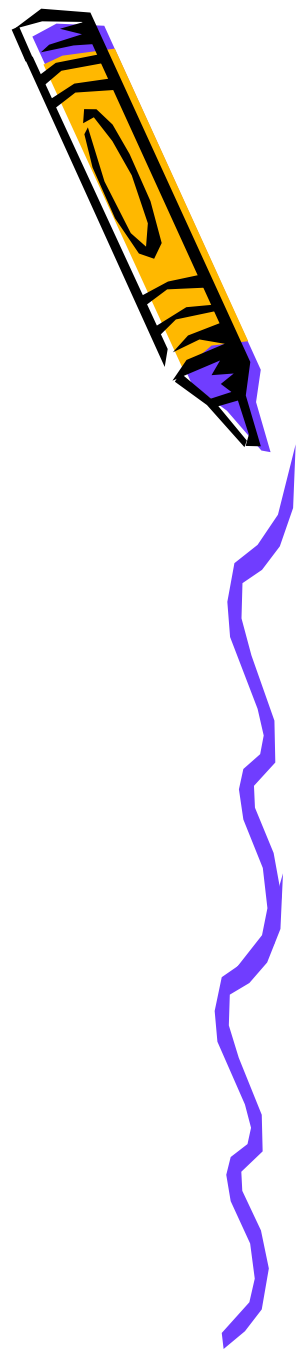
$$40\,000 : 1024 = \underline{39,06 \text{ (Кб)}}$$

Сколько цветов в палитре?



Достоинства векторной графики

2. *Векторные изображения
могут быть легко
масштабированы без
потери качества*



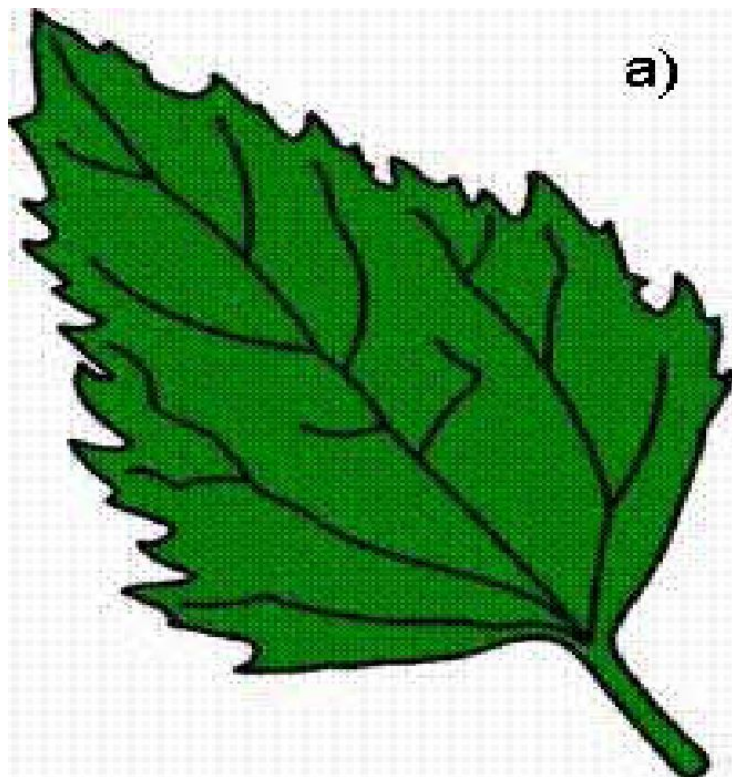
Недостатки векторной графики



1. Не позволяет получать изображения фотографического качества
2. Векторные изображения иногда не печатаются или выглядят на бумаге не так, как хотелось бы.

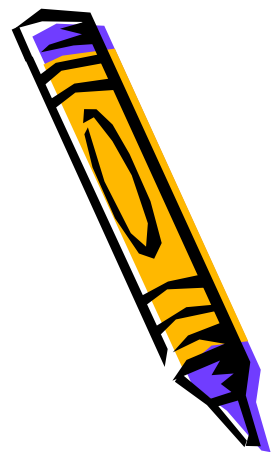


Пример векторного (а) и растрового (б) изображений





- **Математика, если на нее правильно посмотреть, отражает не только истину, но и несравненную красоту.**

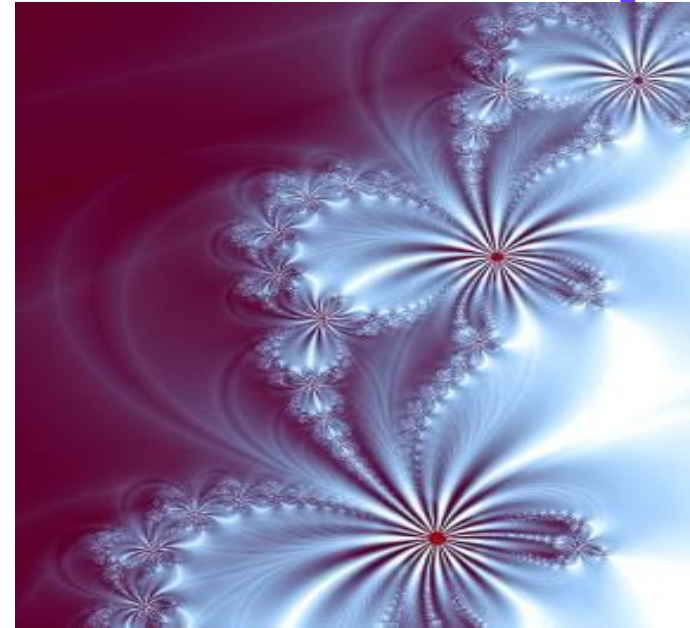


Фрактальная графика

Фрактальная графика



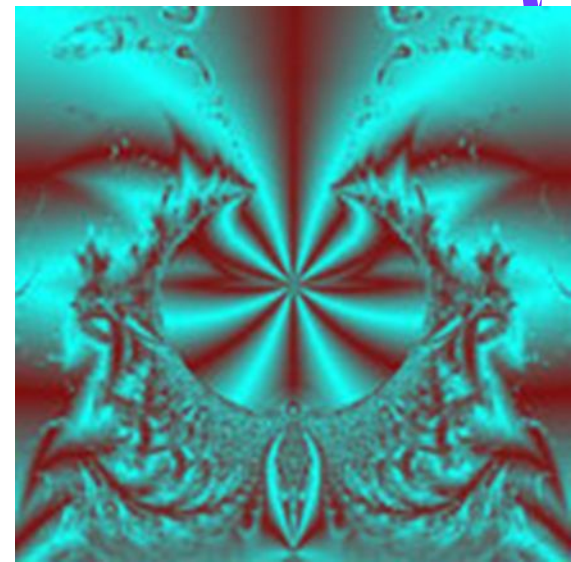
- ❖ является на сегодняшний день одним из самых быстро развивающихся перспективных видов **компьютерной графики**



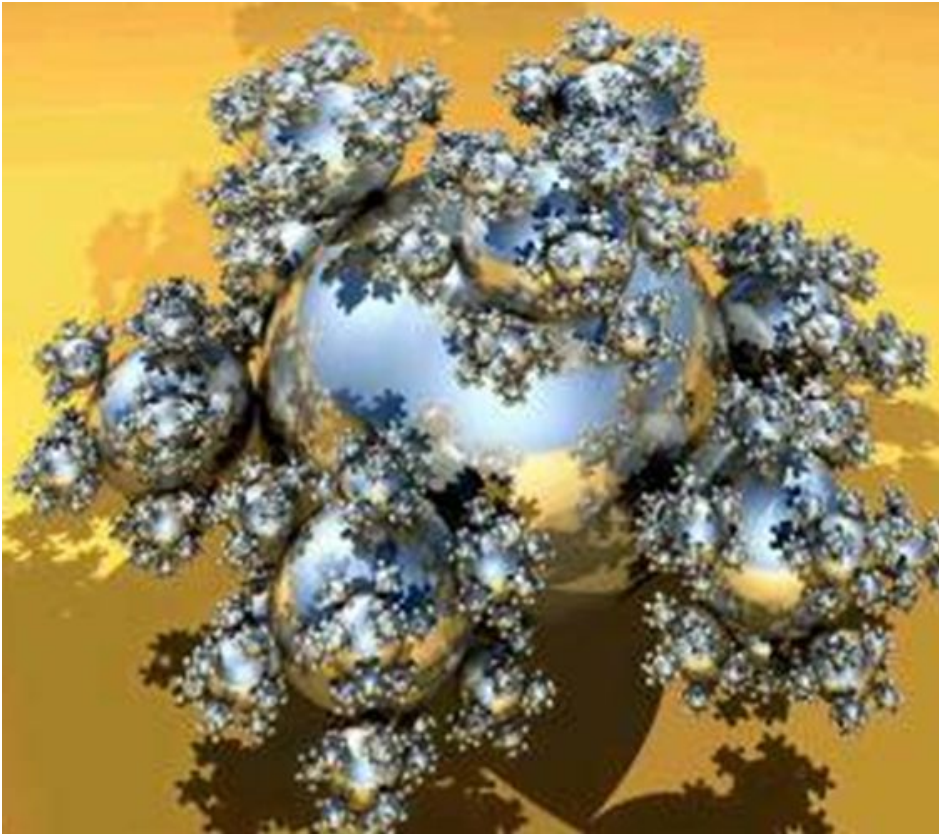
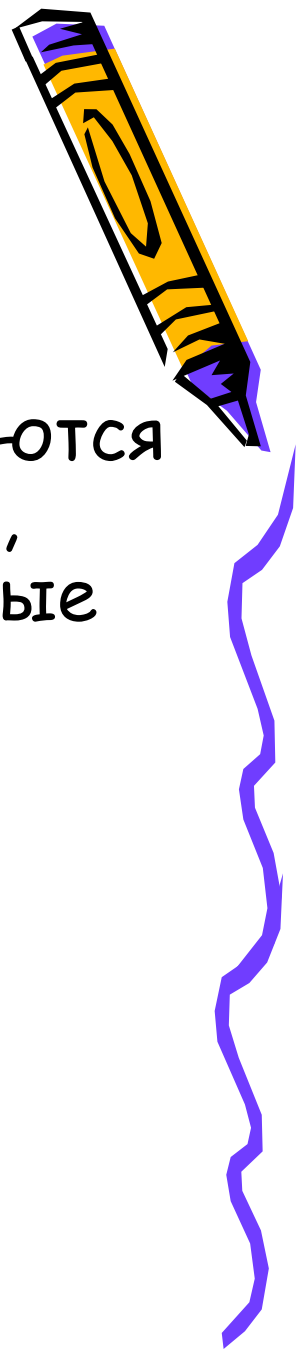
Фрактальная графика



- математической основой является **фрактальная геометрия**
- в основу метода построения изображений положен принцип наследования от так называемых **«родителей»** геометрических свойств **объектов-наследников**
- одним из основных свойств является **самоподобие**



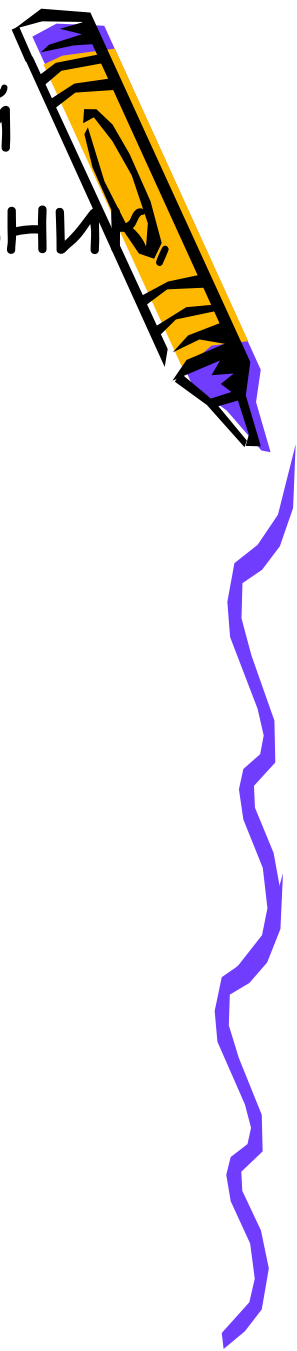
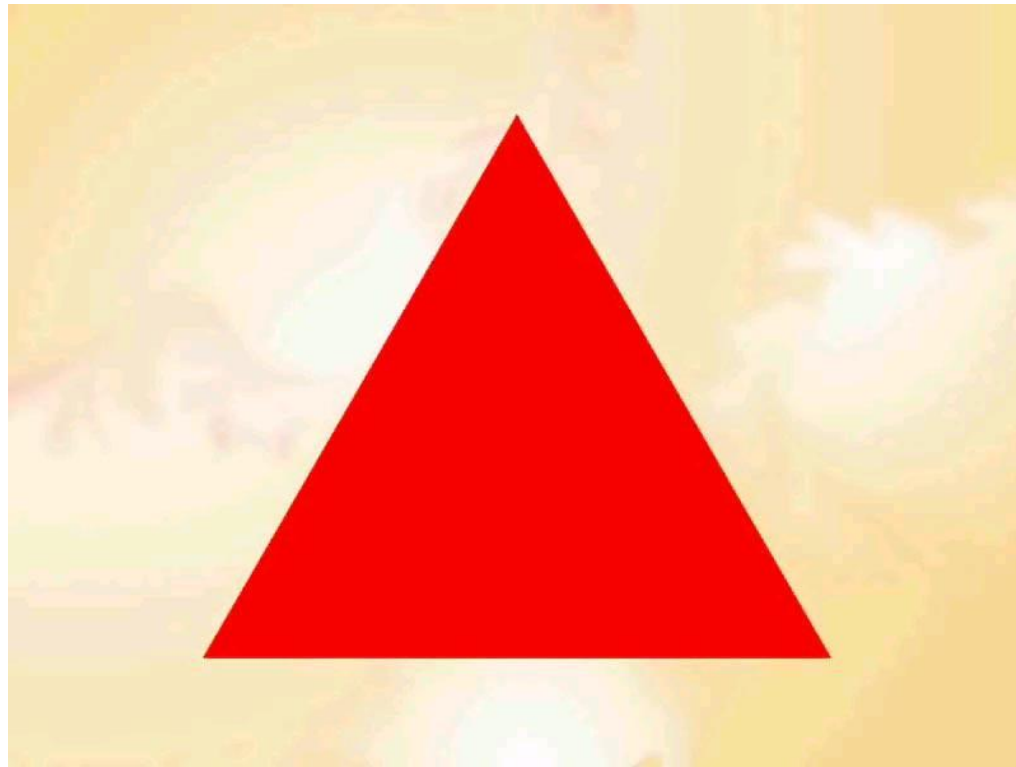
Фрактальная графика



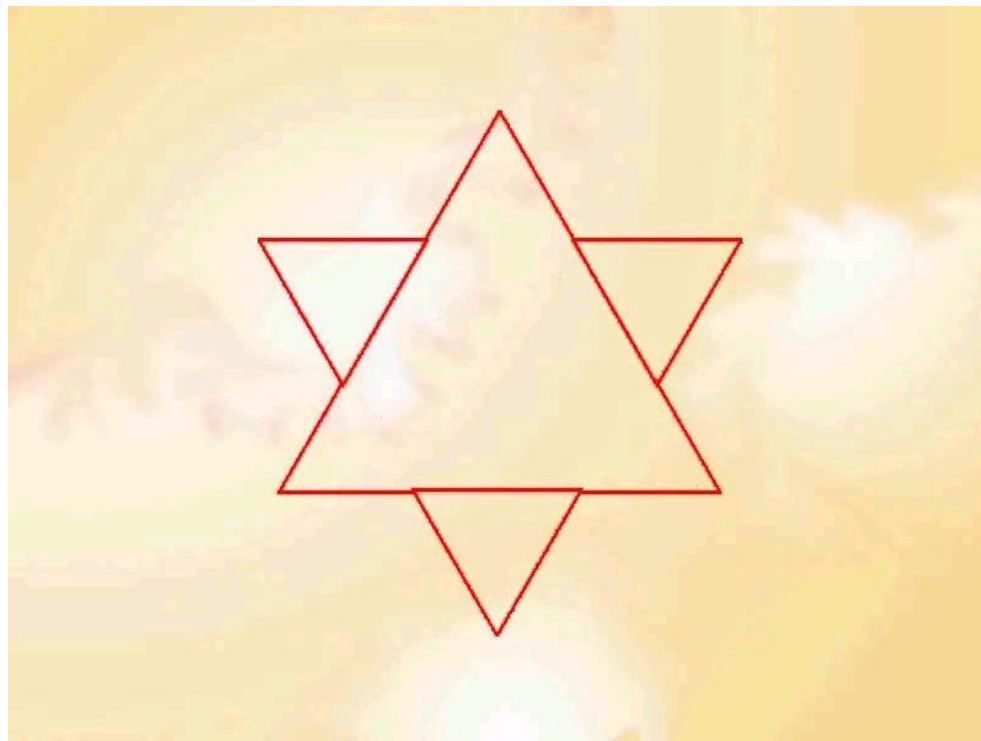
Объекты называются самоподобными, когда увеличенные части объекта походят на сам объект.



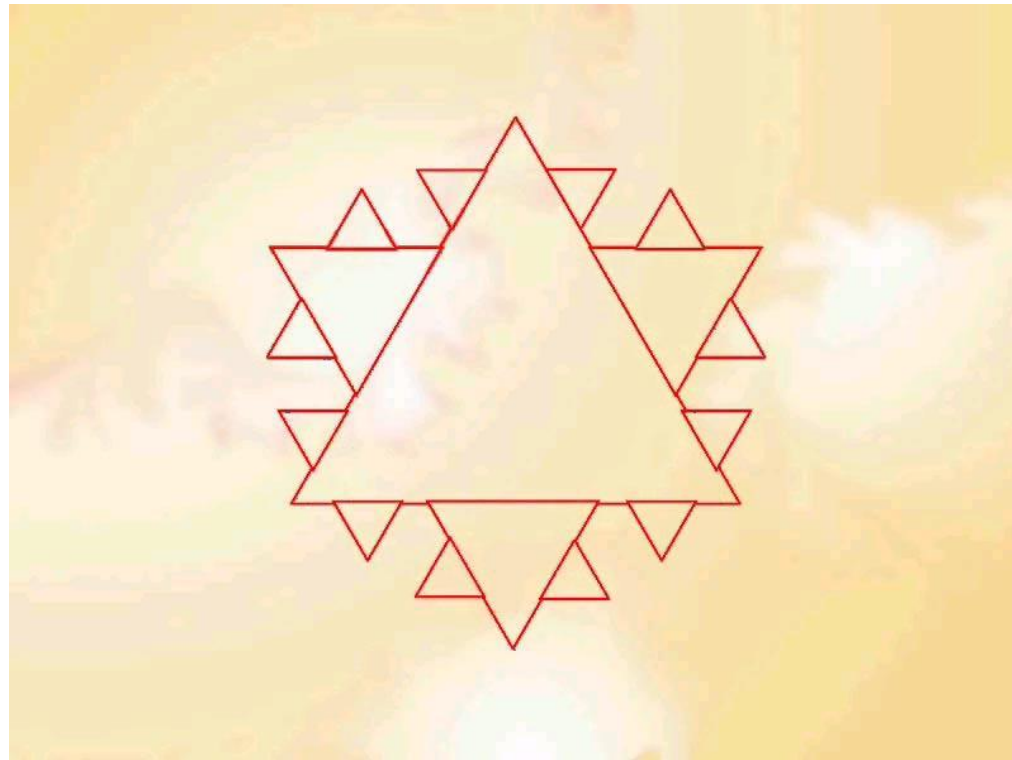
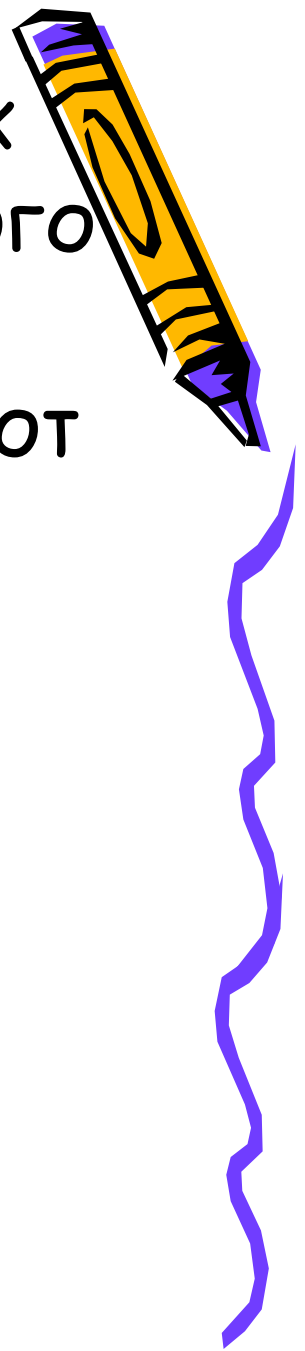
В центре находится простейший элемент - равносторонний треугольник, который получил название-фрактальный



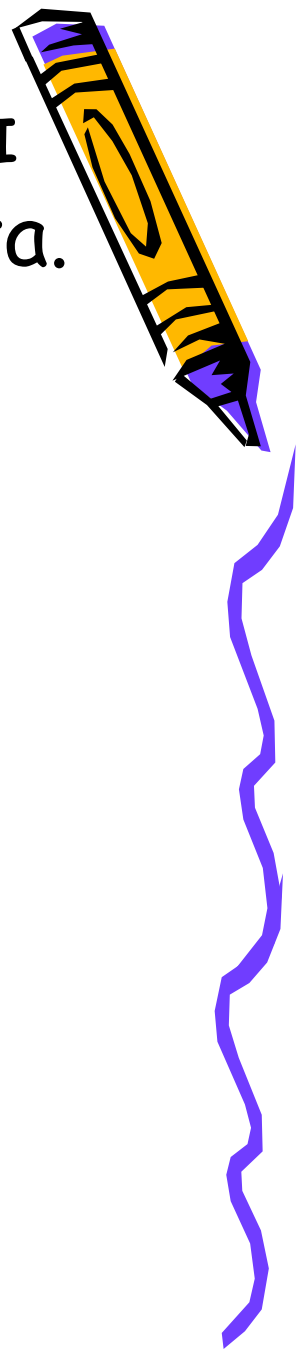
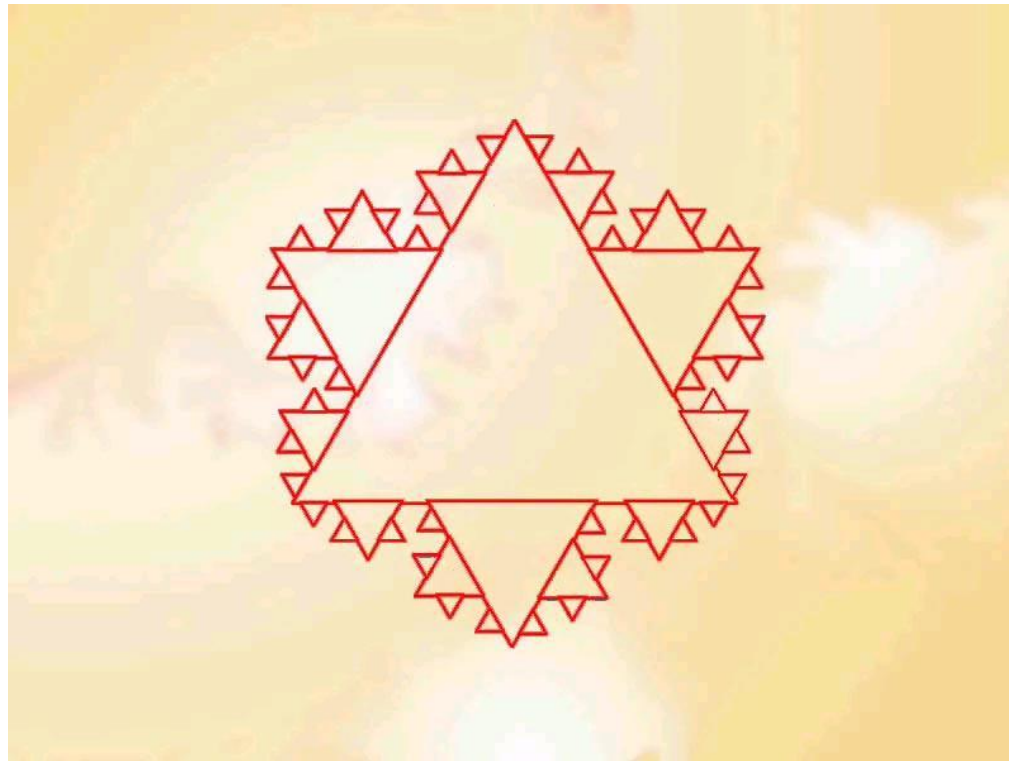
На среднем отрезке сторон строятся
равносторонние треугольники со
стороной $=1/3a$ от стороны исходного
фрактального треугольника



В свою очередь на средних отрезках сторон, являющихся объектами первого поколения, строятся треугольнички второго поколения со стороной $1/9a$ от стороны исходного треугольника

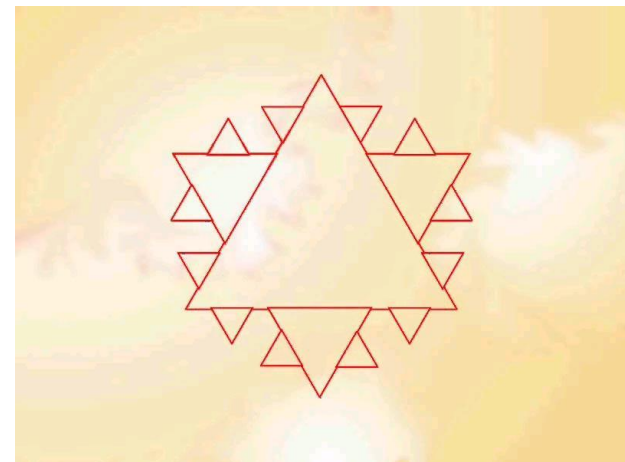
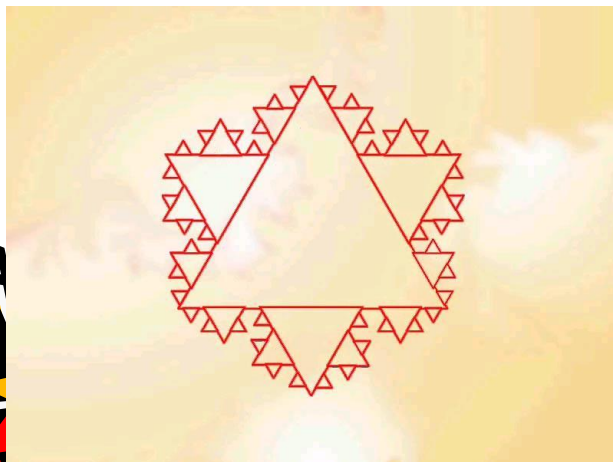
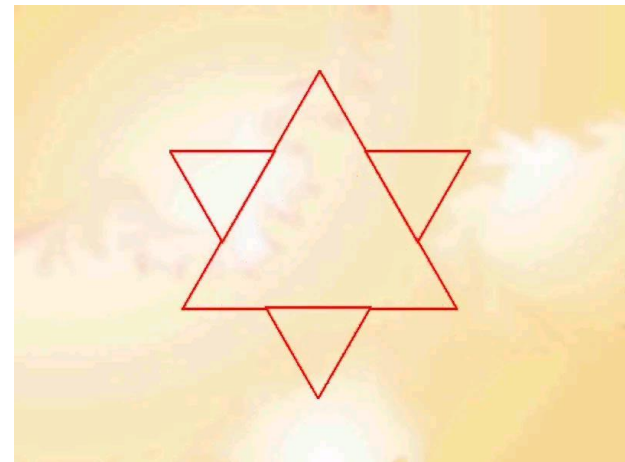
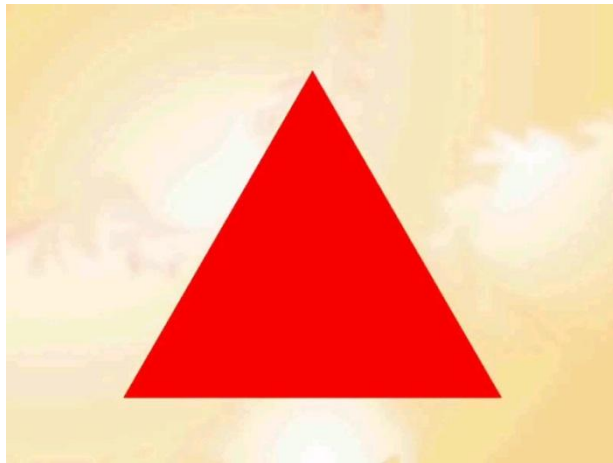


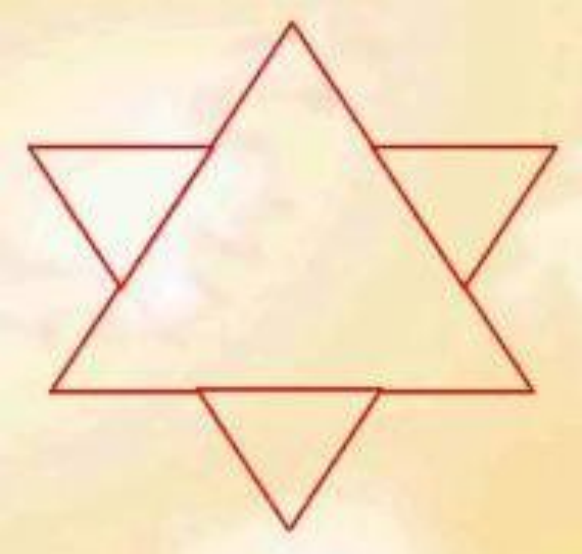
Таким образом, мелкие объекты повторяют свойства всего объекта. Процесс наследования можно продолжать до бесконечности.



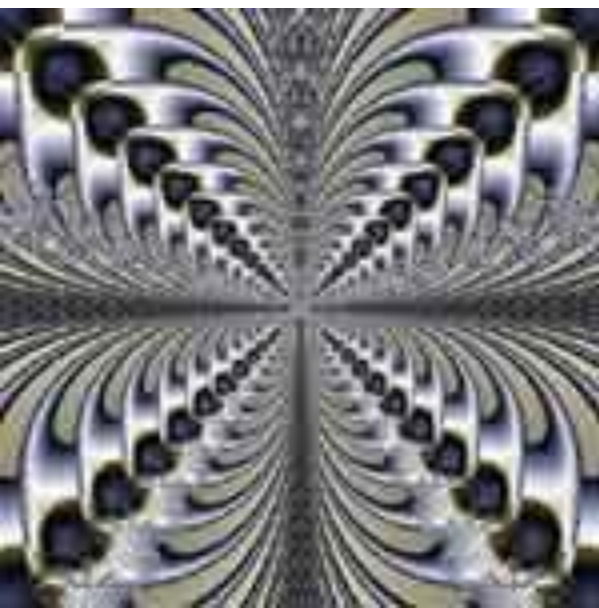
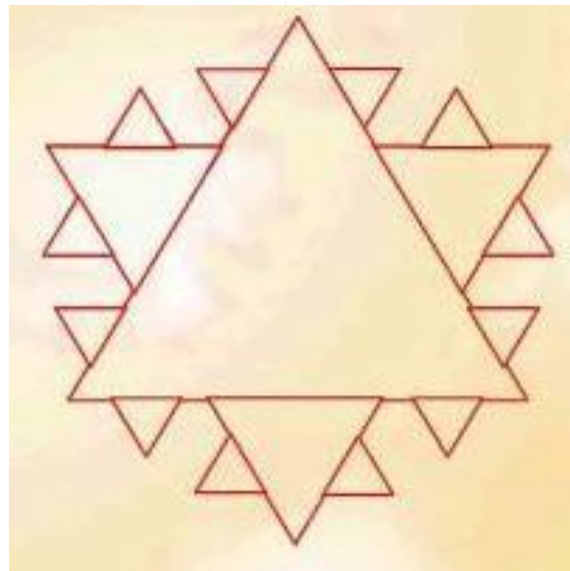
Полученный объект носит название - фрактальной фигуры.

Абстрактные композиции можно сравнить со снежинкой, с кристаллом.

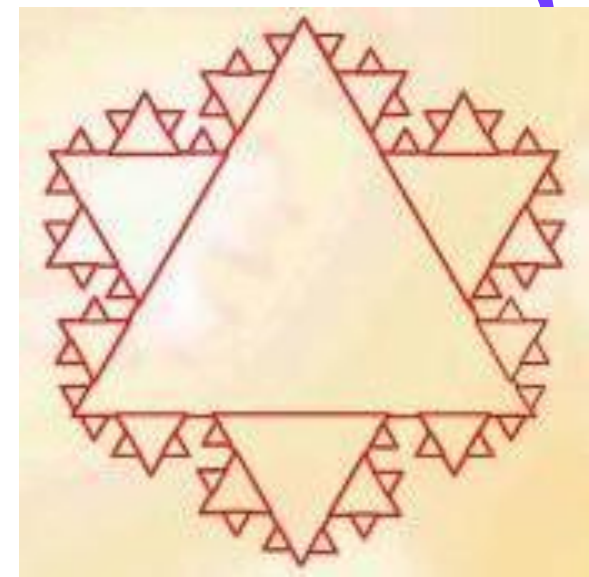




Фрактус –
состоящий из
фрагментов

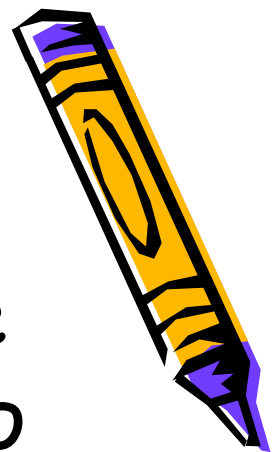


Одним из основных
свойств фрактала
является
самоподобие

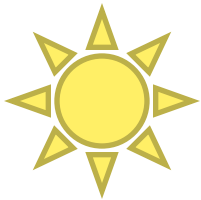




Фрактал



- ❖ объект, отдельные элементы которого наследуют свойства родительских структур.



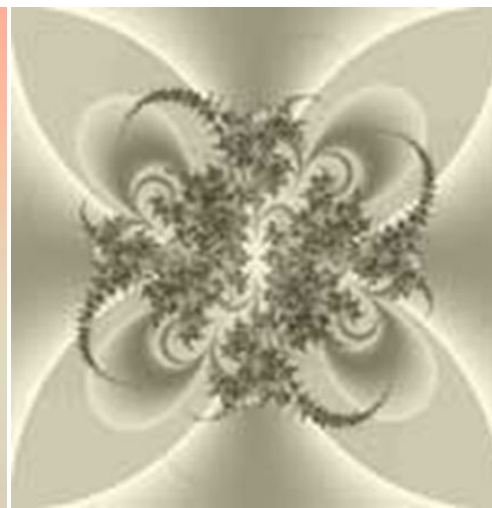
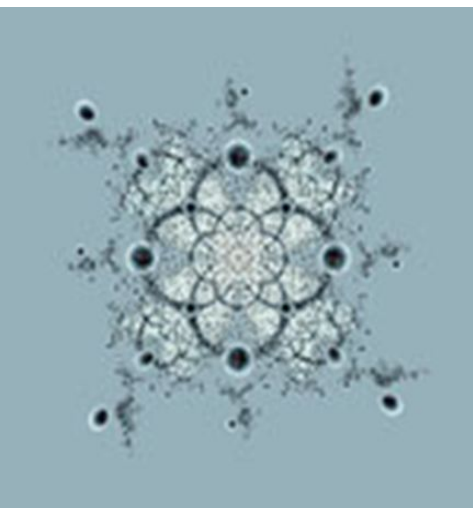
Т.к. более детальное описание элементов меньшего масштаба происходит по простому алгоритму, описать такой объект можно всего лишь несколькими математическими уравнениями



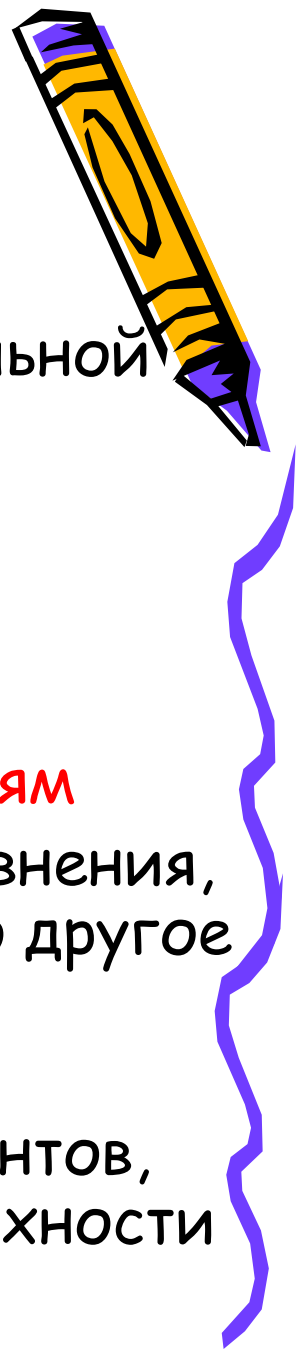
Понятия фрактальной графики



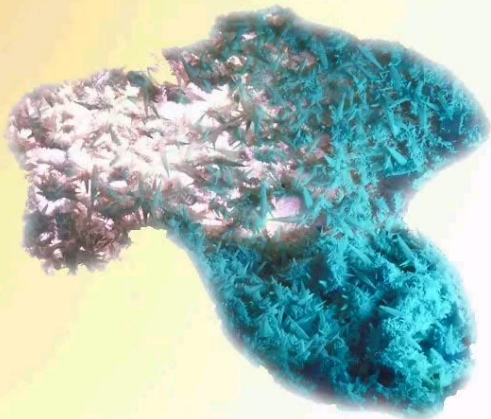
- Понятия **фрактал**, **фрактальная геометрия** и **фрактальная графика** появились в конце 70-х.
- Слово **фрактал** образовано от латинского «**fractus**» и в переводе означает «**состоящий из фрагментов**».
- термин предложен математиком **Бенуа Мандельбротом** в **1975** году
- Рождение фрактальной геометрии принято связывать с выходом в 1977 году книги Мандельброта `The Fractal Geometry of Nature`.
- Мандельброт использовал научные результаты других ученых, работавших в период 1875-1925 годов в той же области (Пуанкаре, Фату, Жюлиа, Кантор, Хаусдорф).
- только в наше время удалось объединить их работы в единую



Фрактальная графика



- основана на **математических вычислениях**
- базовым элементом фрактальной графики является сама **математическая формула**
- никаких объектов в памяти компьютера не хранится и изображение **строится исключительно по уравнениям**
- изменив коэффициенты уравнения, можно получить совершенно другое изображение
- с помощью нескольких математических коэффициентов, можно задать линии и поверхности очень сложной формы



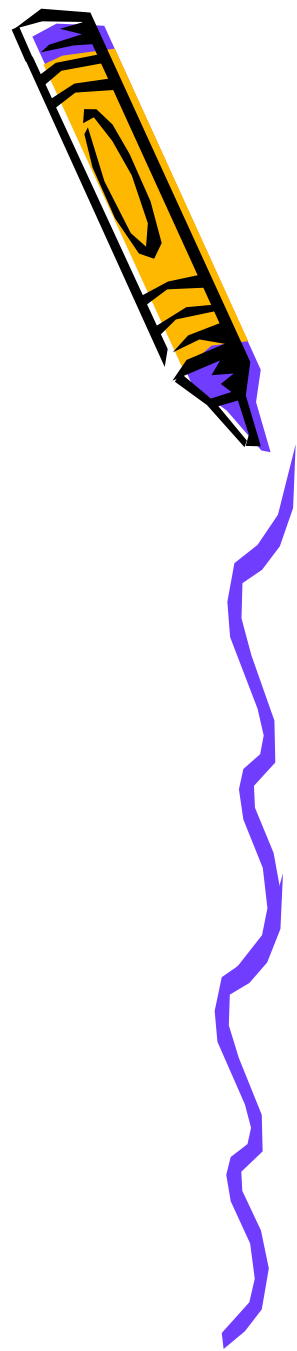
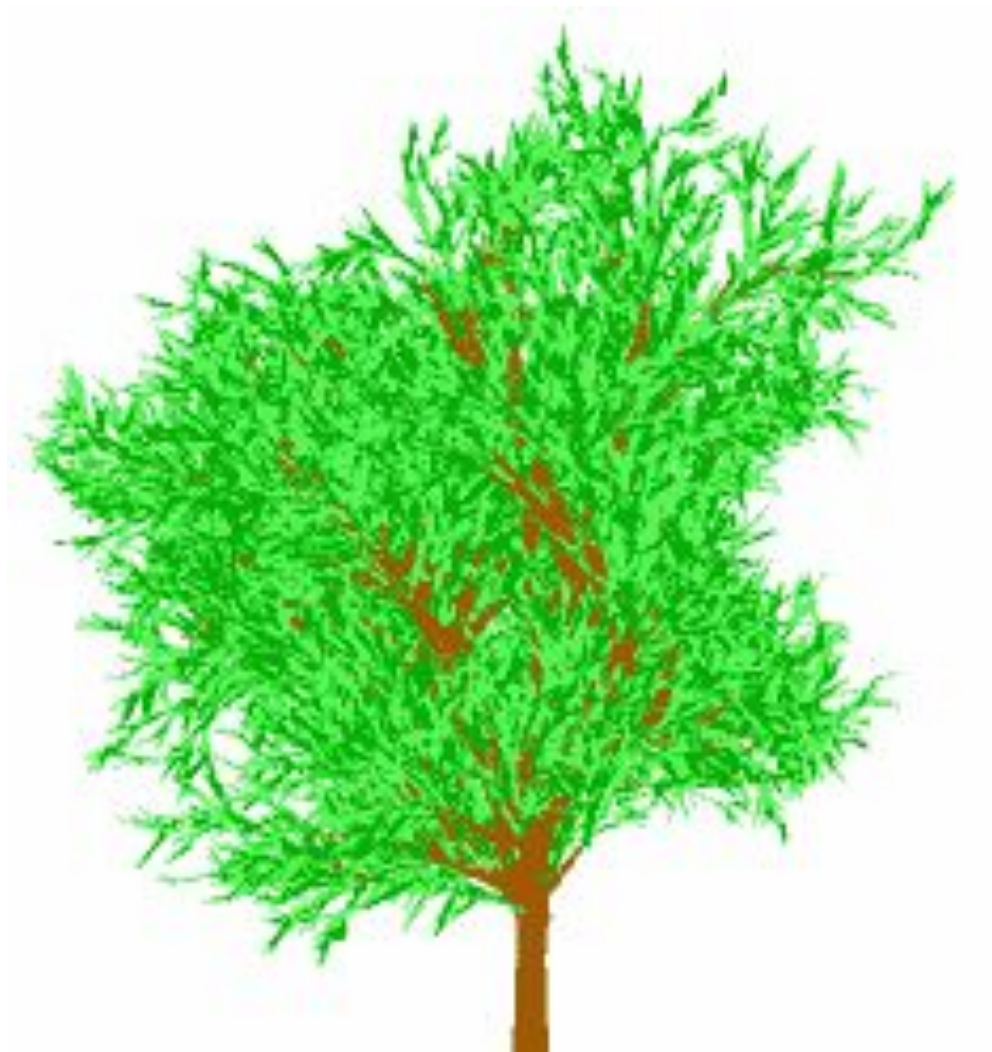
Фрактальная графика



- ❖ Изменяя и комбинируя окраску **фрактальных фигур** можно:
 - ✓ моделировать образы живой и неживой природы (например, ветви дерева или снежинки)
 - ✓ составлять из полученных фигур **«фрактальную композицию»**.



Фрактальное дерево



Фракталы в природе



Базовые понятия фрактальной графики:

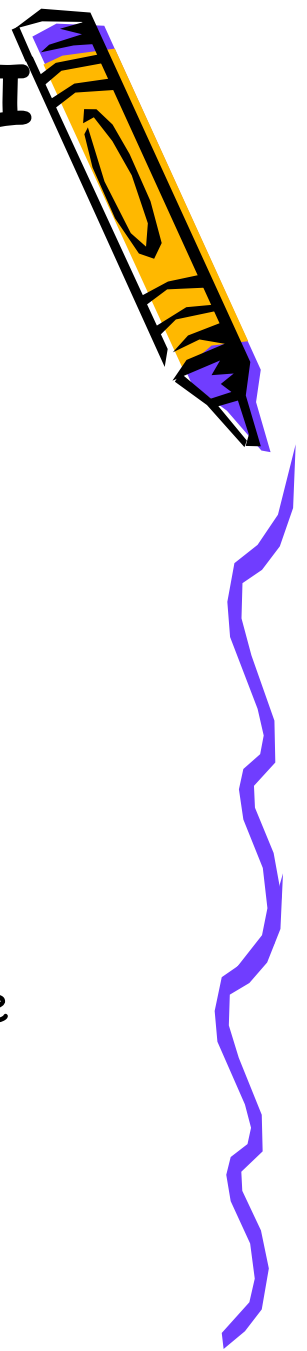


- «Фрактальный треугольник»
- «Фрактальная фигура»,
- «Фрактальный объект»;
- «Фрактальная прямая»;
- «Фрактальная композиция»;
- «Объект-родитель»
- «Объект наследник».



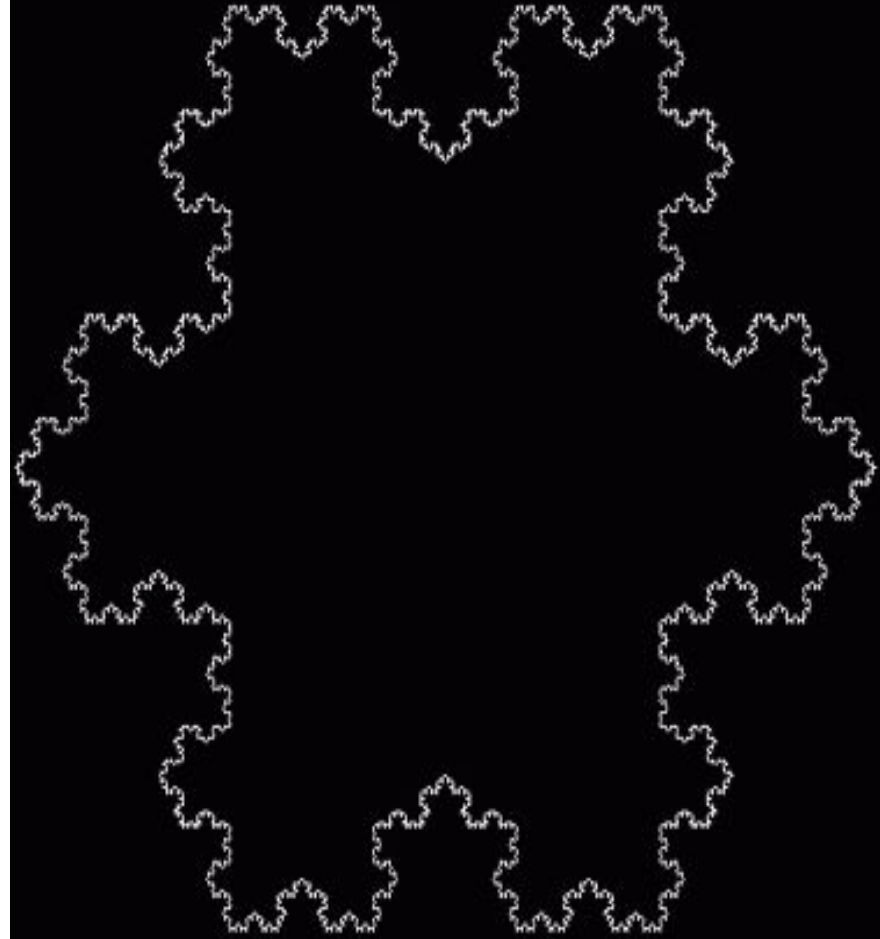
Геометрические фракталы

- с них начиналась история фракталов
- получаются путем простых геометрических построений:
 1. берется "затравка" - аксиома - набор отрезков, на основании которых будет строиться фрактал
 2. к этой "затравке" применяют набор правил, который преобразует ее в какую-либо геометрическую фигуру
 3. к каждой части этой фигуры применяют опять тот же набор правил
 4. с каждым шагом фигура будет становиться все сложнее и сложнее
 5. если проведем (по крайней мере, в уме) бесконечное количество преобразований - получим **геометрический фрактал**



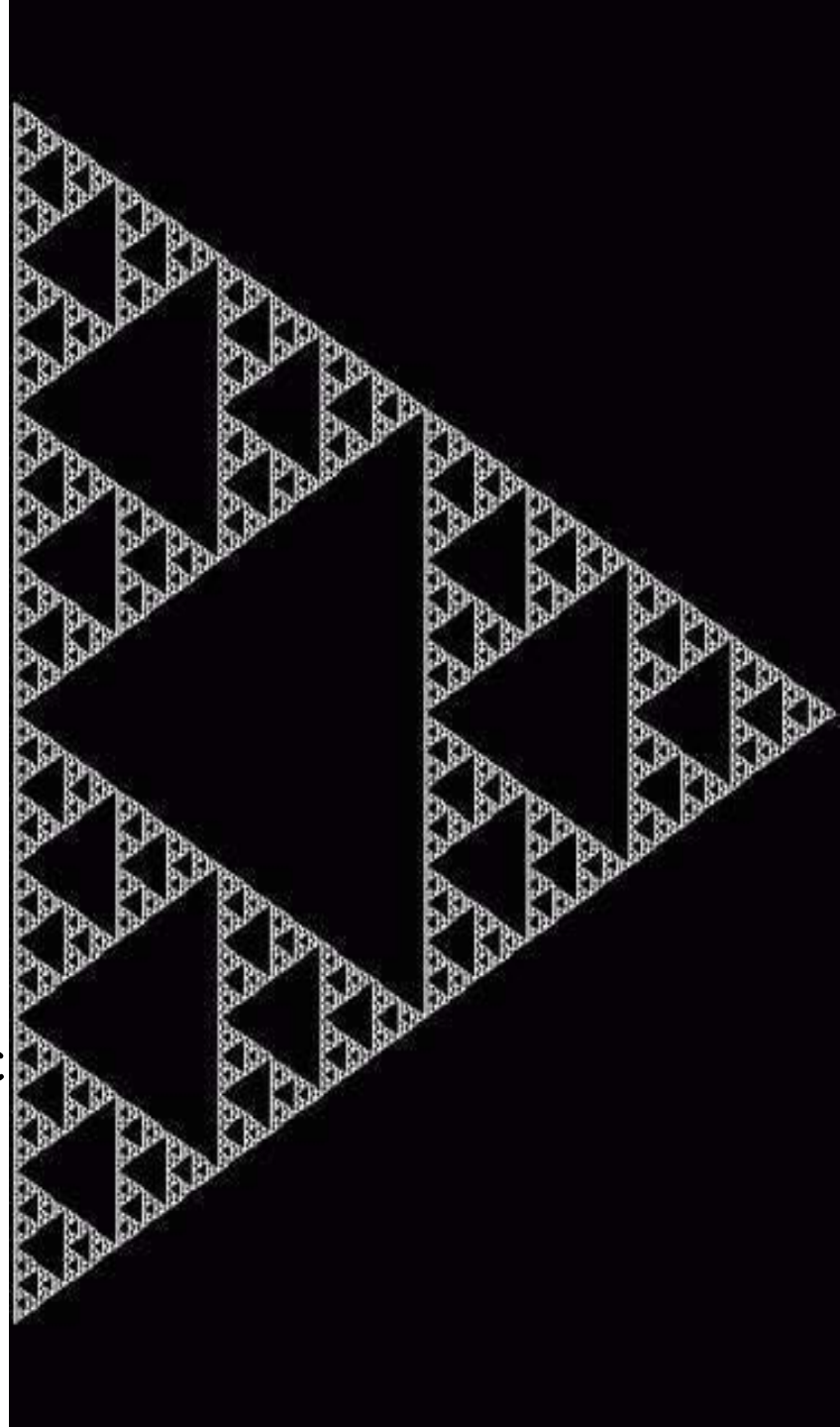
Снежинка Коха

- первый геометрический фрактал
- очень интересный и довольно знаменитый
- строится она на основе равностороннего треугольника, каждая линия которого заменяется на 4 линии
- каждая новая линия длиной в $1/3$ исходной
- с каждой итерацией длина кривой увеличивается на треть
- если сделать бесконечное число итераций - получим фрактал - снежинку Коха бесконечной длины
- получается, что бесконечная кривая покрывает ограниченную площадь

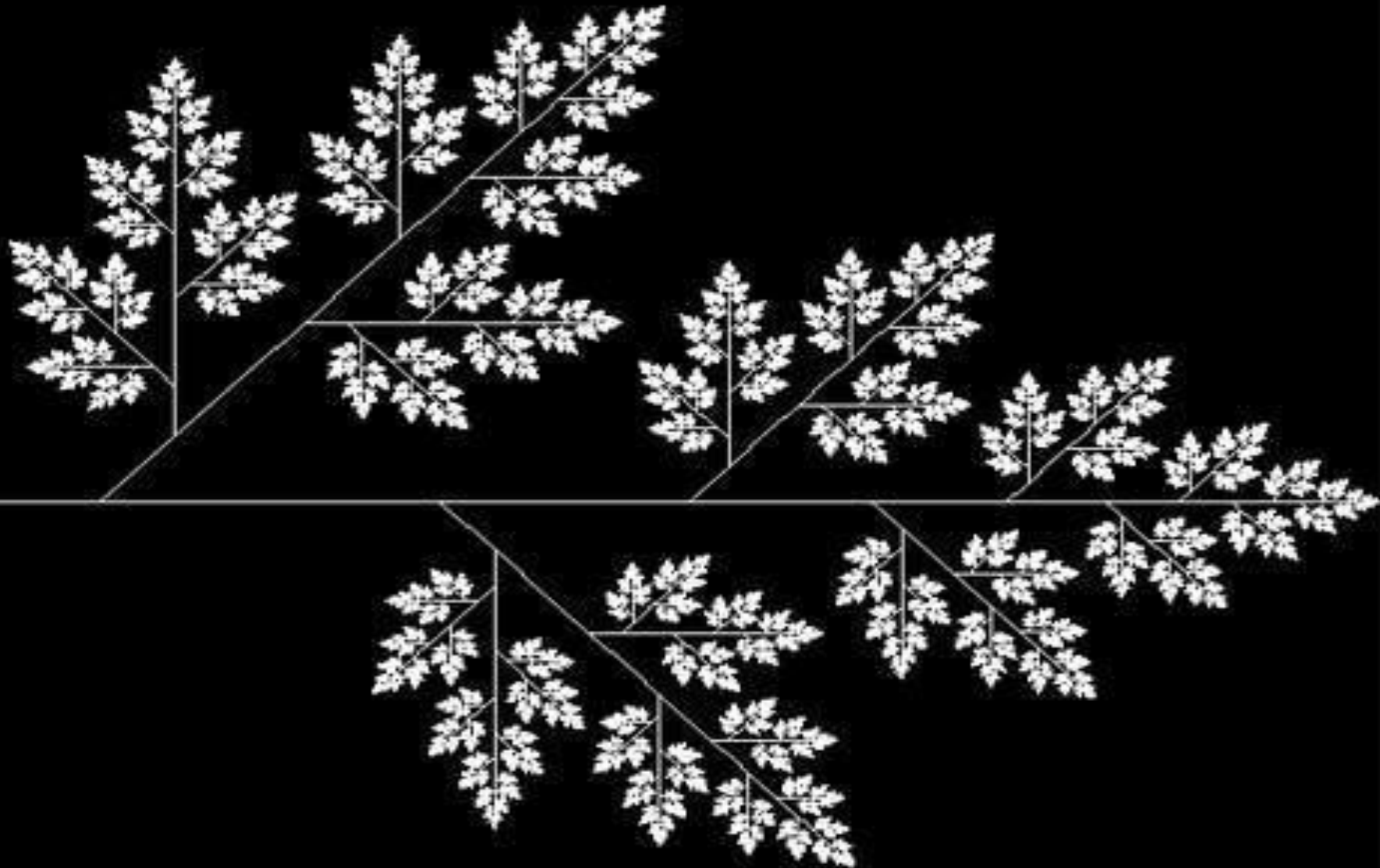


Треугольник Серпинского

- Для построения из центра равностороннего треугольника "вырежем" треугольник.
- Повторим эту же процедуру для трех образовавшихся треугольников (за исключением центрального) и так до бесконечности.
- Если теперь возьмем любой из образовавшихся треугольников и увеличим его - получим точную копию целого.
- В данном случае мы имеем дело с полным самоподобием.



Лист



Алгебраические фракталы



- Вторая большая группа фракталов
- Свое название получили за то, что их строят, на основе алгебраических формул иногда весьма простых.
- 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.
- Когда это условие выполнится - на экран выводится точка.
- При этом значения 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 тенденций.



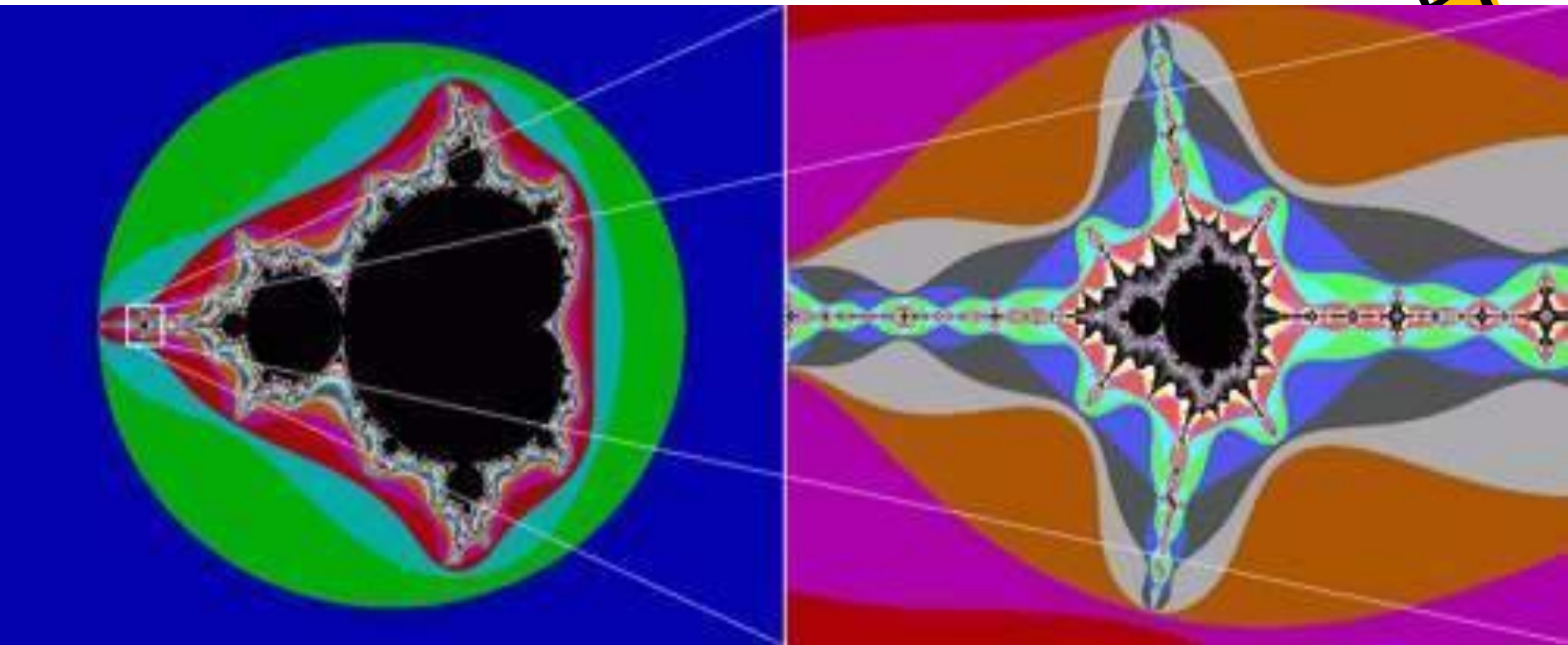
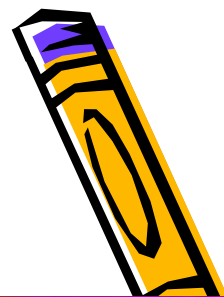
Множество Мандельброта



- Для построения необходимы комплексные числа.
- Функционально множество Мандельброта определяется как $Z_{n+1} = Z_n * Z_n + C$.
- Для всех точек на комплексной плоскости в интервале от $-2+2i$ до $2+2i$ выполняем некоторое достаточно большое количество раз $Z_1 = Z_0 * Z_0 + C$, каждый раз проверяя абсолютное значение Z_n .
- Если это значение больше 2, что рисуем точку с цветом равным номеру итерации на котором абсолютное значение превысило 2, иначе рисуем точку черного цвета.
- Черный цвет в середине показывает, что в этих точках функция стремится к нулю - это и есть множество Мандельброта.
- За пределами этого множества функция стремится к бесконечности.
- Самое интересное это границы множества: они то и являются фрактальными.
- На границах этого множества функция ведет себя непредсказуемо - хаотично



Все множество Мандельброта

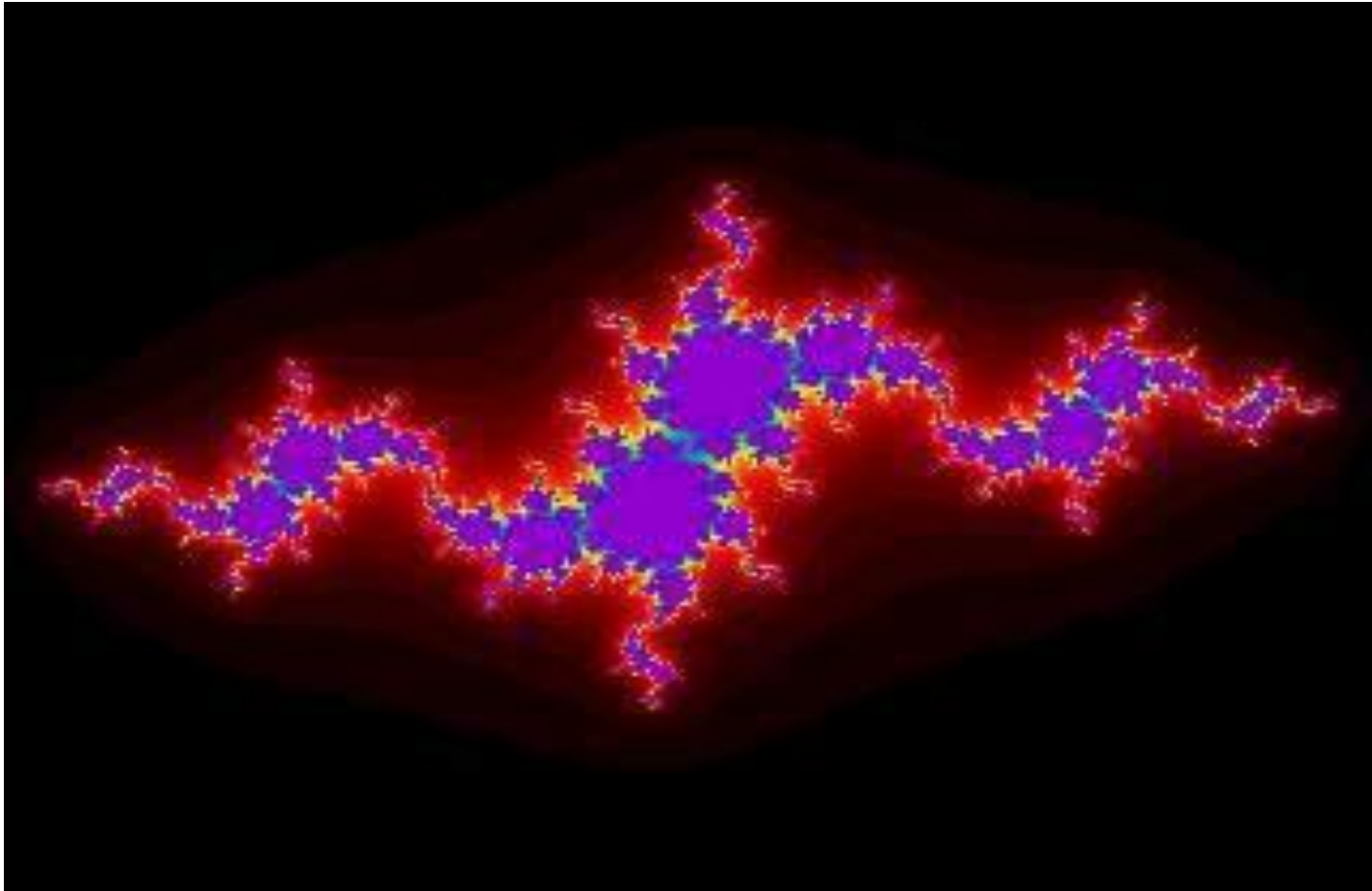


- Справа-небольшой участок множества Мандельброта, увеличенное до размеров предыдущего рисунка.



Множество Жюлиа.

$$f(z) = a(z^2 + b)$$



Программы для работы с фрактальной графикой



Программа Fracplanet 4.0

Программа Art Dabbler

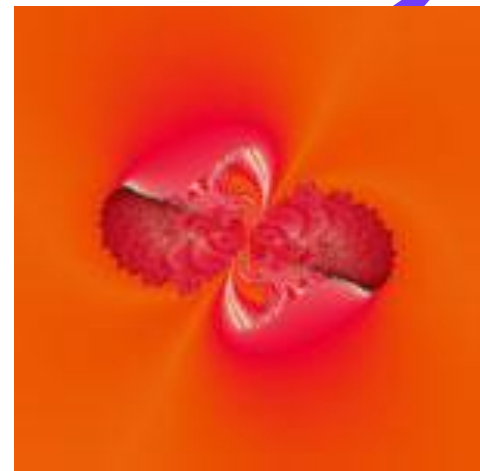
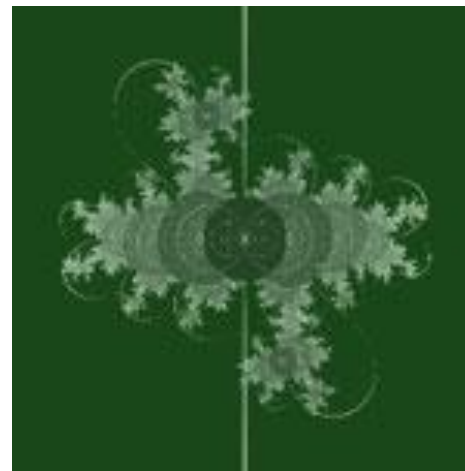
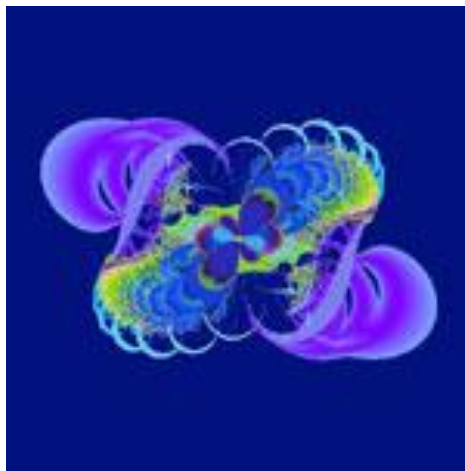
Программа Ultra Fractal

Программа Fractal Explorer

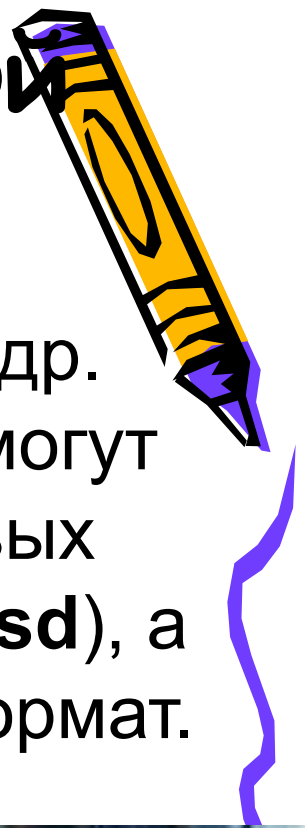
Программа ChaosPro

Программа Apophysis

Программа Mystica



Форматы файлов фрактальной графики



*.pov; *.frp; *.frs; *.fri; *.fro; *.fr3, *.fr4 и др.
Визуализированные изображения также могут
быть экспортированы в один из растровых
графических форматов (**jpg, bmp, png** и **psd**), а
готовые фрактальные анимации - в **AVI**-формат.

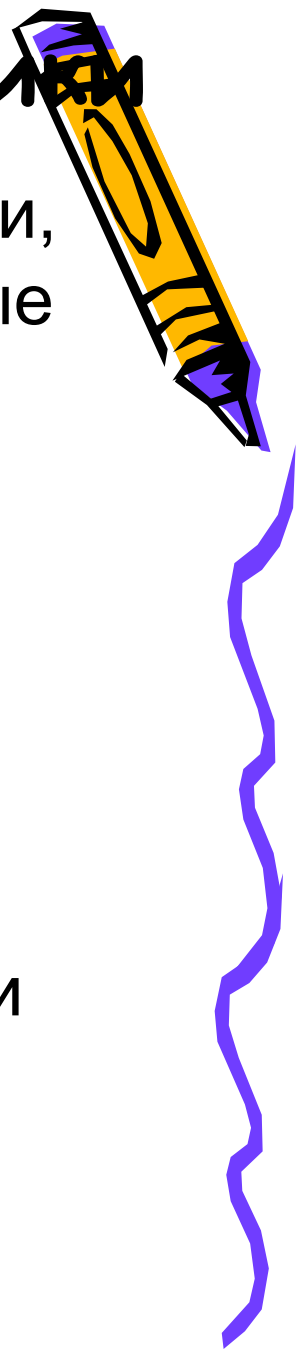


Применение фрактальной графики

- С использованием фракталов могут строиться не только ирреальные изображения, но и вполне реалистичные (например, фракталы нередко используются при создании облаков, снега, береговых линий, деревьев и кустов и др.).
- Применять фрактальные изображения можно в самых разных сферах, начиная от создания обычных текстур и фоновых изображений и кончая фантастическими ландшафтами для компьютерных игр или книжных иллюстраций.



Применение фрактальной графики



- позволяет создавать абстрактные композиции, где можно реализовать такие композиционные приёмы как
 - ✓ горизонтали
 - ✓ вертикали
 - ✓ диагональные направления
 - ✓ симметрию
 - ✓ асимметрию и др.
- может быть удачно использовано при составлении **декоративной композиции** или для создания **орнамента**



Применение фрактальной графики

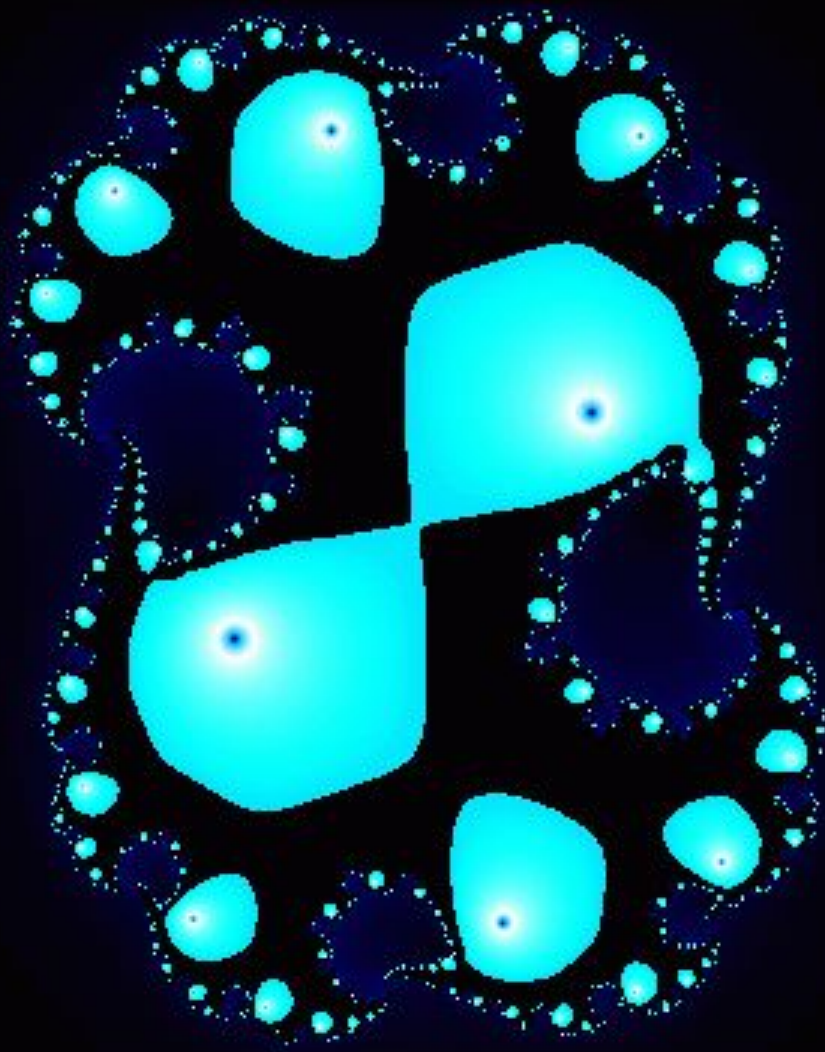


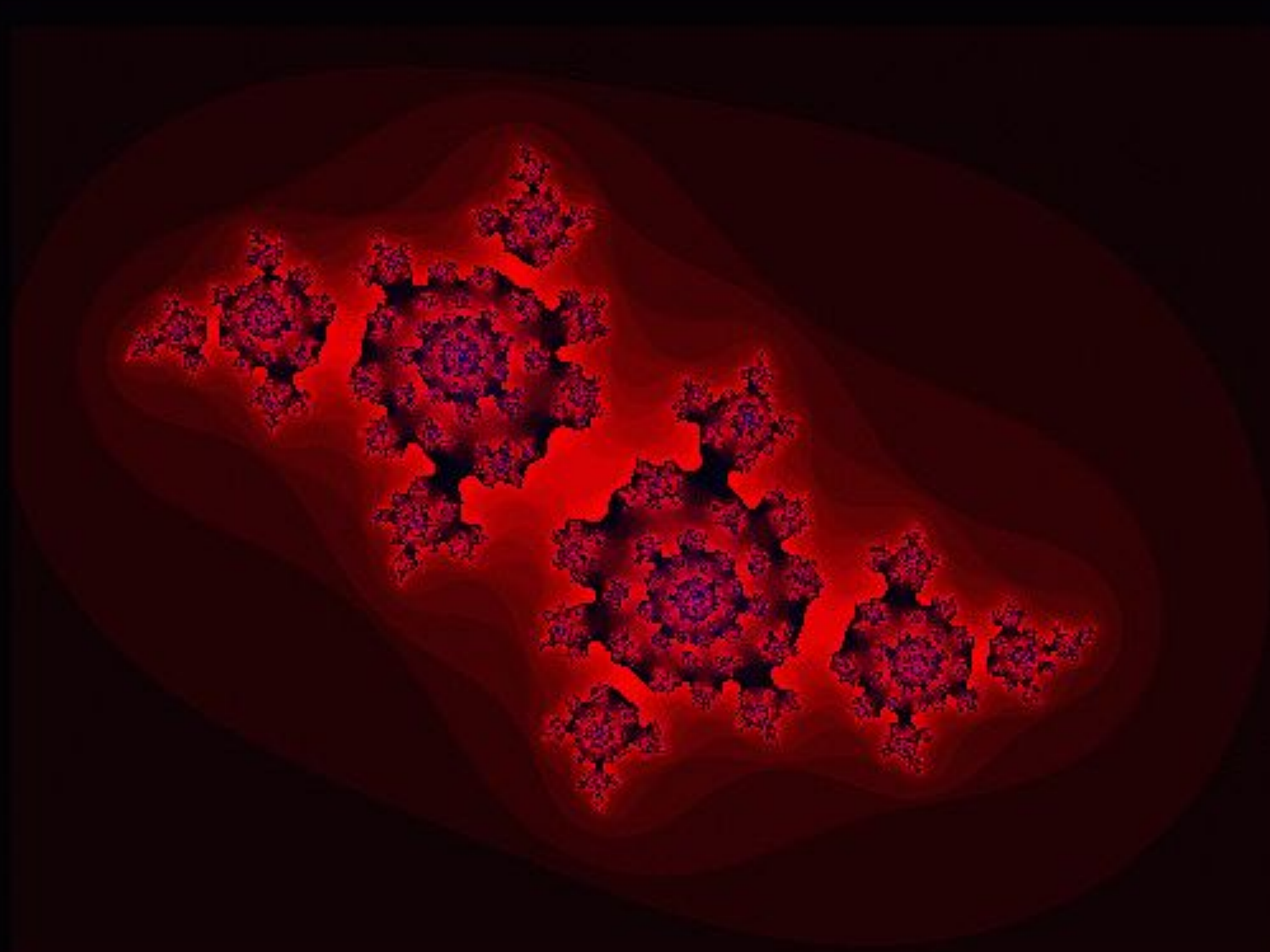
- С точки зрения машинной графики фрактальная геометрия незаменима при генерации искусственных облаков, гор, поверхности моря.
- Фактически благодаря фрактальной графике найден способ эффективной реализации сложных неевклидовых объектов, образы которых весьма похожи на природные.
- Помимо фрактальной живописи существуют **фрактальная анимация** и **фрактальная музыка**

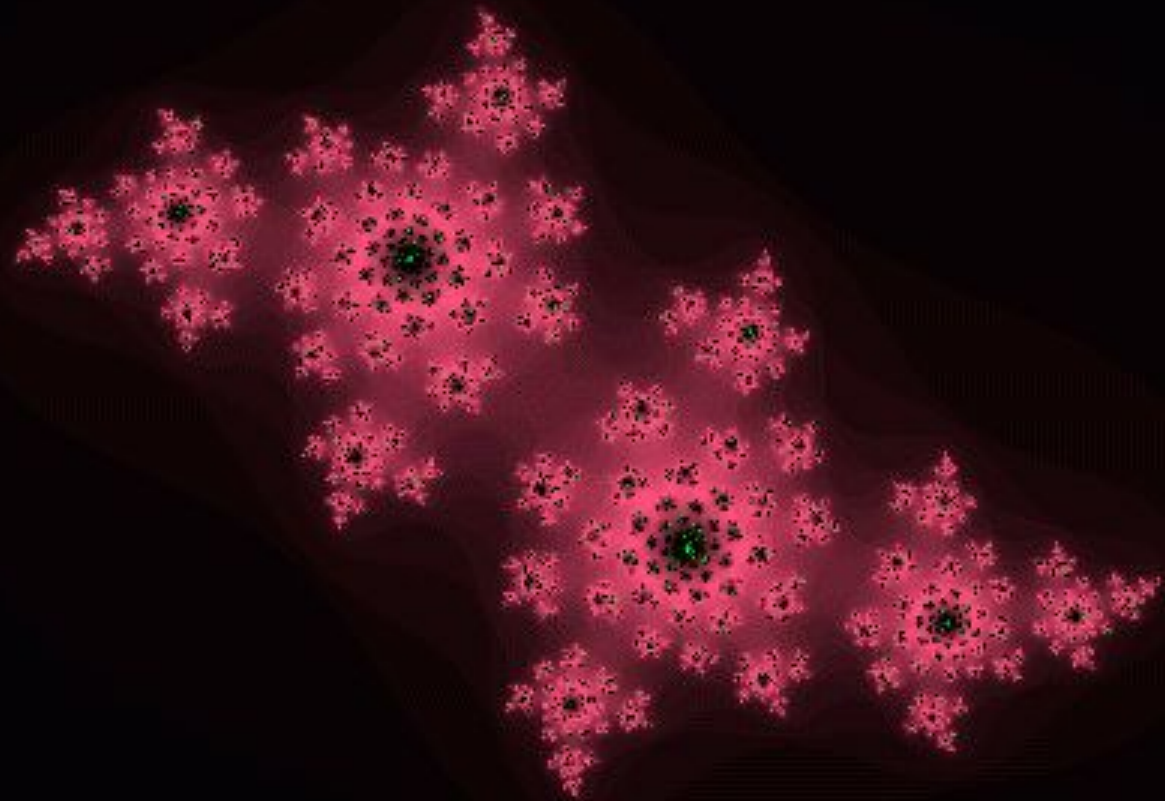


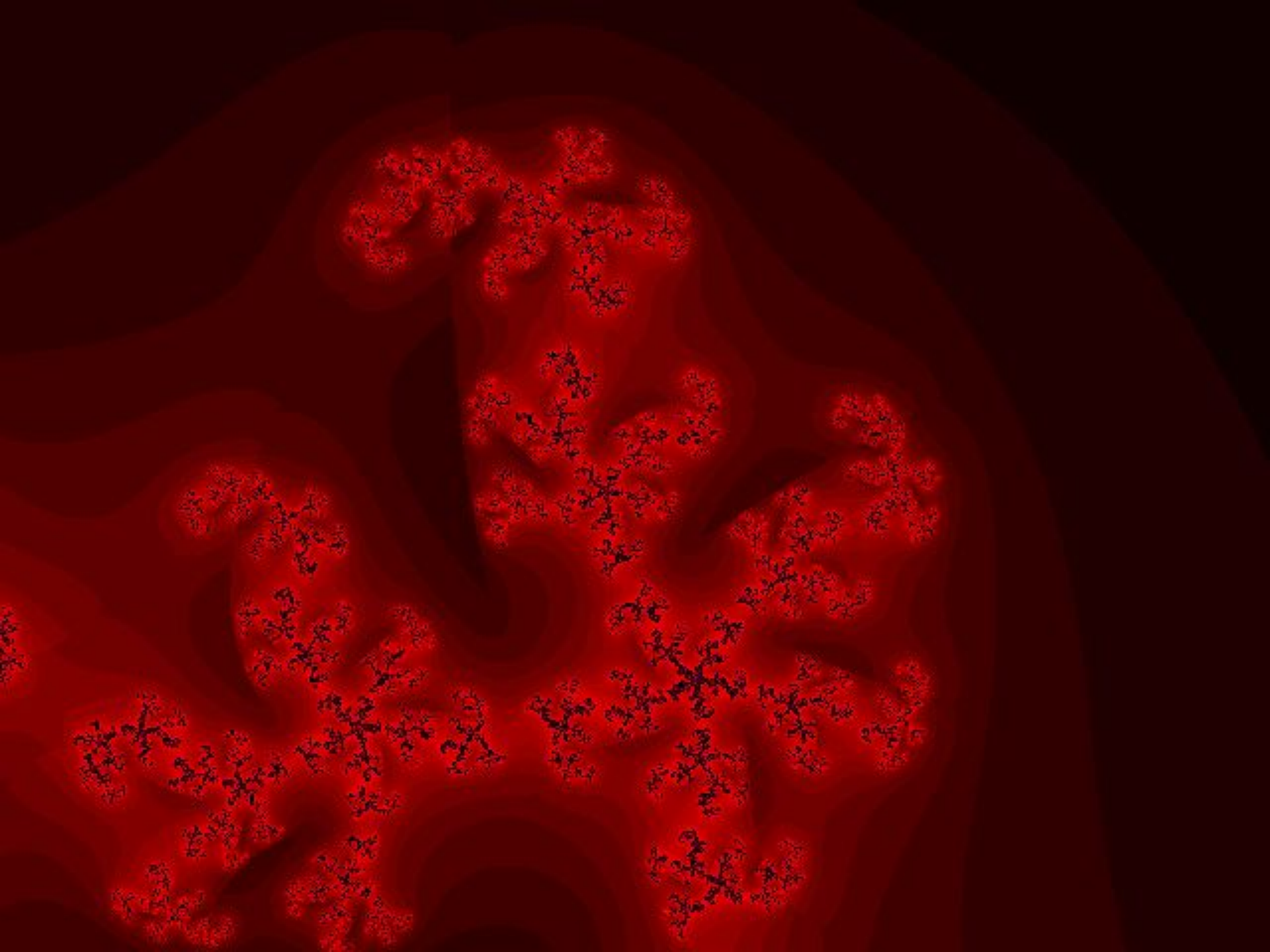
Примеры фрактальных рисунков

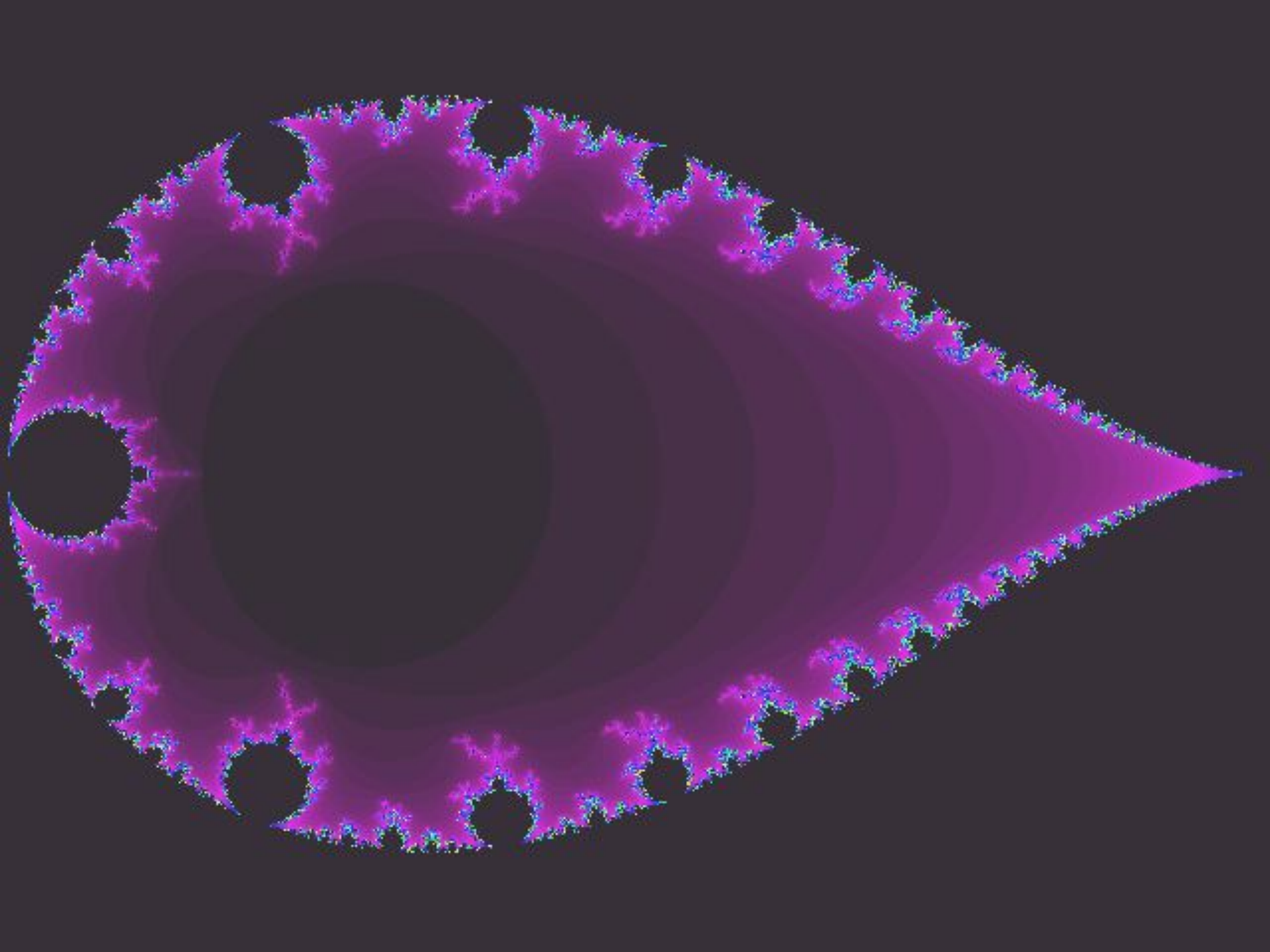


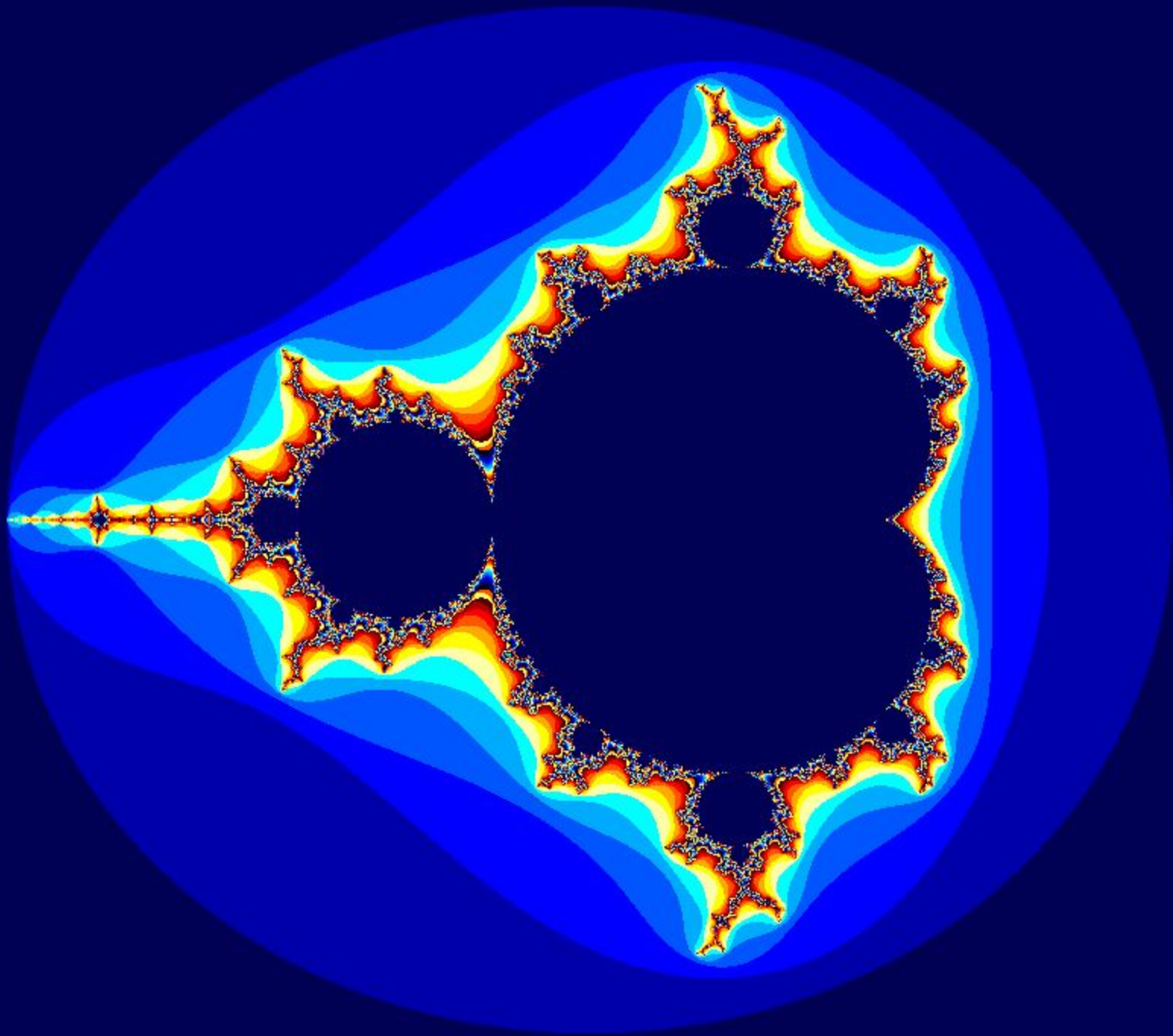


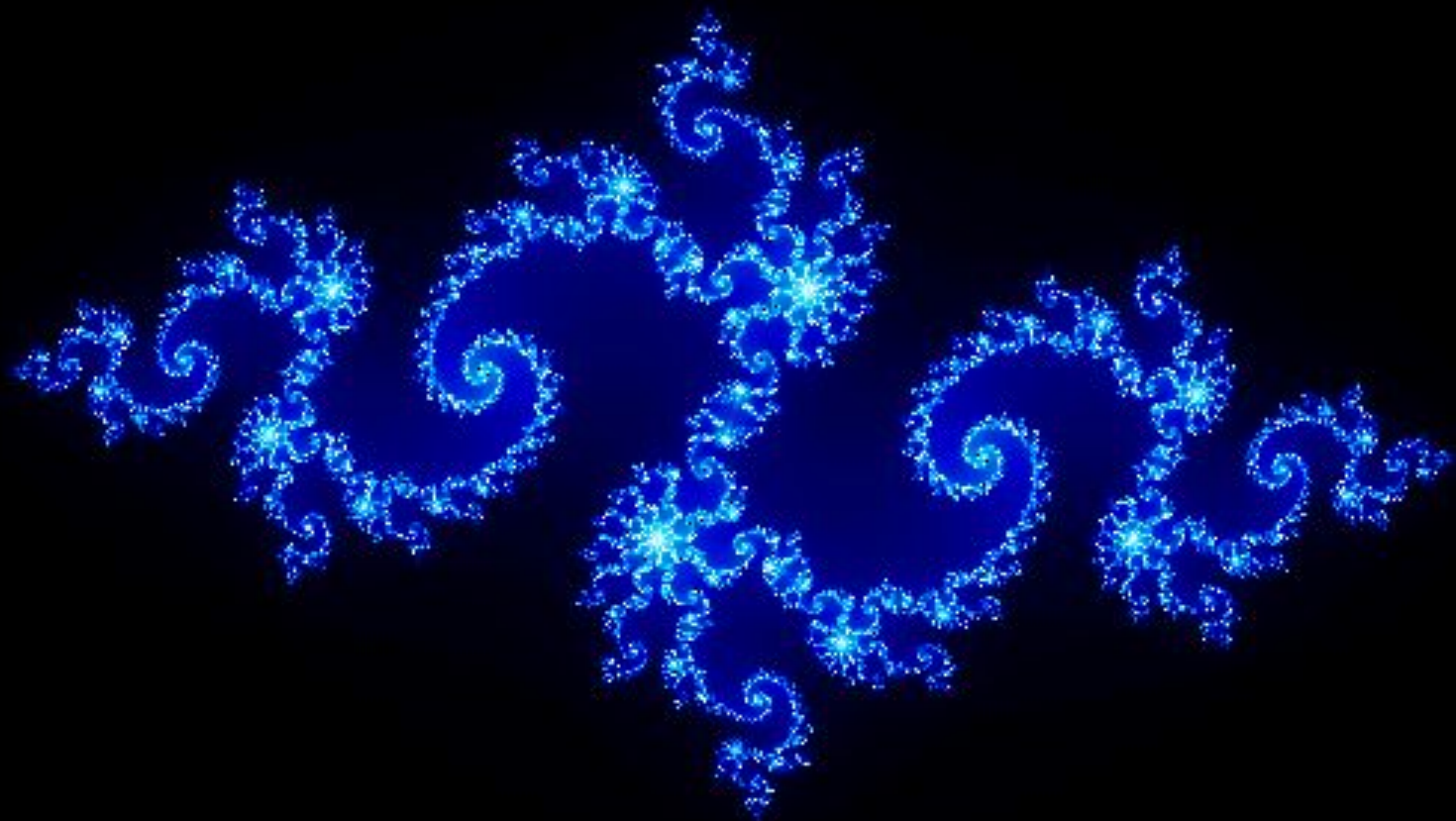


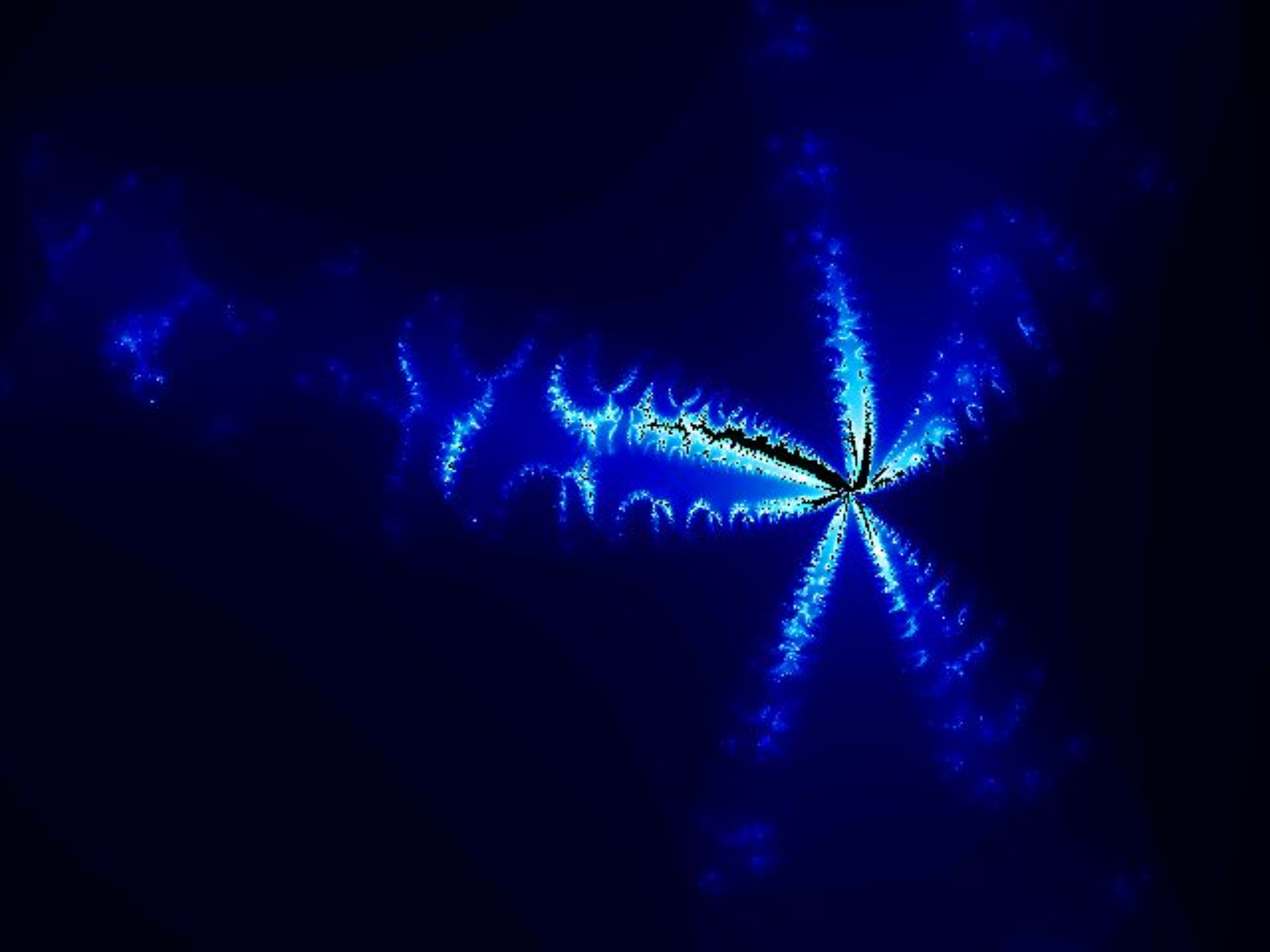


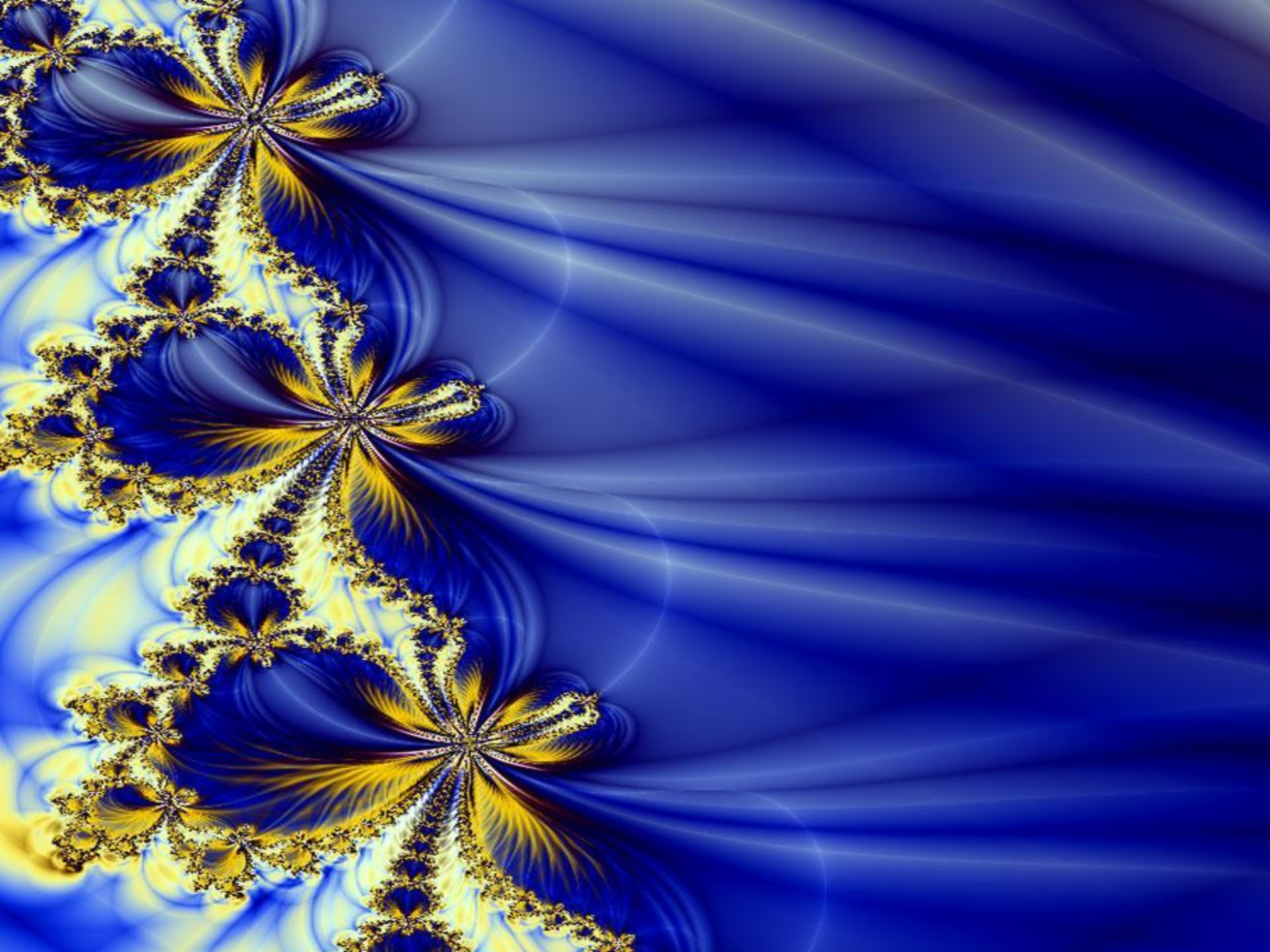


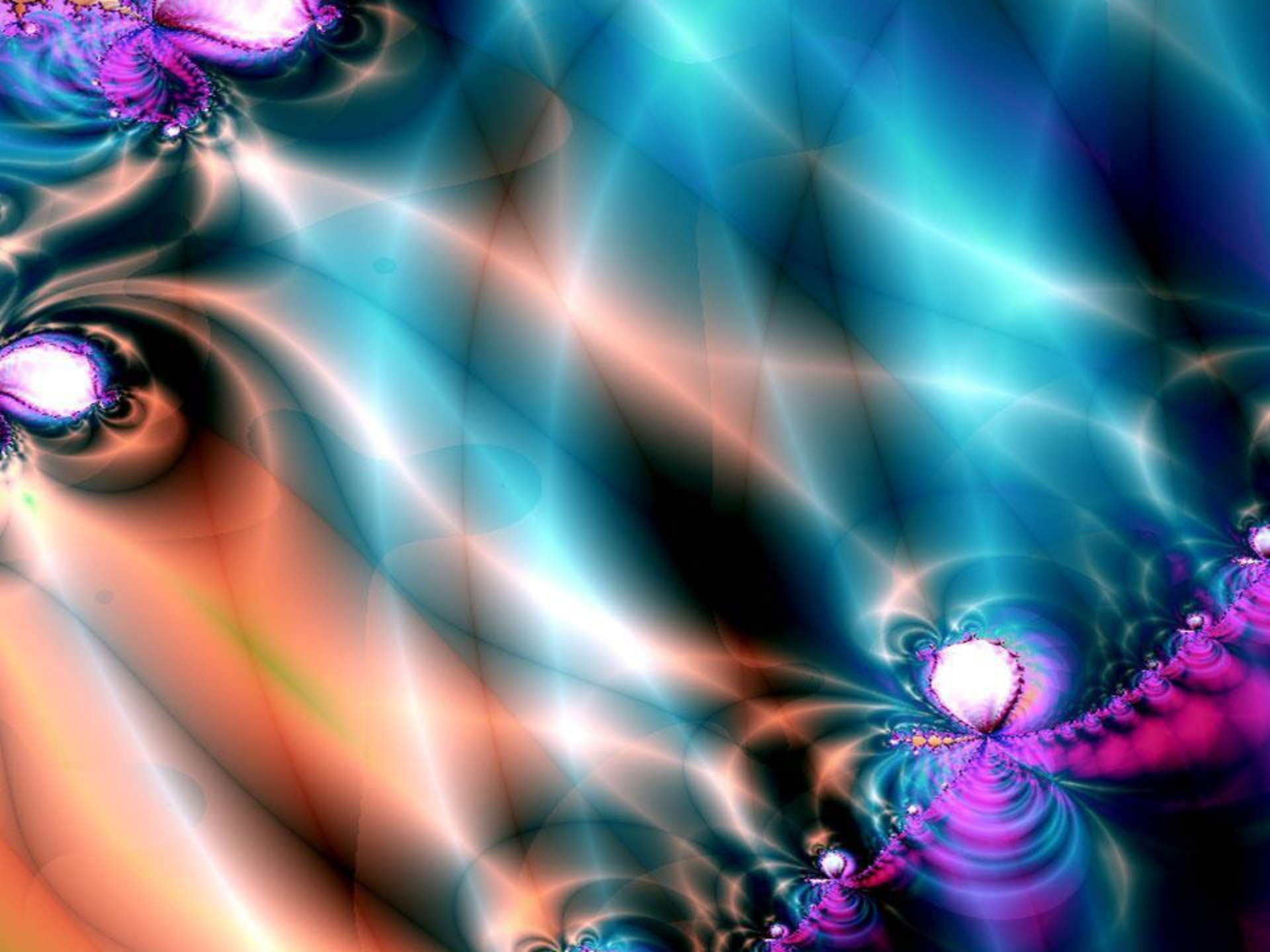




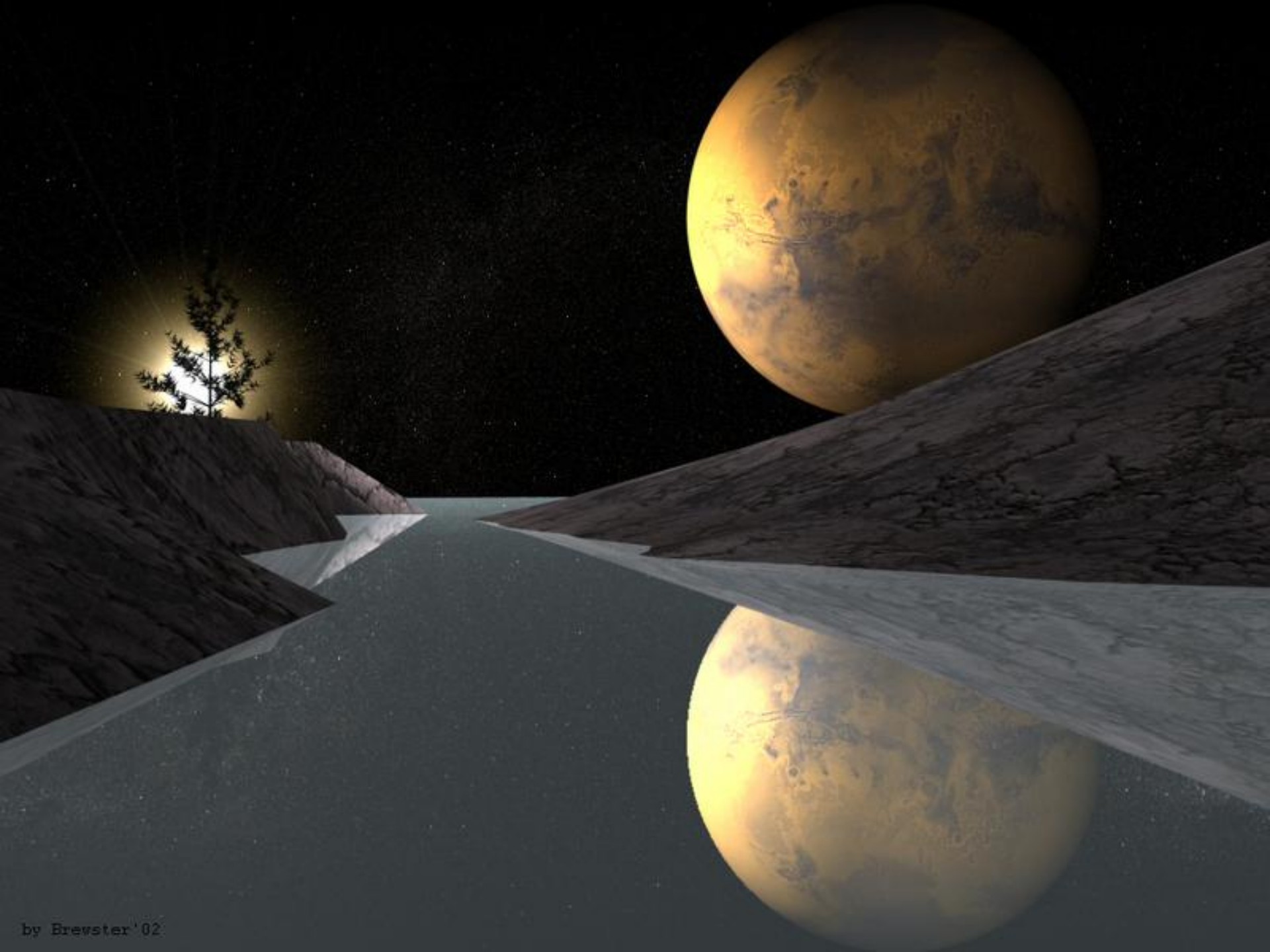












Трехмерная графика



- компьютерная графика создаваемая с помощью изображений, имеющих длину, ширину и глубину.



Трехмерная графика

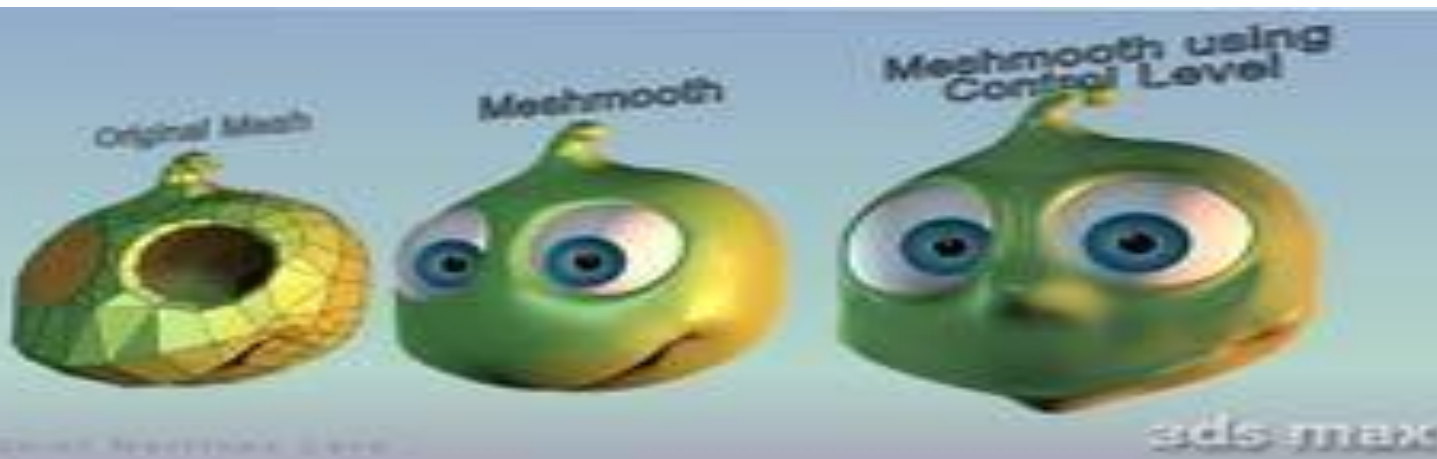
- Для создания реалистичной модели объекта используют геометрические примитивы (прямоугольник, куб, шар, конус и прочие) и гладкие, так называемые сплайновые поверхности.
- Вид поверхности определяется расположенной в пространстве сеткой опорных точек.
- Каждой точке присваивается коэффициент, величина которого определяет степень ее влияния на часть поверхности, проходящей вблизи точки.
- От взаимного расположения точек и величины коэффициентов зависит форма и "гладкость" поверхности в целом.

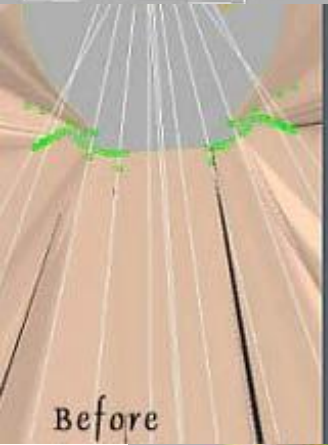
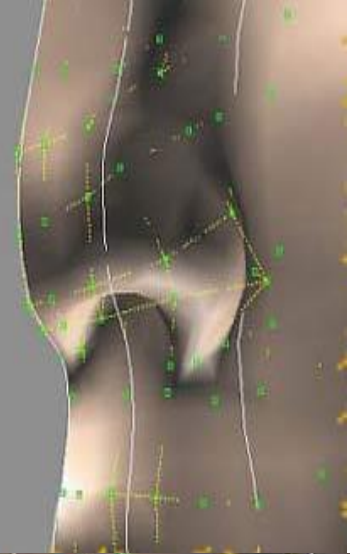
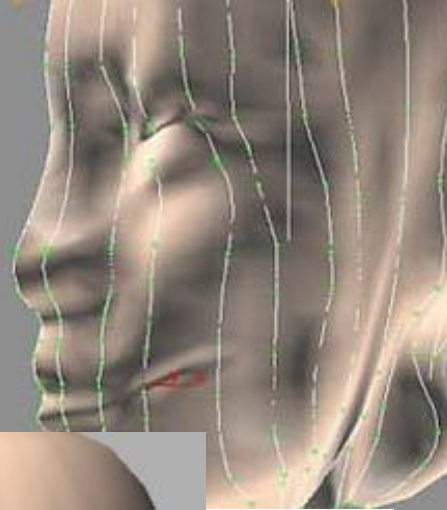
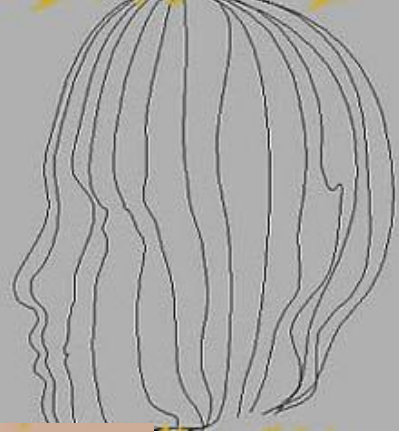
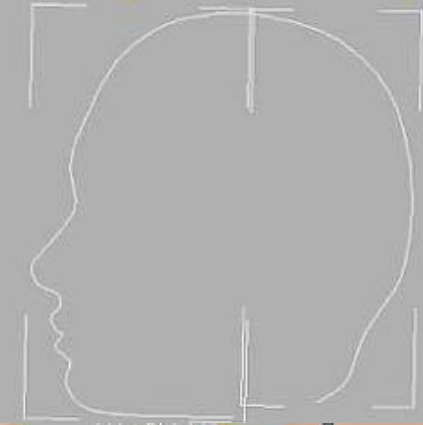


Для пространственного моделирования объекта требуется:



- спроектировать и создать виртуальный каркас ("скелет") объекта, наиболее полно соответствующий его реальной форме;
- спроектировать и создать виртуальные материалы, по физическим свойствам визуализации похожие на реальные;
- присвоить материалы различным частям поверхности объекта (на профессиональном жаргоне - "спроектировать текстуры на объект");
- настроить физические параметры пространства, в котором будет действовать объект, - задать освещение, гравитацию, свойства атмосферы, свойства взаимодействующих объектов и поверхностей;
- задать траектории движения объектов;
- рассчитать результирующую последовательность кадров;
- наложить поверхностные эффекты на итоговый анимационный ролик.

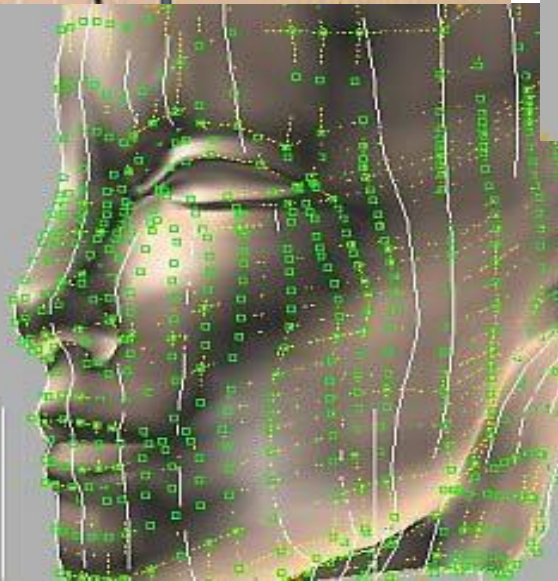
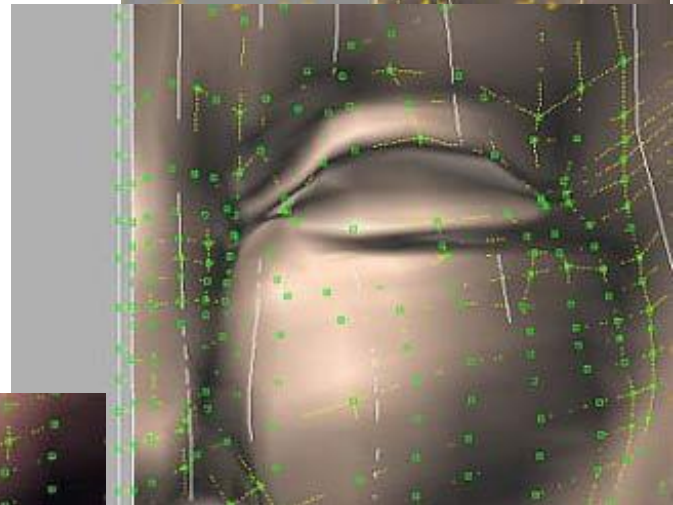




Before



After



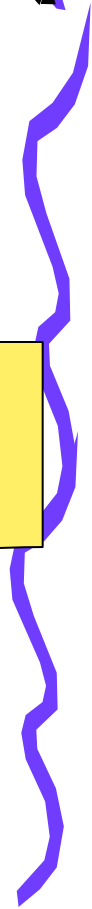
Трёхмерная графика



Полигональная

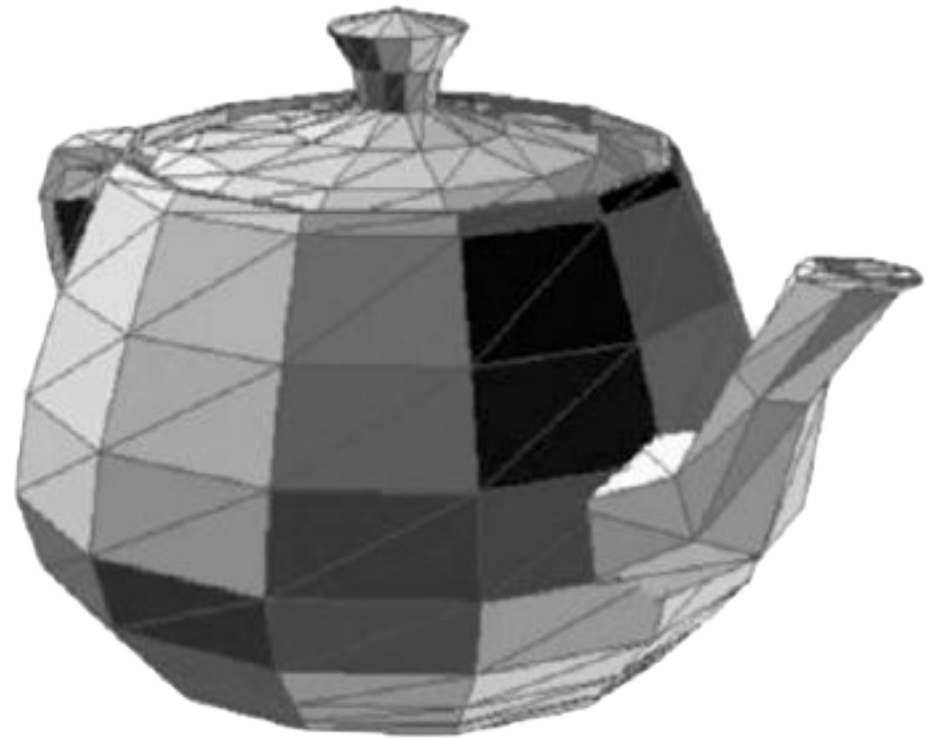
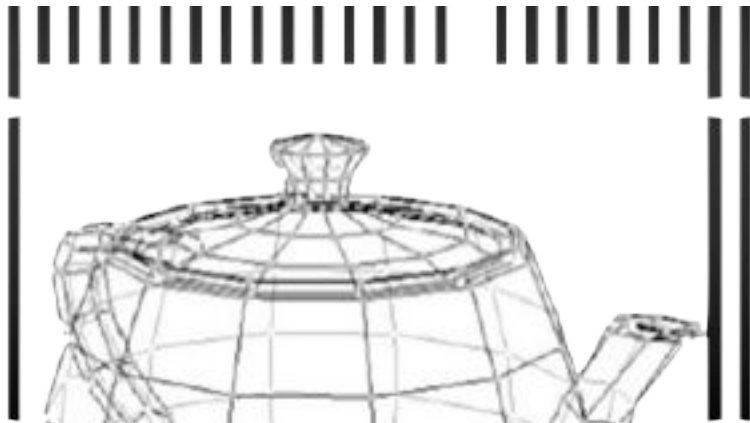
Фрактальная

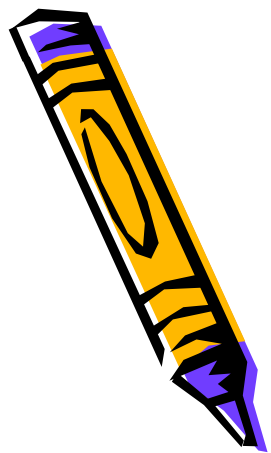
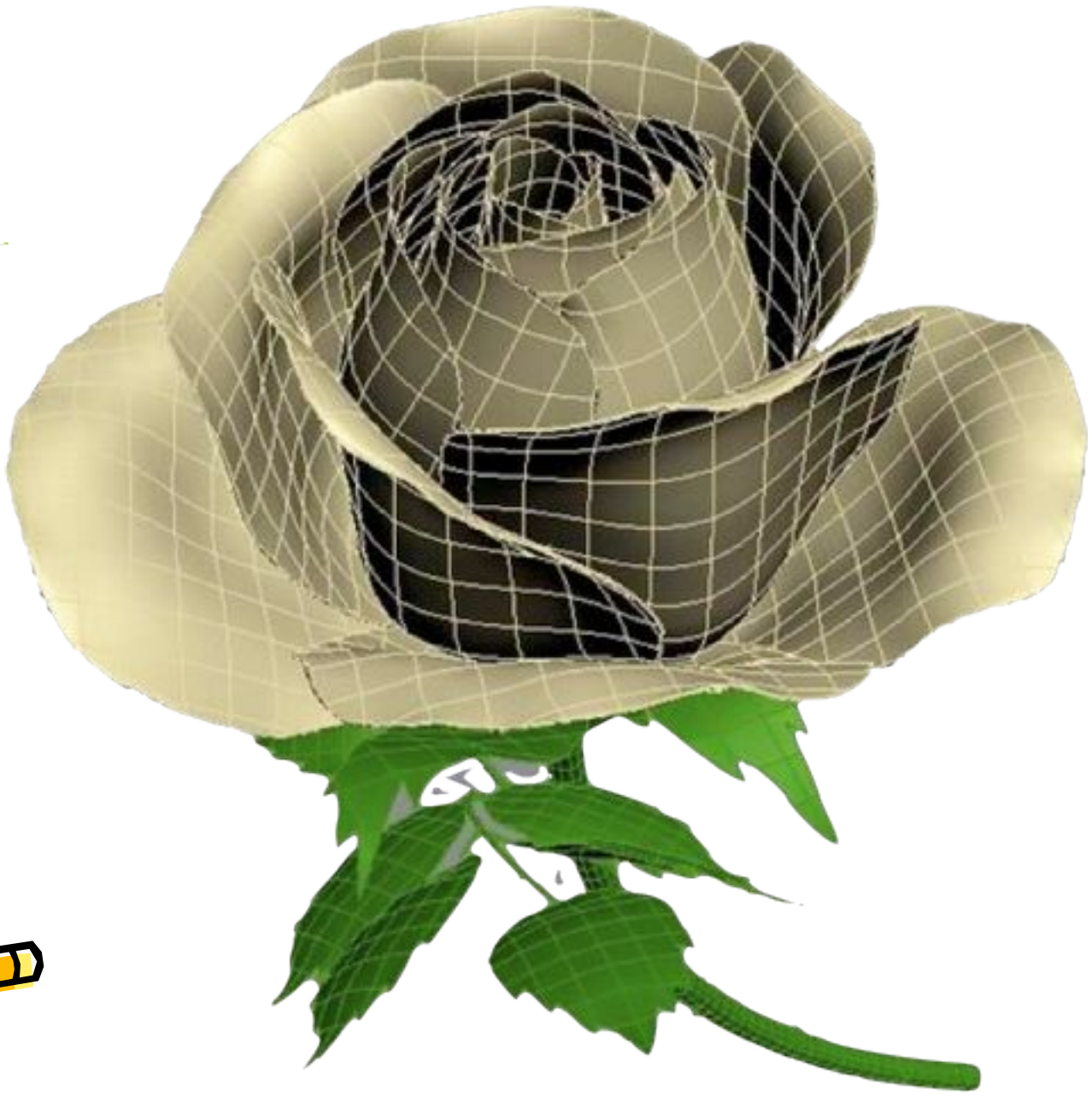
Аналитическая



Полигональная графика

- Объект задается набором полигонов.
- Полигон - это плоский многоугольник.
- Каждый полигон задается набором точек.
- 3-мерный объект задается как массив или структура.





Аналитическая графика

- объекты задаются аналитически, т. е. формулами.

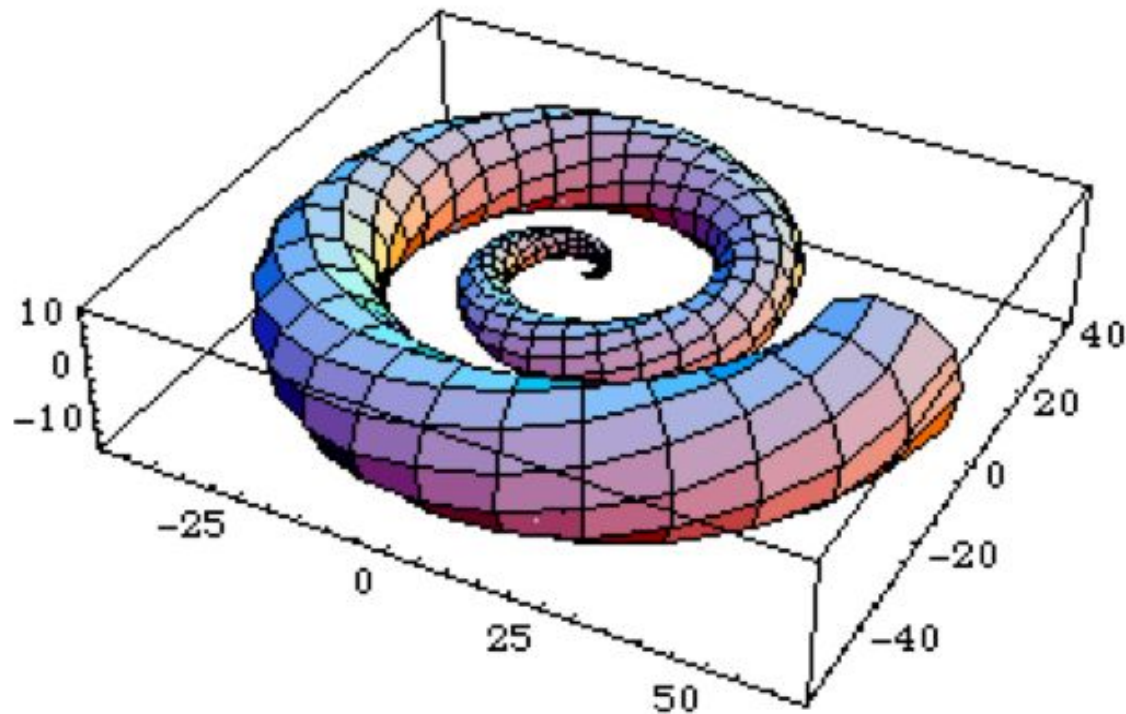
Например: шар радиуса r

с центром в точке (x_0, y_0, z_0) :

$$(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2 = r^2$$



```
ParametricPlot3D[{u Cos[u] (4 + Cos[v + u]),  
u Sin[u] (4 + Cos[v + u]), u Sin[v + u]},  
{u, 0, 4 Pi}, {v, 0, 2 Pi}, PlotPoints -> {60, 12}]
```



- Graphics3D -

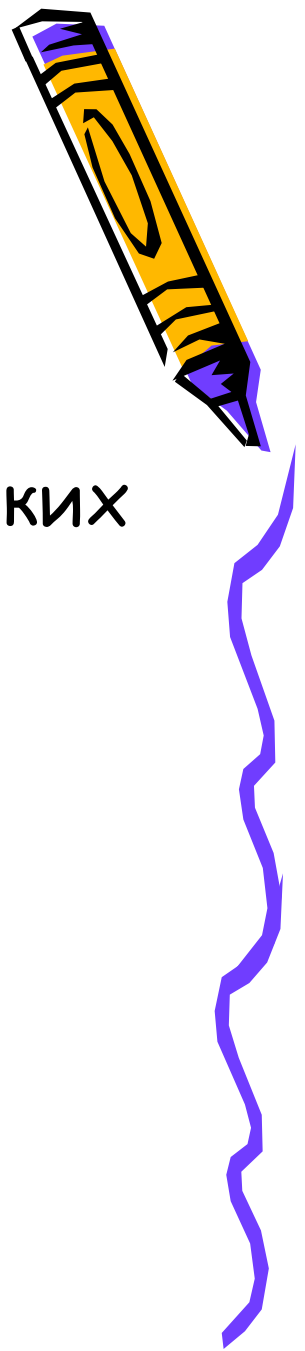
Программы для работы с трехмерной графикой:

- 3D Studio MAX 5,
- AutoCAD,
- Компас



Применение:

- научные расчеты,
- инженерное проектирование,
- компьютерное моделирование физических объектов
- изделия в машиностроении,
- видеоролики,
- архитектура.





ФАСАД 1-4

М 1:50

