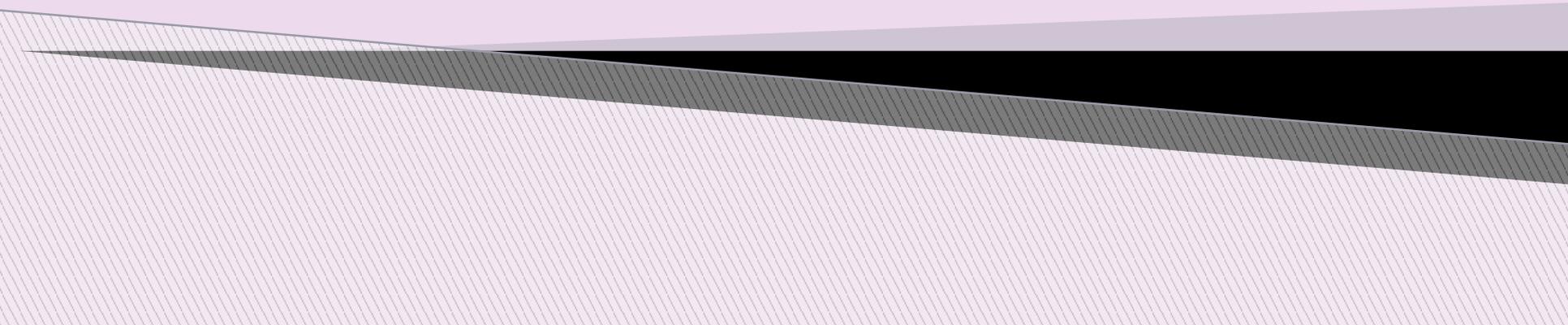


Фрактальная графика



Понятие фрактала

- **Фрактáл** (лат. *fractus* — дроблённый, сломанный, разбитый) — графический объект, отдельные элементы которого наследуют свойства родительских структур.
- 1977 г. - выход книги **Бенуа Мандельброта** «*The Fractal Geometry of Nature*» («Фрактальная геометрия природы»). В его работах использованы научные результаты других ученых, работавших в период 1875-1925 годов в той же области (Пуанкаре, Фату, Жюлиа, Кантор, Хаусдорф).
- «**Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому**» (Б. Мандельброт, математический аналитик IBM)

Понятие фрактала

В самом простом случае небольшая часть фрактала содержит информацию о всём фрактале.

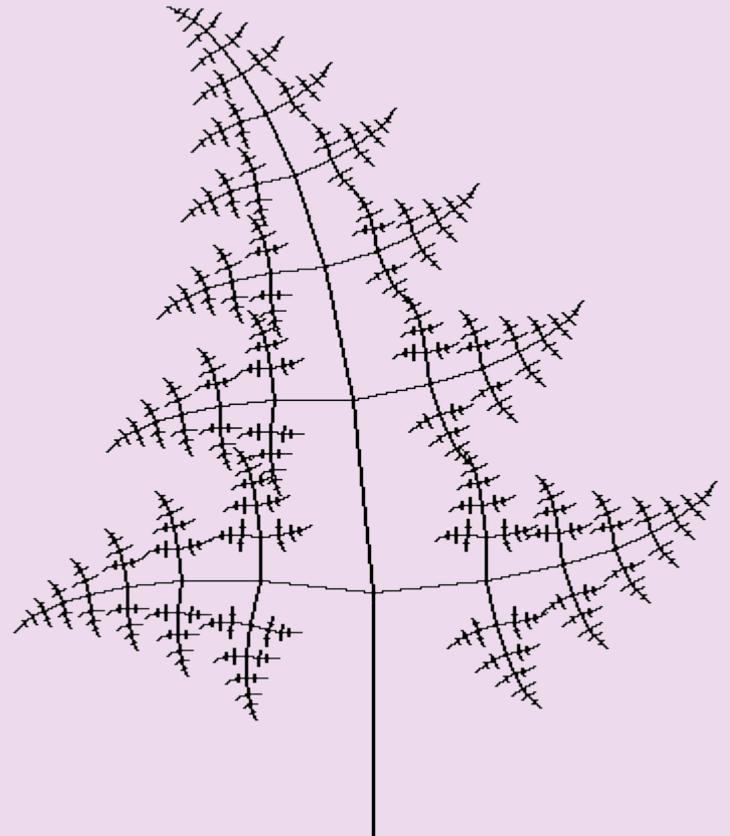
Фрактальная графика незаменима при генерации сложных неевклидовых объектов, образы которых весьма похожи на природные.

Один из наиболее и знаменитых фрактальных изображений - папоротник, в котором каждый лист в действительности представляет собой миниатюрный вариант самого папоротника



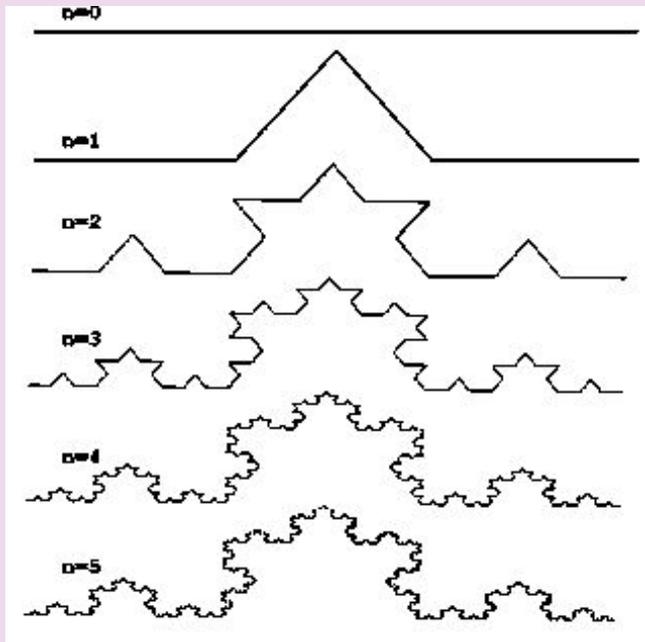
Пример Pascal-программы для рисования фрактального папоротника

```
program Fern_Constr;  
uses Graph, CRT;  
const min = 1;  
var gd, gm : Integer;  
procedure lineto1(x, y : Integer; l, u : real);  
begin  
Line(x, y, Round(x + l * cos(u)), Round(y - l * sin(u)));  
end;  
procedure Draw(x, y : Integer; l, u : real);  
begin  
if KeyPressed then exit;  
if l > min then begin lineto1(x, y, l, u);  
x := Round(x + l * cos(u));  
y := Round(y - l * sin(u));  
Draw(x, y, l*0.4, u - 14*pi/30);  
Draw(x, y, l*0.4, u + 14*pi/30);  
Draw(x, y, l*0.7, u + pi/30);  
end;  
end;  
begin gd := Detect;  
InitGraph(gd, gm, 'c:\bp\bgi');  
Draw(320, 460, 140, pi/2);  
ReadKey; CloseGraph;  
end.
```

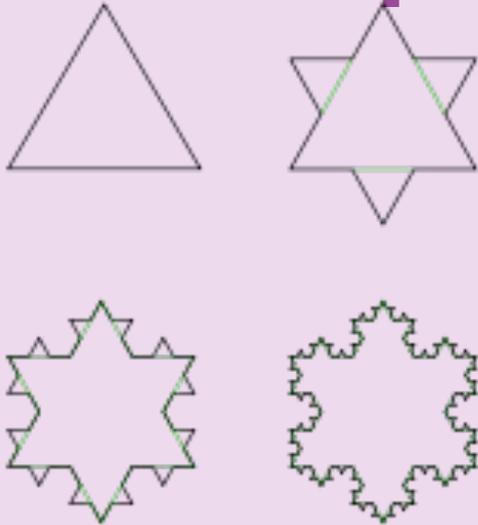


Геометрические фракталы

- **Геометрические фракталы** - самый наглядный вид фракталов. Получают с помощью некоторой ломаной - генератора. За один шаг алгоритма каждый из отрезков, составляющих ломаную, заменяется на ломаную-генератор, в соответствующем масштабе.



Геометрические фракталы

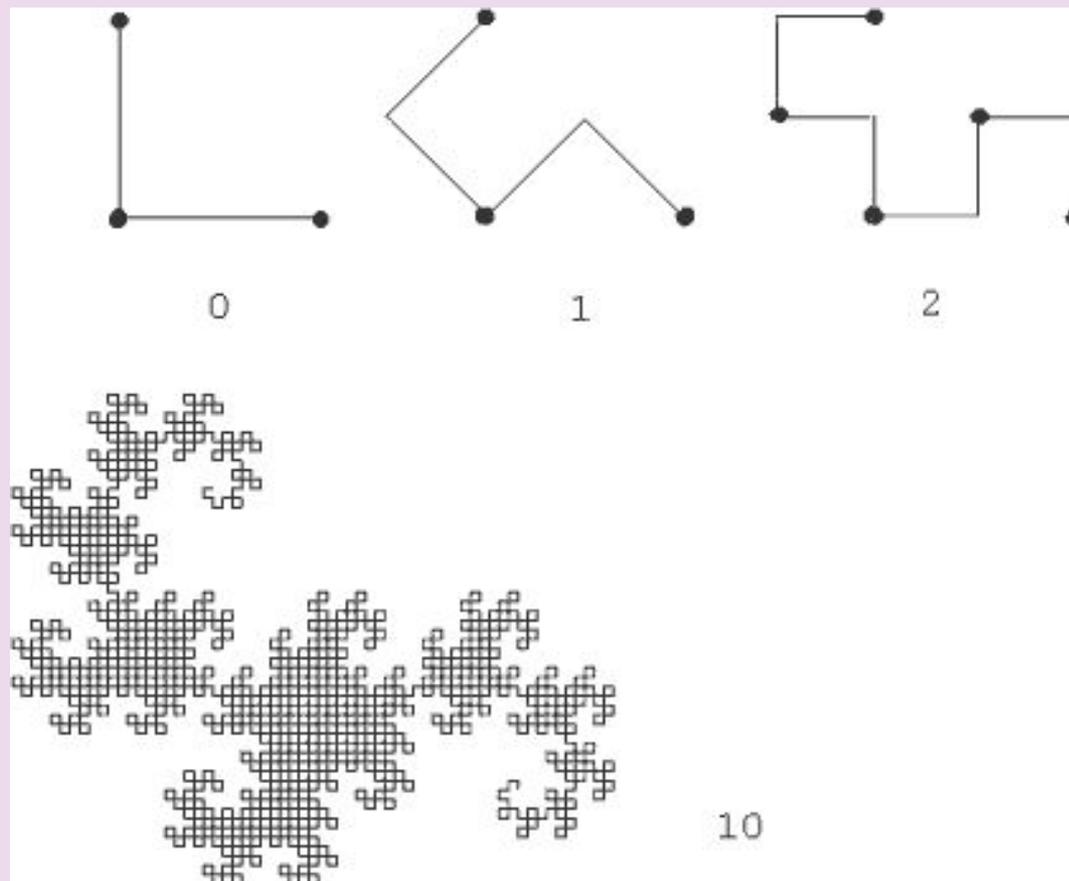


- **Фрактальная снежинка (снежинка Коха)** - один из самых известных геометрических объектов, описан **Хельгой фон Кох** в начале XX века.

Процесс её построения :

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

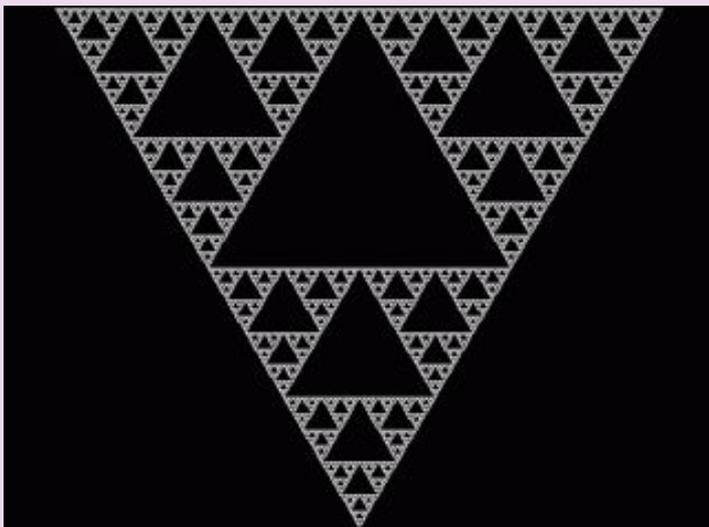
Геометрические фракталы



Построение фрактала «Драконова ломаная»

Геометрические фракталы

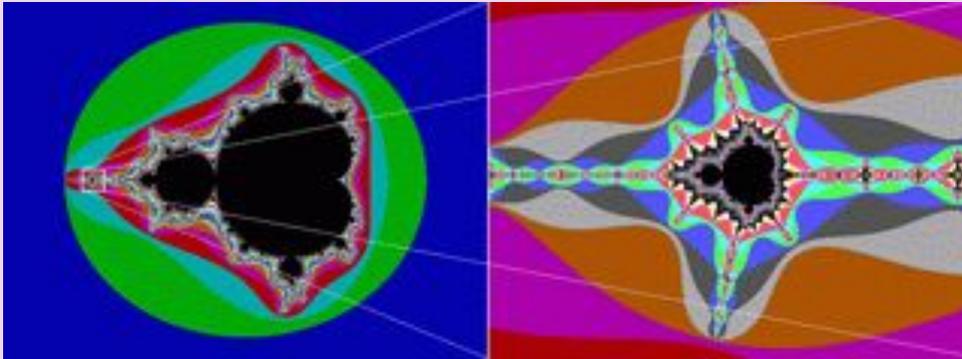
Треугольник Серпинского



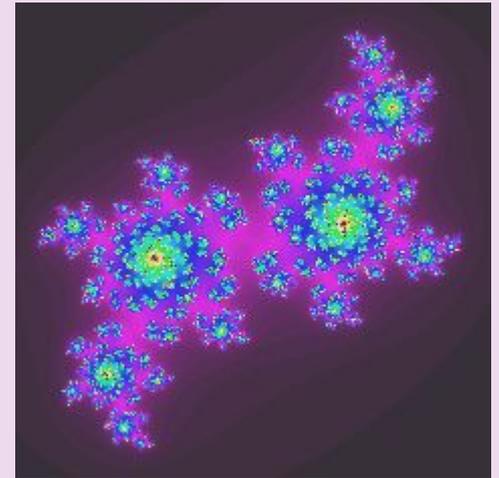
- Задаем **начальные условия**: нулевое поколение – это правильный треугольник S_0 со стороной 1 .
- Задаем процедуру, которая преобразует нулевое поколение: делим средними линиями исходный правильный треугольник на четыре равных треугольника и центральный выбрасываем.
- С тремя оставшимися делаем то же самое и так до бесконечности. В результате возникнет убывающая последовательность замкнутых множеств

Алгебраические фракталы

- Для построения алгебраических фракталов используются итерации нелинейных отображений, задаваемых простыми алгебраическими формулами.
- После того, как изображение построено, можно циклически изменять цвета закрашенных областей, и тогда и без того удивительное изображение «оживёт» на экране.



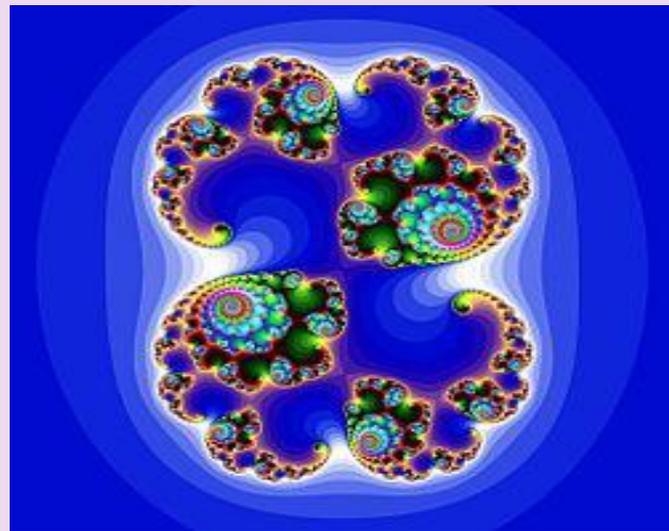
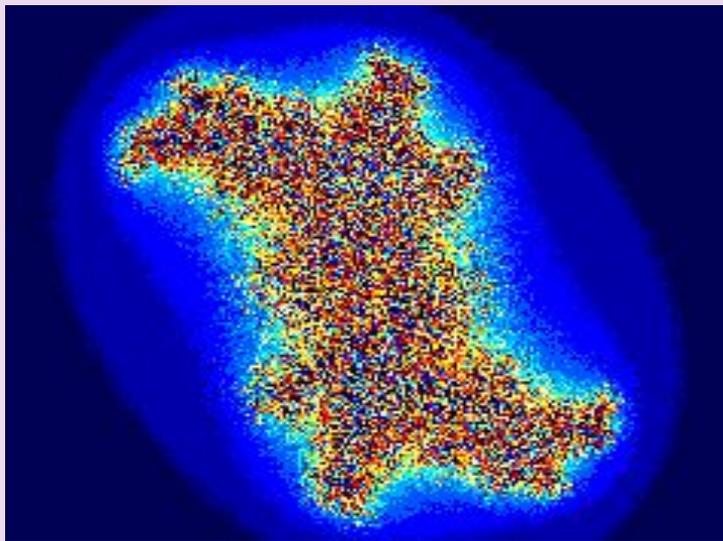
Множество Мандельброта



Множество Жюлиа

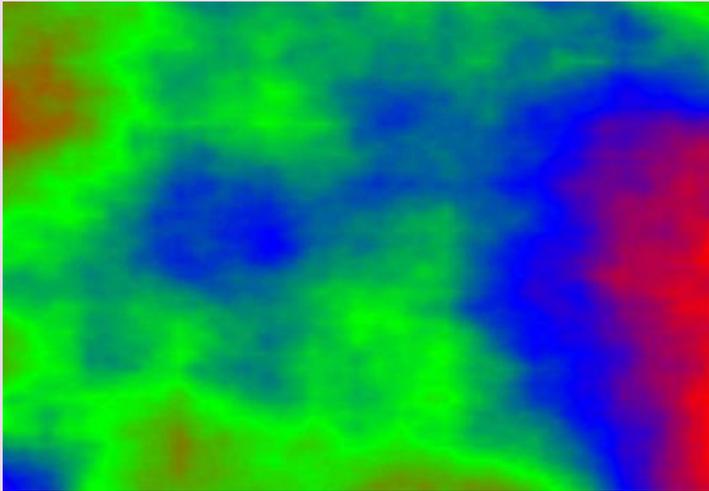
Стохастические фракталы

- Фракталы, при построении которых в итеративной системе случайным образом изменяются какие-либо параметры, называются стохастическими.

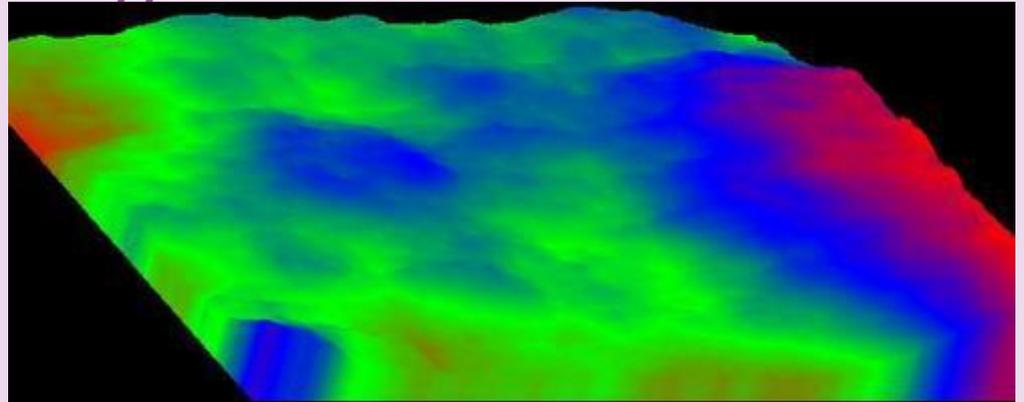


Рандомизированный стохастический фрактал на основе множества Жюлиа

Стохастические фракталы



Типичный стохастический фрактал – «Плазма»



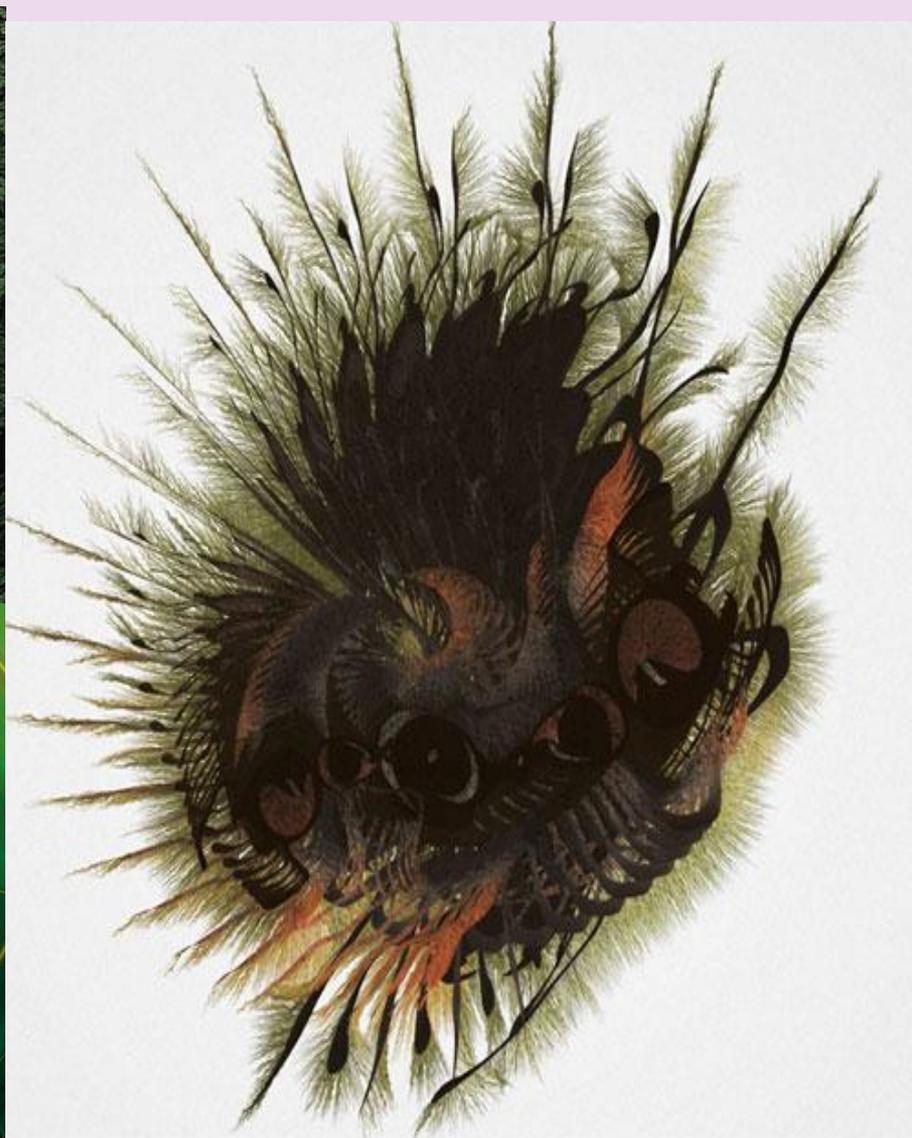
- Возьмем прямоугольник и для каждого его угла определим цвет.
- Далее находим центральную точку прямоугольника и раскрашиваем ее в цвет, равный среднему арифметическому цветов по углам прямоугольника плюс некоторое случайное число.
- Чем больше случайное число - тем более "рваным" будет рисунок.

Применение фракталов

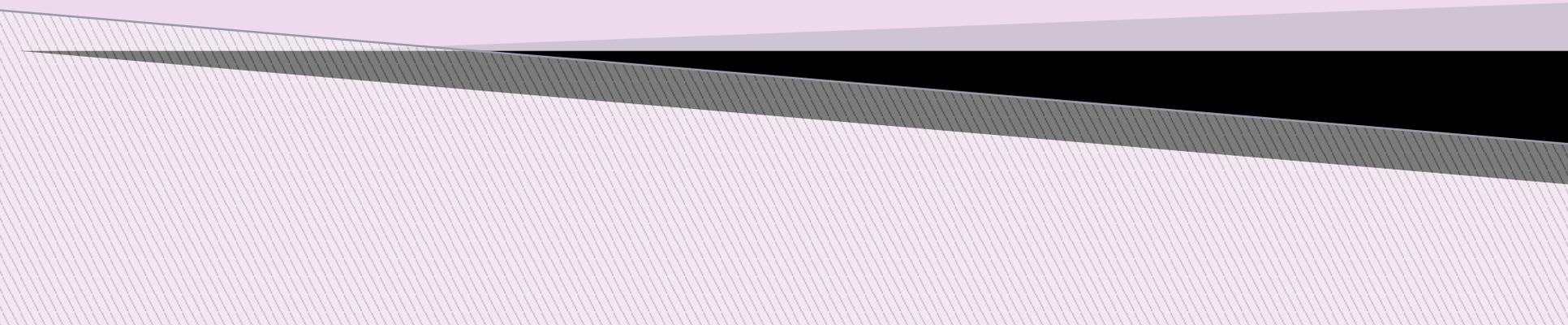
- Генерация изображений природных объектов;
- Моделирование динамических процессов в жидкости и газе;
- Моделирование биологических объектов;
- Проектирование антенных устройств;
- Алгоритмы сжатия информации (в т.ч. В компьютерной графике);
- Создание текстур в графических программах.



Примеры фракталов



Трёхмерная графика



Понятие трехмерной графики

- **Трёхмерная графика** (3D Graphics) — совокупность приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), предназначенных для изображения объёмных объектов.
- Трёхмерное изображение на плоскости включает построение геометрической проекции трёхмерной **модели сцены** (виртуального пространства моделирования) на плоскость с помощью специализированных программ.

Понятие трехмерной графики

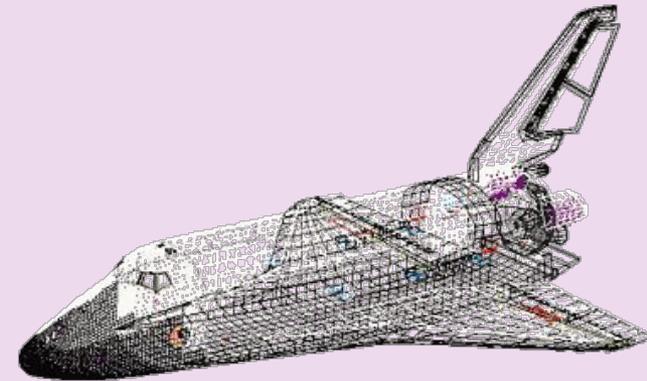
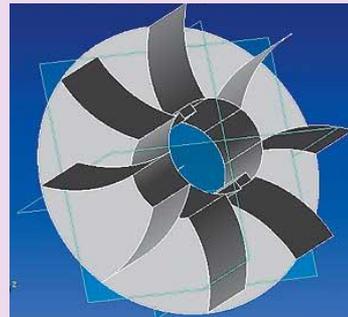
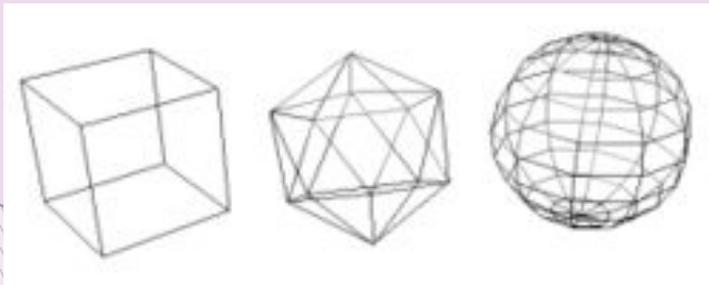
Сцена включает в себя несколько категорий объектов:

- ▣ **Геометрия** - построенная с помощью различных техник модель;
- ▣ **Материалы** - информация о визуальных свойствах модели (например, цвет стен и отражающая/преломляющая способность окон);
- ▣ **Источники света** - настройки направления, мощности, спектра освещения;
- ▣ **Виртуальные камеры** - выбор точки и угла построения проекции;
- ▣ **Силы и воздействия** - настройки динамических искажений объектов (применяется в основном в анимации);
- ▣ **Дополнительные эффекты** - объекты, имитирующие атмосферные явления: свет в тумане, облака, пламя и пр.;

Задача трёхмерного моделирования — описать эти объекты и разместить их в сцене с помощью геометрических преобразований в соответствии с требованиями к будущему изображению.

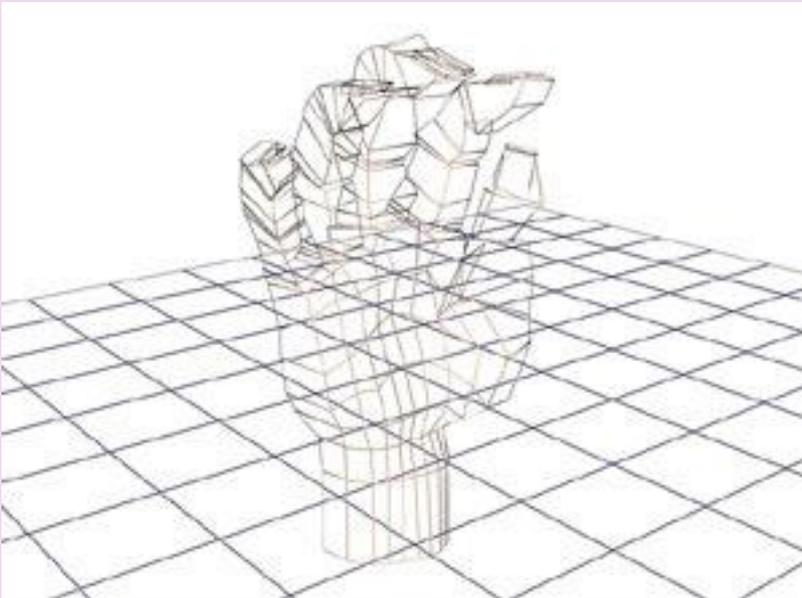
Виды 3-D моделирования

- ▣ **Каркасная модель** - полностью описывается в терминах точек и линий.
- ▣ **Поверхностная модель** — это совокупность поверхностей, ограничивающих и определяющих трехмерный объект в пространстве. Моделирование поверхностей применяется для детальной отработки вне
- ▣ **Твердотельное моделирование** - самое полное и достоверное построение реального объекта. Результатом является монолитный образец объекта, который включает в себя такие компоненты как линии, грани, объем и масса.

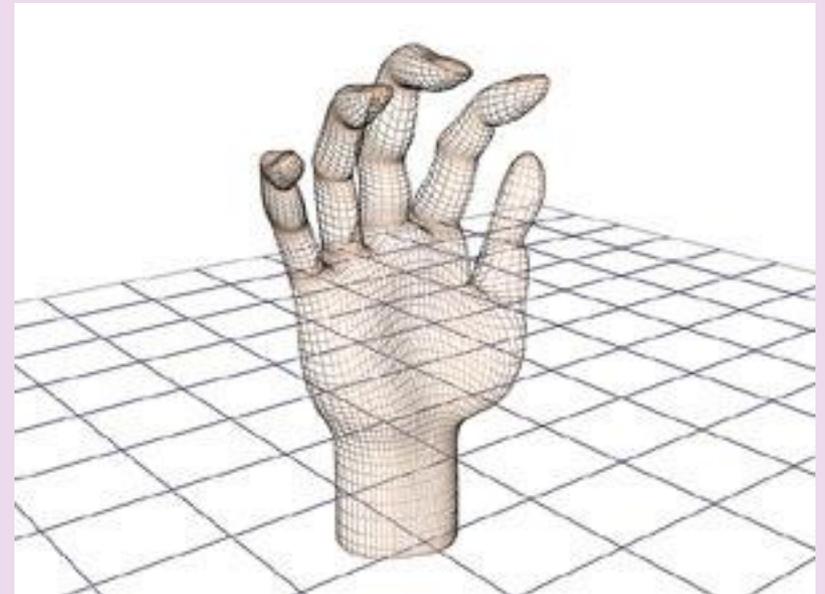


Этапы 3-D моделирования

1 этап - построение каркасной модели



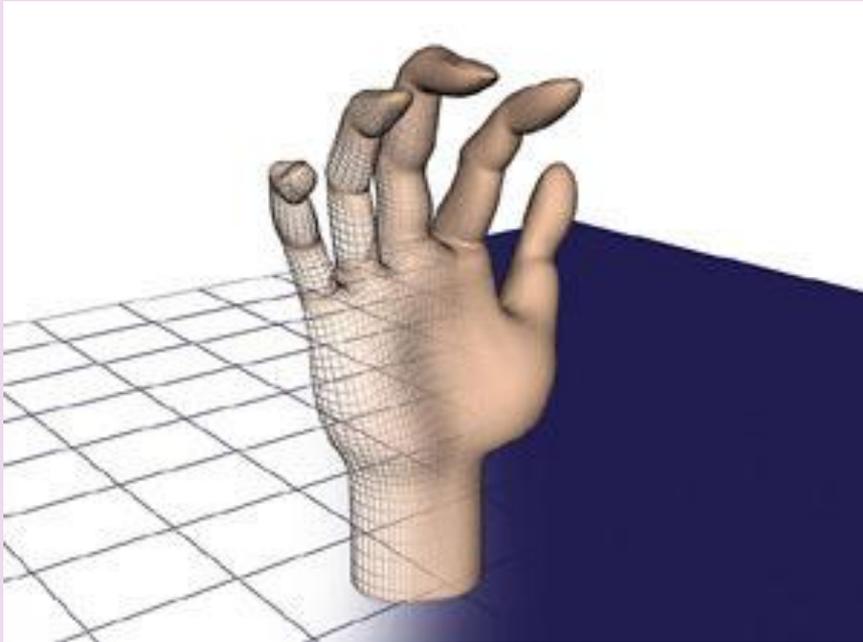
каркас руки, изготовленный из малого количества полигонов - 862



Здесь замыкающие объект линии выглядят более естественными и закругленными. Но это требует большего количества полигонов: 3444.

Этапы 3-D моделирования

2 этап - определение поверхностных текстур



Цвет:

Какого поверхность цвета?
Однородно ли она окрашена?

Текстура:

Ровная ли поверхность или на ней
есть вмятины, бугры, рихтовка
или что-то подобное?

Отражающая способность:

Отражает ли поверхность свет?
Четкие ли отражения или они
размазаны?

Этапы 3-D моделирования

3 этап - настройка освещения



Освещение выражается в двух эффектах: затенения (shading) и тени (shadow).

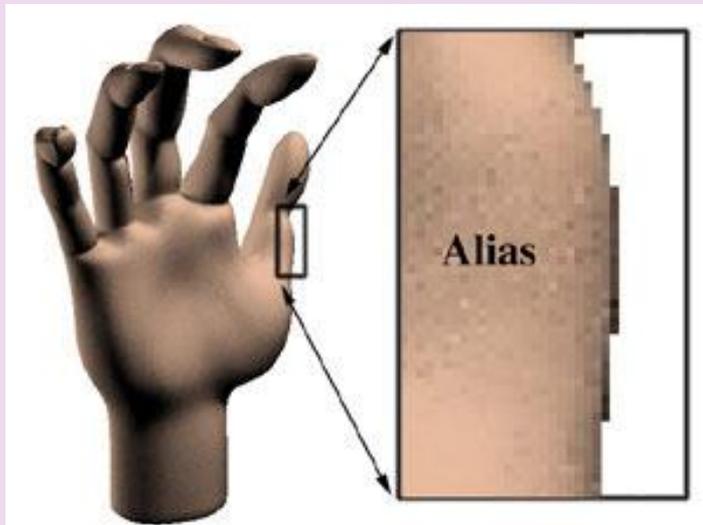
Затенение - изменение интенсивности освещения объекта от одной его стороны к другой. Это создает иллюзию, что объект кроме высоты и ширины имеет еще и глубину.

Иллюзия веса создается вторым эффектом: **тенью**.

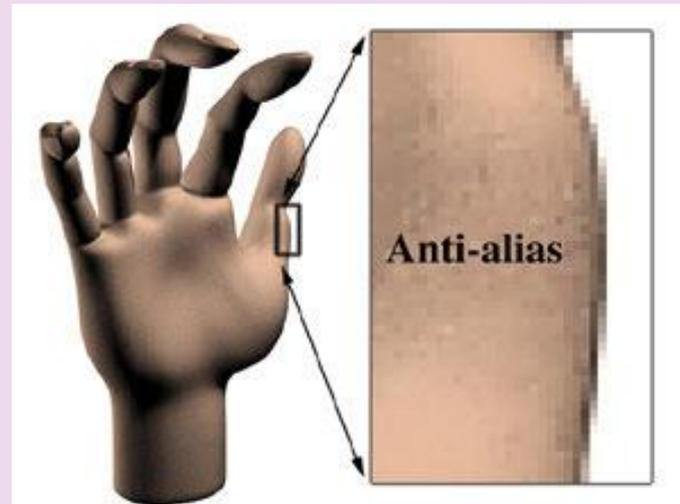
Этапы 3-D моделирования

4 этап - сглаживание

процесс добавления пикселей для реалистичного представления неровных (жестких) участков.



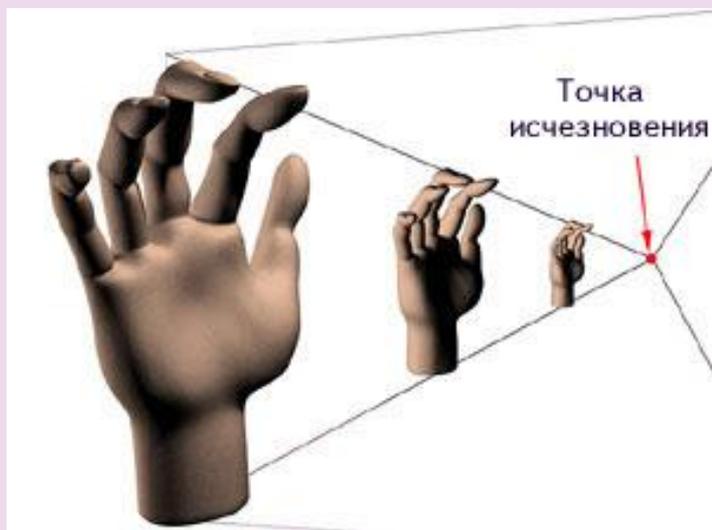
«Лесенки» появляются при прорисовке пиксельного изображения с помощью прямых линий.



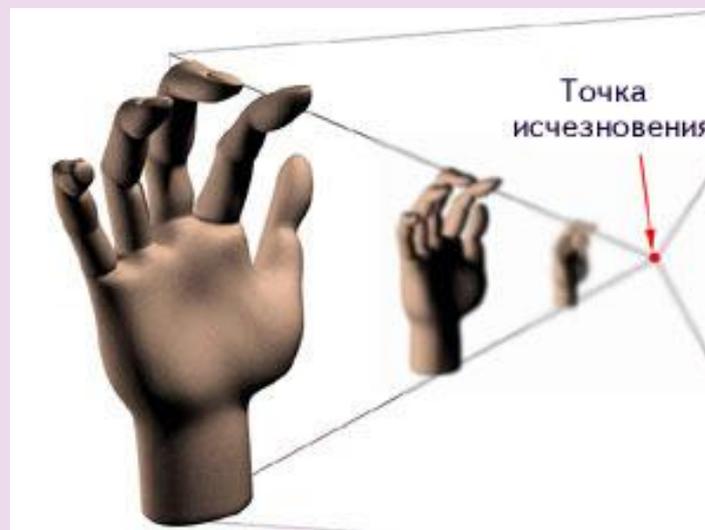
Прорисовка "серых" пикселей вокруг линий несколько их размывает. Эффект помогает убрать "лесенки" и делает объект более реалистичным.

Этапы 3-D моделирования

5 этап - настройка движения



Перспектива



Глубина резкости

Рендеринг

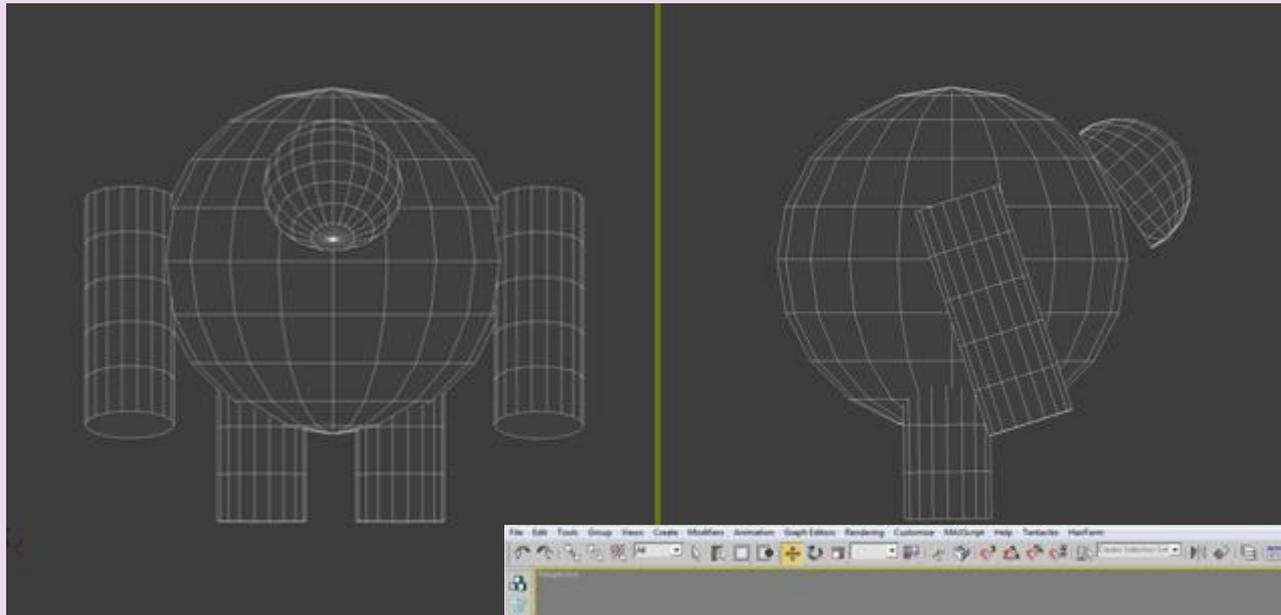
Для того чтобы художник, создавая модель, мог видеть результат своей работы, компьютер непрерывно строит проекции, отсекает невидимые грани, просчитывает источники освещения, переводя огромные массивы числовых данных в форму, доступную для восприятия человеческим глазом. Этот процесс называется **рендерингом**.

Рендеринг — процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы.

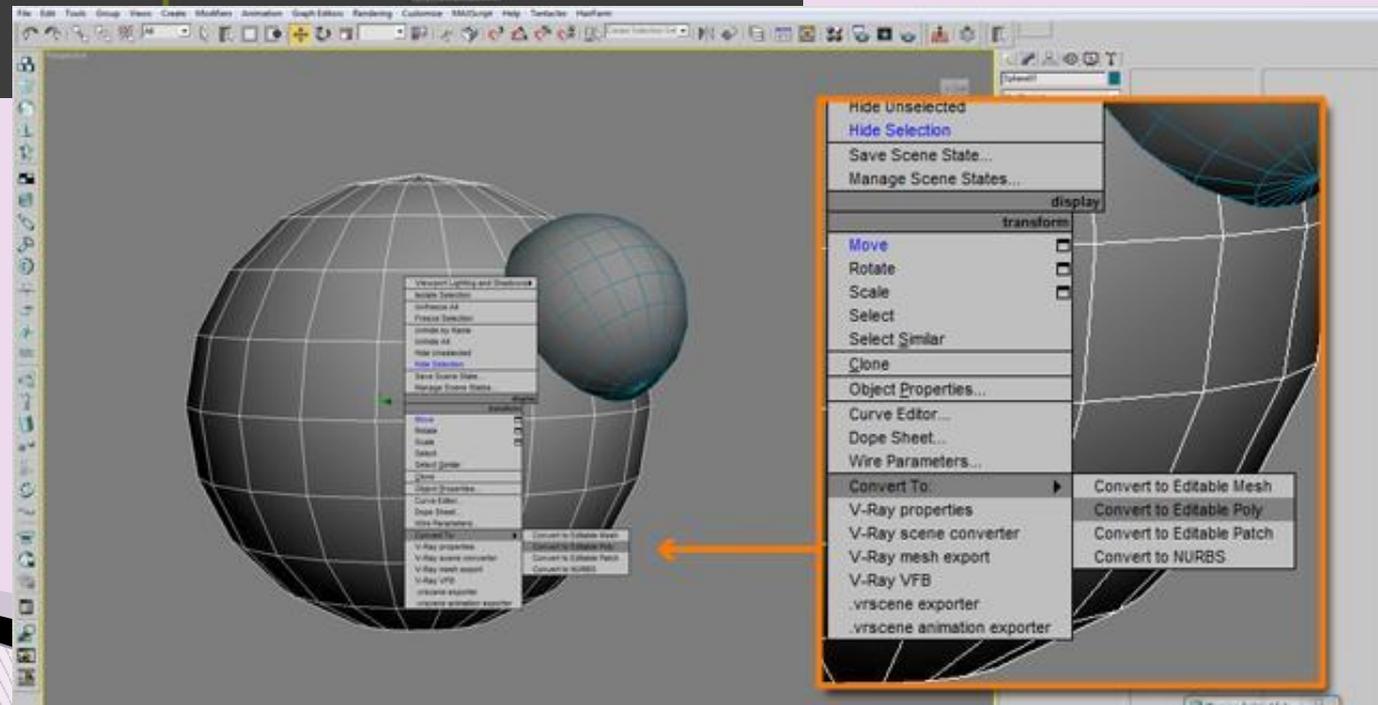
Методы рендеринга

- ▣ **Растреризация, метод сканирования строк** - визуализация производится проецированием объектов сцены на экран без рассмотрения эффекта перспективы относительно наблюдателя.
- ▣ **Метод бросания лучей** - сцена рассматривается, как наблюдаемая из определённой точки. Из точки наблюдения на объекты направляются лучи, с помощью которых определяется цвет пикселя на двумерном экране. Лучи прекращают своё распространение, когда достигают любого объекта сцены либо её фона.
- ▣ **Трассировка лучей** - из точки наблюдения на объекты сцены направляются лучи, с помощью которых определяется цвет пикселя на двумерном экране. Но луч не прекращает своё распространение, а разделяется на три компонента, каждый из которых вносит свой вклад в цвет пикселя отражённый, теневой и преломленный. Количество таких разделений на компоненты определяет глубину трассирования и влияет на качество и фотореалистичность изображения. Метод позволяет получить очень фотореалистичные изображения, но при этом он очень ресурсоёмкий.

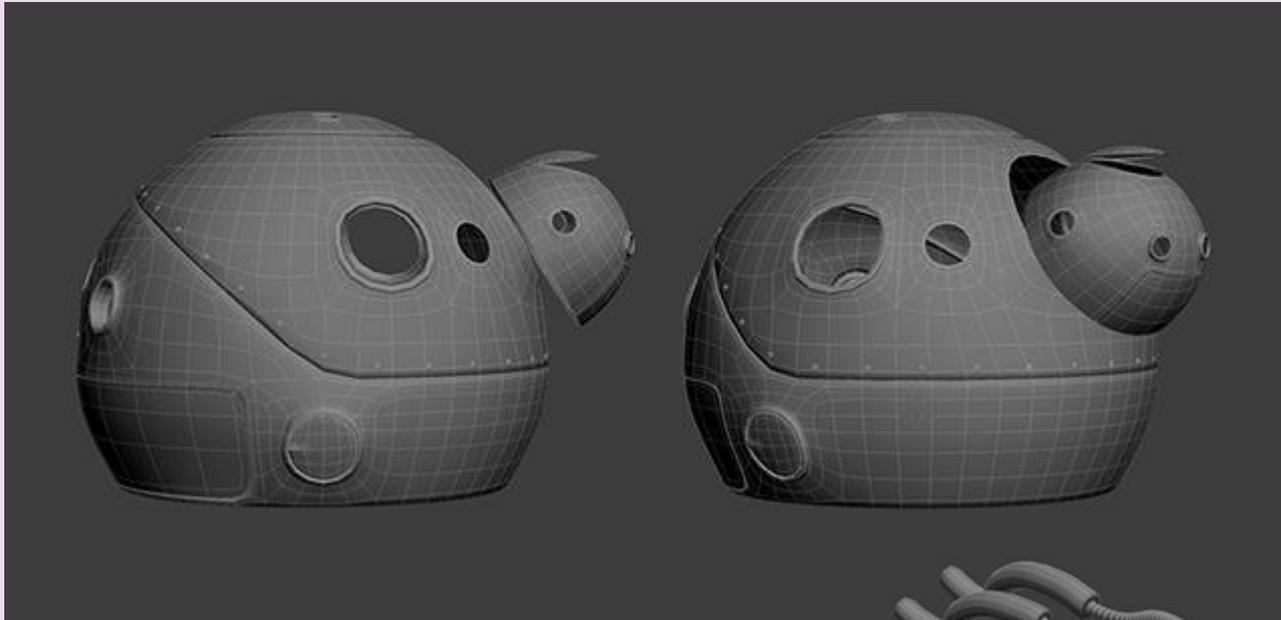
Пример построения трехмерной модели в 3-D Max



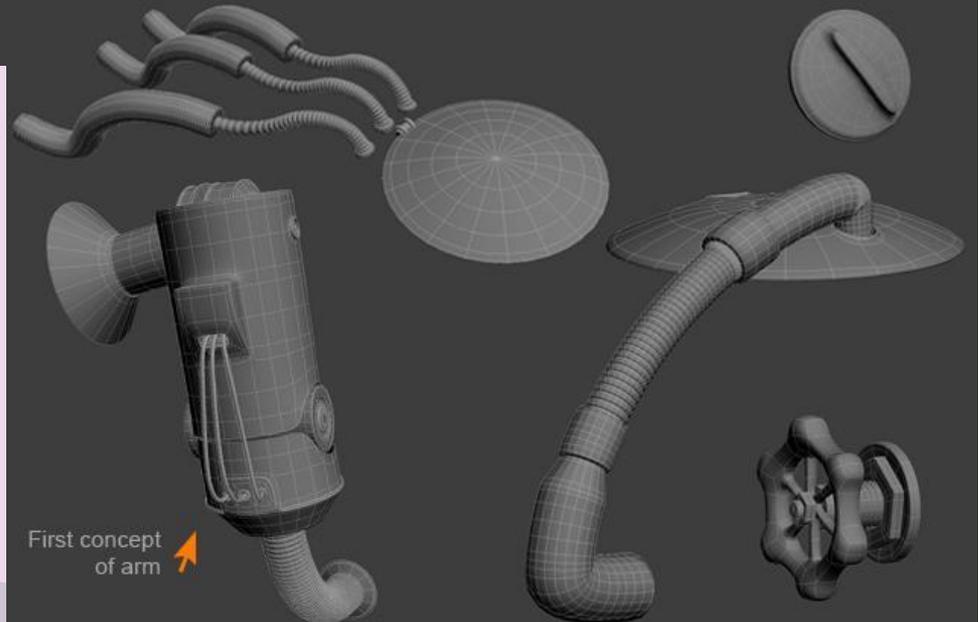
*Построение
каркаса*



Пример построения трехмерной модели в 3-D Max

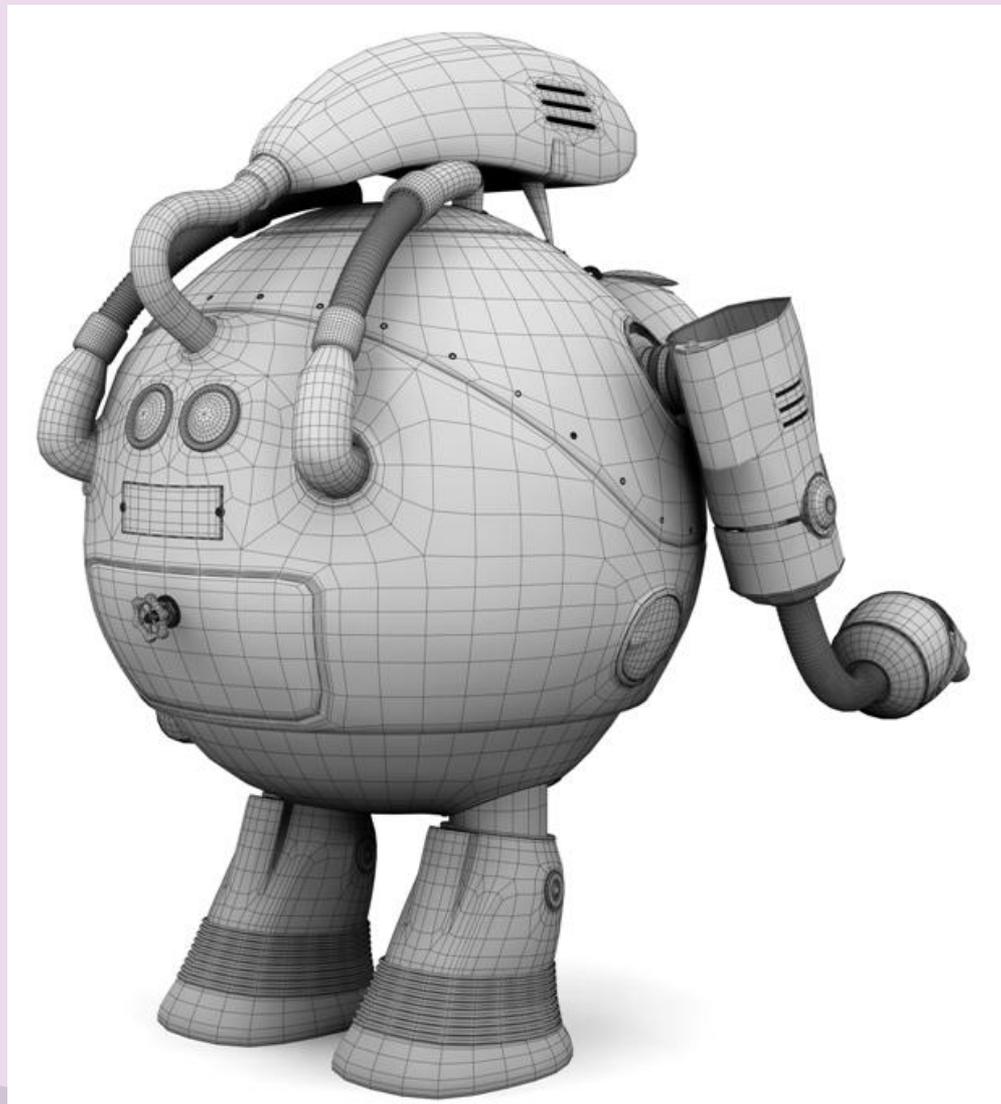


*Построение
каркаса*

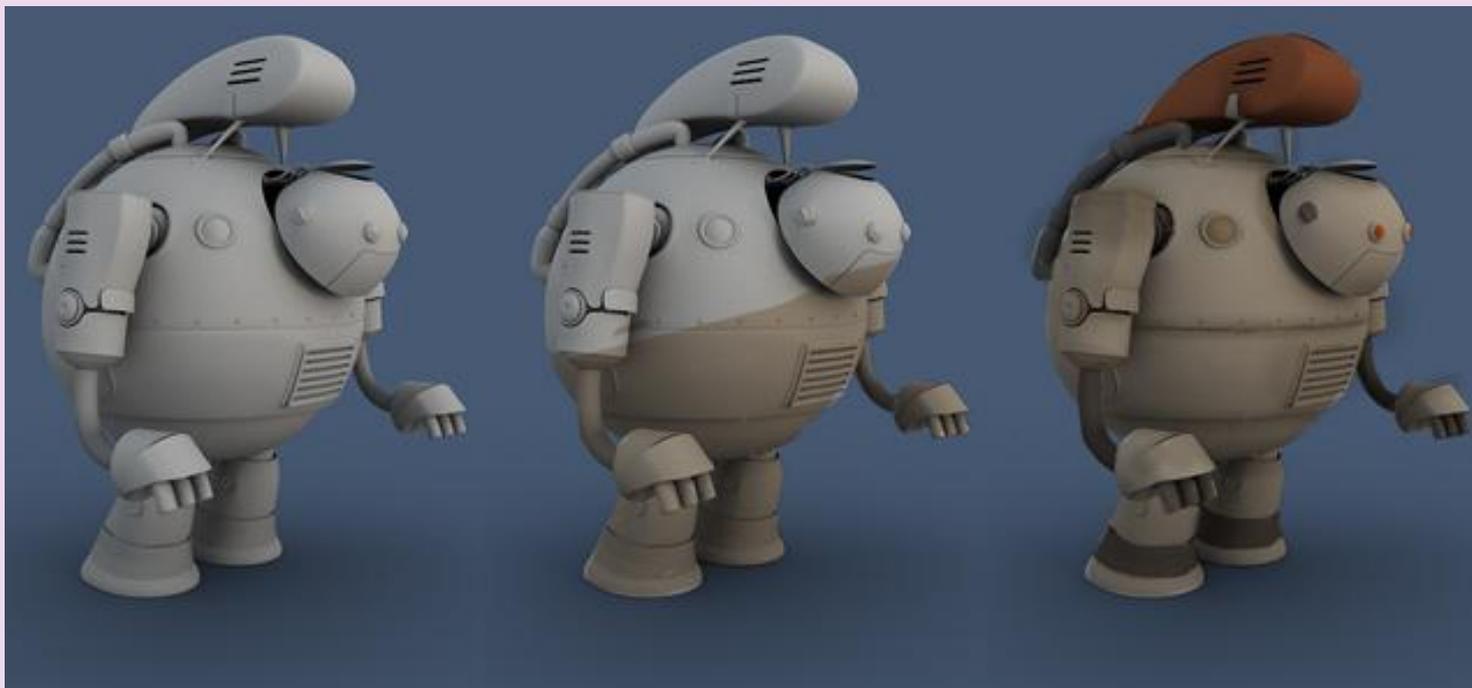


First concept
of arm

Пример построения трехмерной модели в 3-D Max



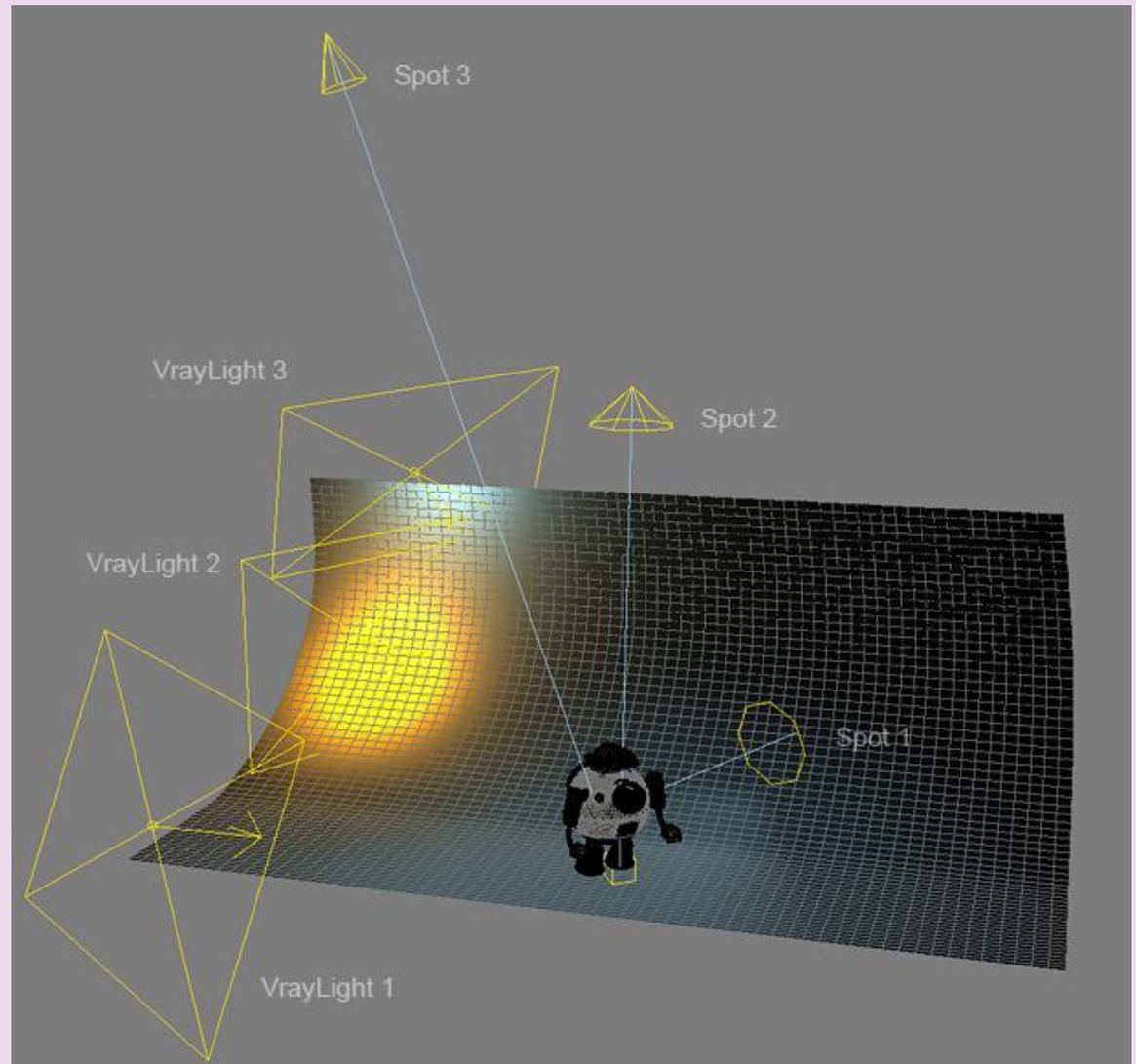
Пример построения трехмерной модели в 3-D Max



Текстурирование объекта

Пример построения трехмерной модели в 3-D Max

*Настройка
пространства и
освещения*



Пример построения трехмерной модели в 3-D Max

Рендеринг

