



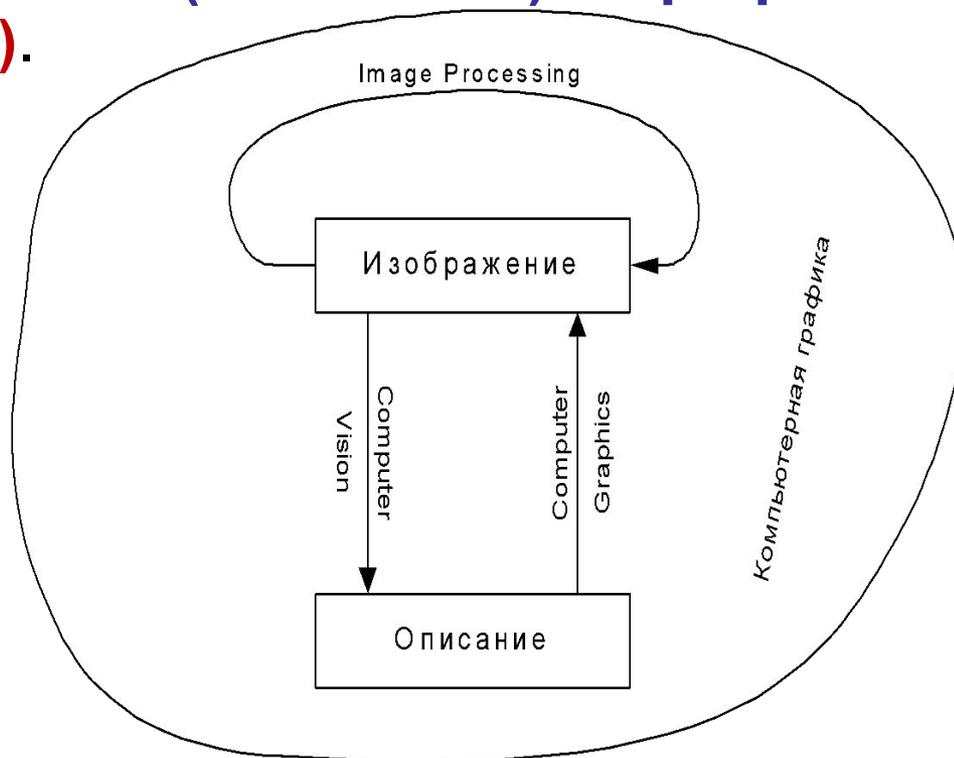
# Компьютерная графика

---

Введение

При обработке информации, связанной с изображением выделяют три основных направления:

- обработка изображений **Image processing (IP)**;
- распознавание образов (компьютерное зрение) **Computer vision (CV)**;
- компьютерная (машинная) графика **Computer graphics (CG)**.



# Обработка изображений Image Processing



**Обработка изображений** – это преобразование изображений.

## **Задача обработки изображений:**

- улучшение изображения (реставрация, восстановление);
- промежуточный этап перед распознаванием (выделение контуров, фильтрация, бинаризация).

**Примерами обработки изображений могут служить:**

- изменение яркости, контрастности;
- устранением шумов;
- сжатие данных;
- переход к полутоновому виду.

# Обработка изображений

## Image Processing



Захват кадра из видеопотока



Выделение области для распознавания



Контрастирование области распознавания



Замена цвета для усиления контраста между номером и подложкой



# Распознавание образов

## Компьютерное зрение

### Computer Vision



**Распознавание образов** – совокупность методов, позволяющих получить описание изображения, поданного на вход, либо отнести заданное изображение к некоторому классу.

### **Задача обработки изображений:**

- получение описания изображения объектов;
- выделение отдельных элементов;
- классификация изображения в целом.

Задача распознавания является обратной по отношению к визуализации.

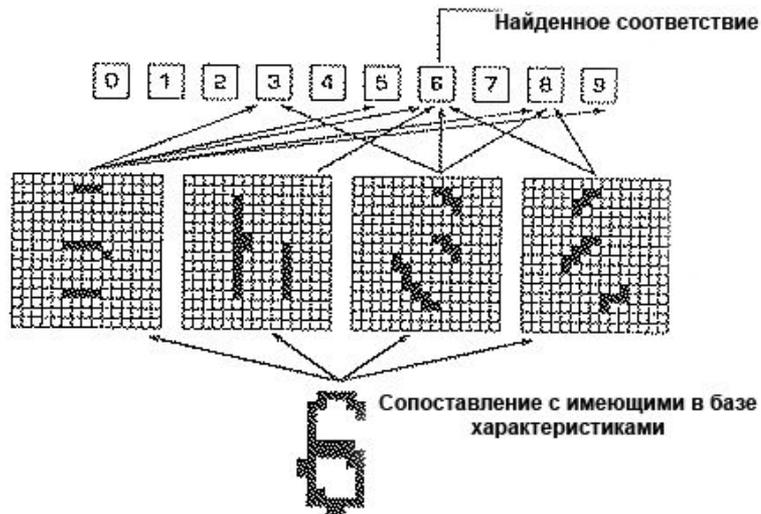
# Распознавание образов

## Компьютерное зрение

### Computer Vision



Принцип определения символа  
системами оптического распознавания



# Компьютерное зрение, обработка изображений.

## Видеонаблюдение. Захват движения



- ETISEO

Улица

- ETISEO

Метро

# Компьютерная графика Computer Graphics



**Компьютерная графика** – визуализация, т. Е. создание изображения .

## **Примеры компьютерной графики:**

- визуализация экспериментальных данных в виде графиков, гистограмм или диаграмм;
- имитация трехмерной реальности - вывод информации на экран компьютерных играх, художественных фильма.

# Компьютерная графика Computer Graphics

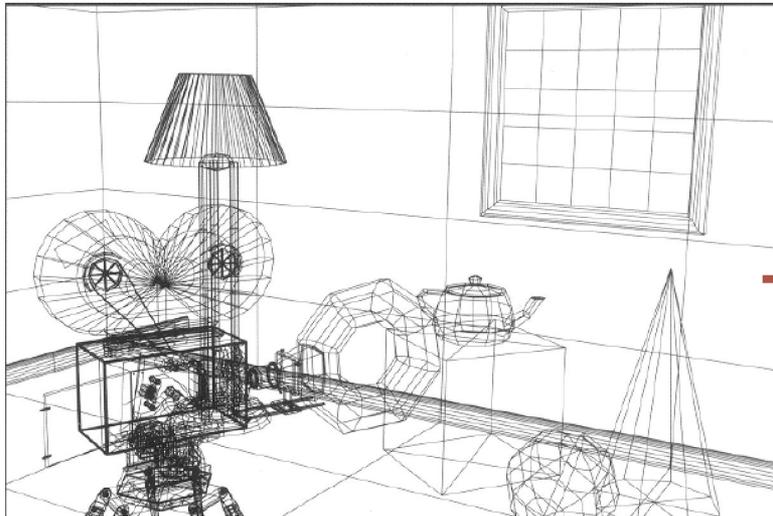
Модель  
(Описание)



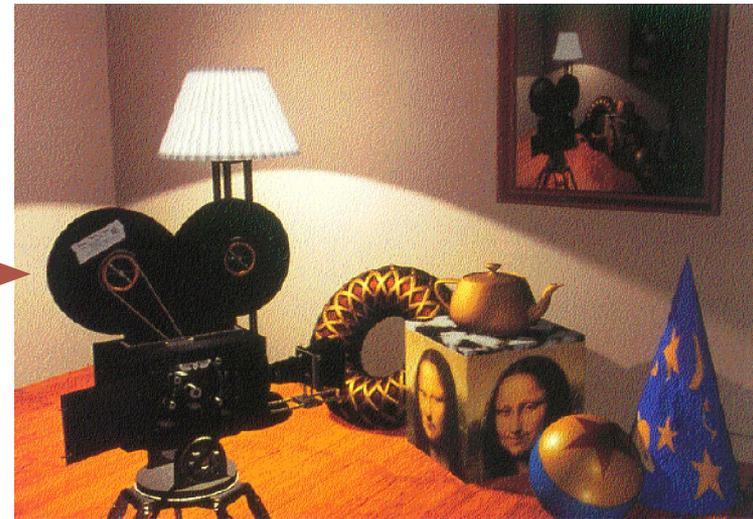
Компьютерная графика  
Computer Graphics



Изображение



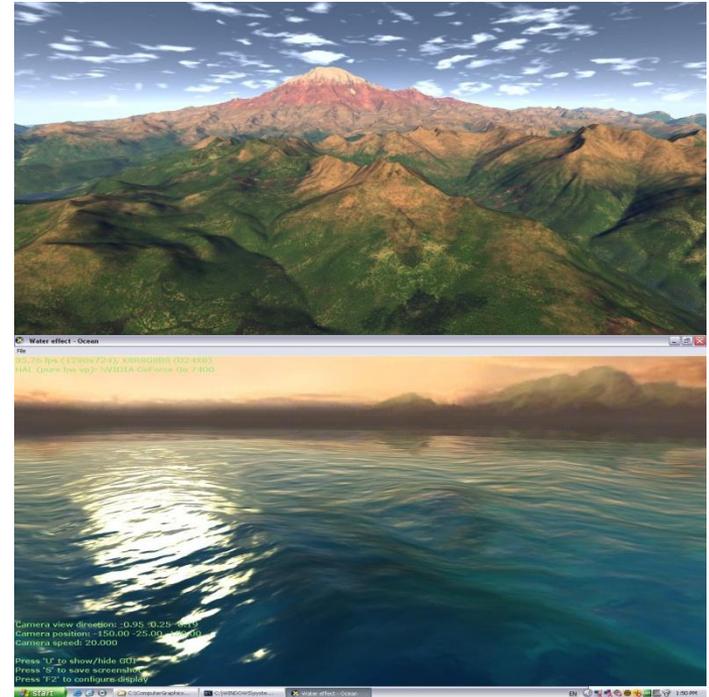
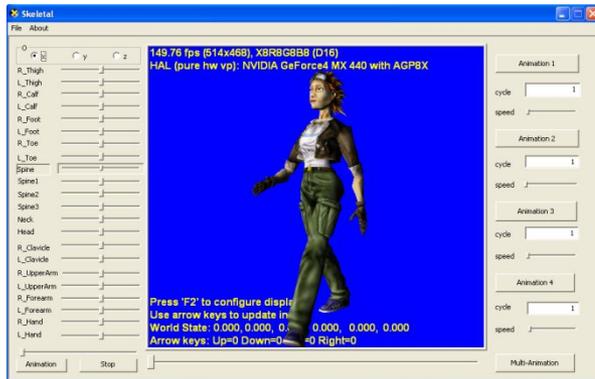
Графический  
конвейер



# Примеры исследований

## Моделирование сложных динамических 3D-сцен в реальном времени. Анимация персонажей

- Моделирование сложных динамических 3D-сцен в реальном времени
- Анимация персонажей



# Примеры исследований

## Автоматизация проектирования и оптимальное проектирование пространственных механизмов

The screenshot displays the Mechanics Editor .NET 2.0 software interface. The main window shows a 3D model of a mechanism with four wheels and a central arm. The interface includes a menu bar (File, Interface, Viewport, Editor Tools, Create, Structure Item, Help), a toolbar, and a tree view on the left showing the mechanism's structure. The central viewport shows the mechanism in three views: Top, Front, and Left. A Properties panel on the right shows the properties of the selected 'Rotate Pair - 2-1' element. A Windows Media Player window is open in the background, showing a 3D model of the mechanism. A small window in the bottom right corner displays the results of an optimization process, showing a graph and a table of data.

**Mechanics Editor .NET 2.0**

File Interface Viewport Editor Tools Create Structure Item Help

Switch between mechanism editor and animation mode

**Mechanism (1)**

- Primary Group - 0 (1)
  - Rotate Pair - 0-0 (1)
    - Holder Link - 0
    - Sub-Link - 0-0
    - Sub-Link - 0-1
    - Linear Link - 1
    - Sub-Link - 1-0
    - Sub-Link - 1-1
  - Structure Group - 1 (0)
  - Rotate Pair - 1-0 (1)
    - Linear Link - 1
    - Sub-Link - 1-0
    - Sub-Link - 1-1
    - Linear Link - 2
    - Sub-Link - 2-0
    - Sub-Link - 2-1
    - Sub-Link - 2-2
    - Sub-Link - 2-3
  - Rotate Pair - 1-1 (1)
    - Linear Link - 2
    - Sub-Link - 2-0
    - Sub-Link - 2-1
    - Sub-Link - 2-2
    - Sub-Link - 2-3
  - Omni-Crawler Link - 3
    - Sub-Link - 3-0
    - Sub-Link - 3-1

**Properties**

Rotate Pair - 2-1

**Base Object Properties**

- IndexInObjList 15
- IsActiveInPropE True
- ObjectName Rotate Pair

**Connection Info**

- ElementBasePoi Cylinder-Point - 18
- LeftMLink Omni-Crawler Link -
- LeftMSubLink Sub-Link - 8-2
- RightMLink Linear Link - 9
- RightMSubLink Sub-Link - 9-1

**Editable Object State**

- IsMouseOver False
- IsOpenedState False
- IsSelected True
- IsVisible True

**Kinematic Characteristics**

- SpacePairClass 5
- SpacePairMobil 1

**Pair Element**

- ElementRadius 0,3
- Pair\_Axis True; (0; 1; 0); (
- AxisVector 0; 1; 0
- BasePoint False; False; (4.
- IsSelected False
- IsVisible False
- PointVect 4,536619; 1; 6.E

**Pair\_Axis**

Axis of the Rotating pair

**Optimization Results**

№	Итер.	Значение	Отн. к 1
81	79.000000	80.195977	0.465
81	80.000000	79.840069	0.468
82	81.000000	79.505226	0.466
83	82.000000	79.182367	0.468
84	83.000000	78.872498	0.471
85	84.000000	78.576576	0.471
86	85.000000	78.295938	0.472
87	86.000000	78.030425	0.472
88	87.000000	77.781337	0.472
89	88.000000	77.550953	0.472
90	89.000000	77.338020	0.474
91	90.000000	77.142668	0.474
92	91.000000	76.963008	0.474
93	92.000000	76.813776	0.472
94	93.000000	76.678449	0.472
95	94.000000	76.562034	0.472
96	95.000000	76.460704	0.472
97	96.000000	76.416272	0.471
98	97.000000	77.174921	0.472

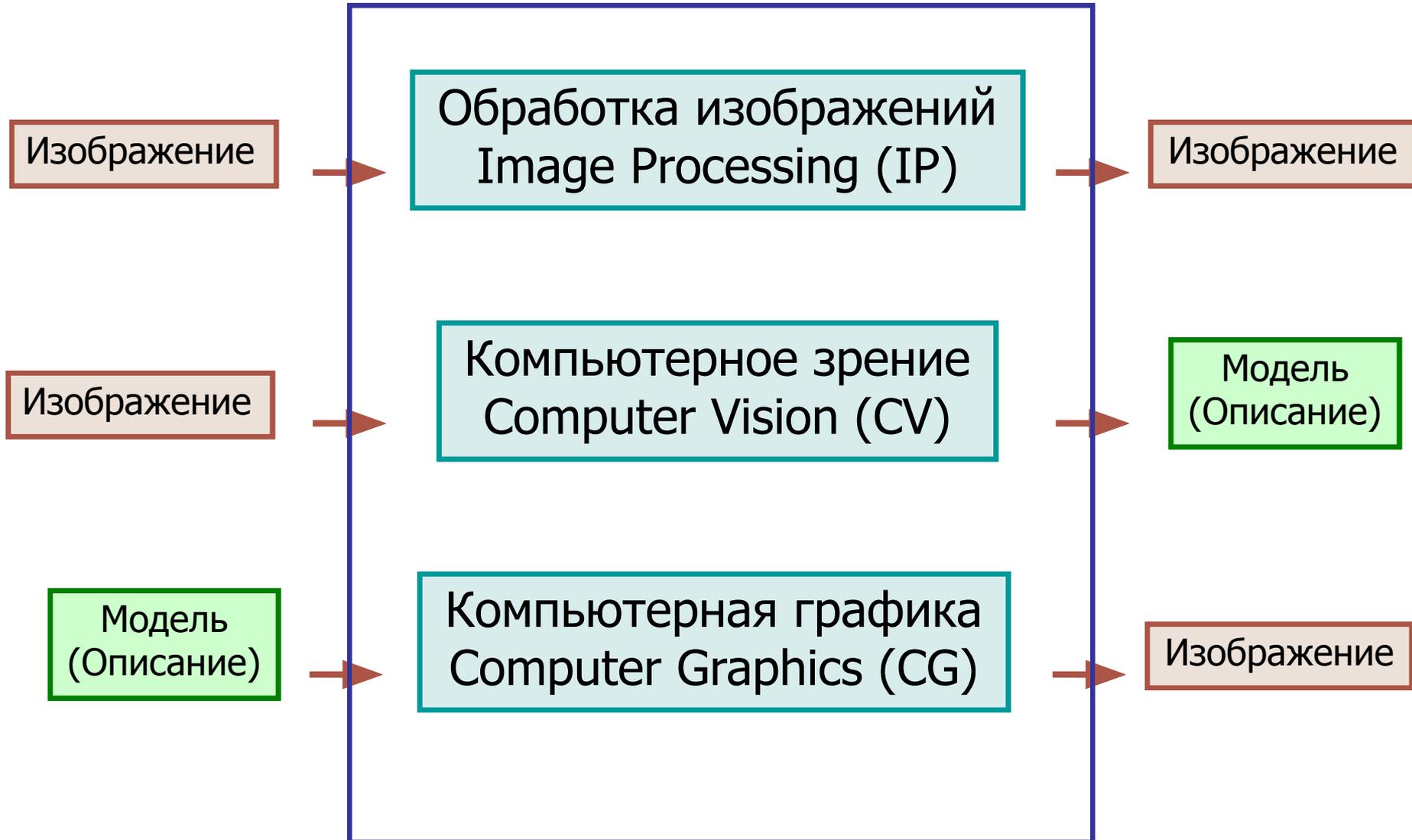
# Определение

**Машинная графика** – это система методов, алгоритмов и программ для ввода, обработки и отображения информации на графических устройствах ЭВМ.

**Компьютерная графика (computer graphics)** – это раздел информатики (computer science), в котором изучают методы и средства создания изображений с помощью программно-аппаратных средств на основе некоторого описания модели.

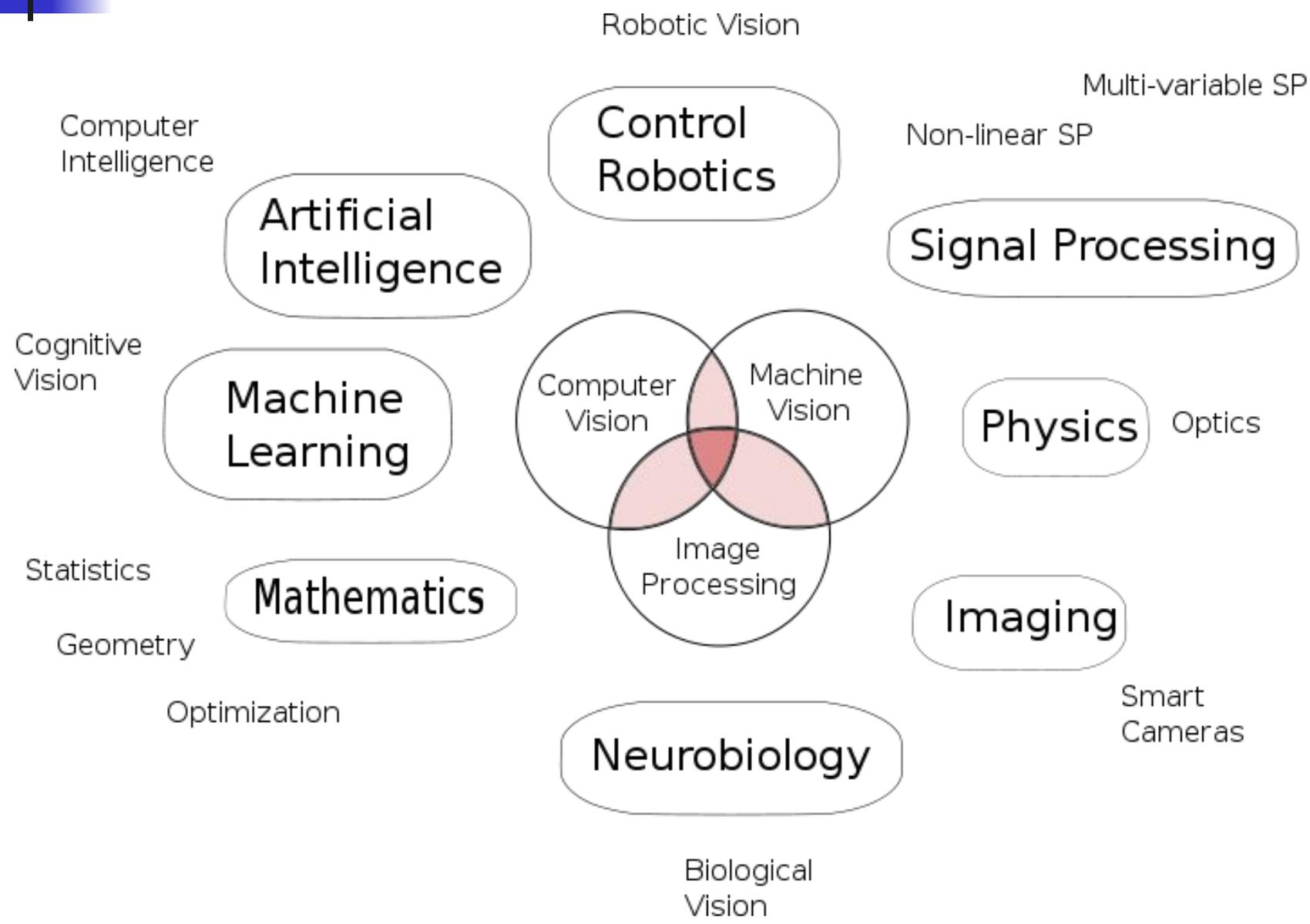
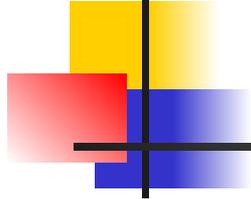
**Компьютерная графика** – это наука, предметом изучения которой является создание, хранение и обработка моделей и их изображений с помощью компьютера, т.е. раздел информатики, который занимается проблемами получения различных изображений на компьютере.

# Компьютерная графика в широком смысле



# Обработка изображений, зрение и графика связаны по данным и алгоритмам





# Компьютерная графика изучает модели и алгоритмы синтеза



# Геометрический процесс: типовая последовательность применения алгоритмов



# Три основных способа получения геометрических моделей

## Ручное моделирование

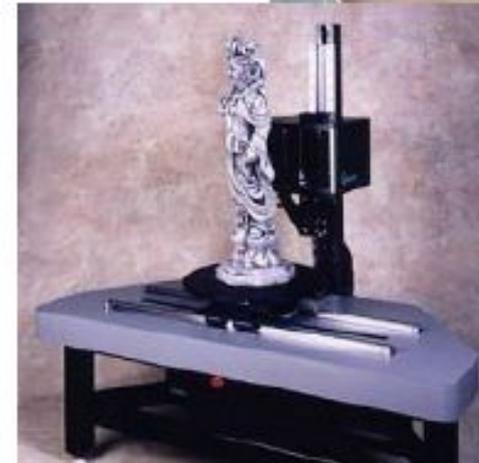
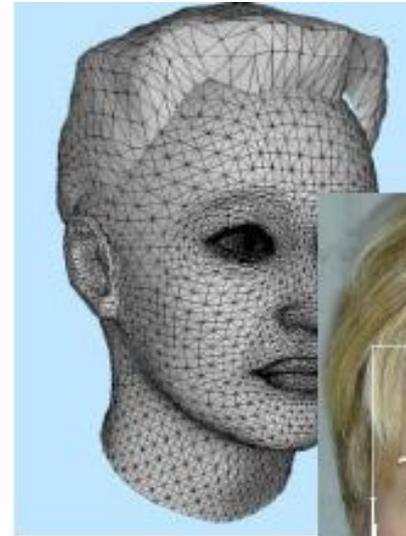
- Пакеты моделирования Maya, AutoCad и т.п.

## Автоматизированное моделирование

- 3D-сканирование
- Реконструкция по фотографиям

## Библиотеки моделей

- Повторное использование созданных моделей



# Для модели освещения надо иметь модель материалов и модель источника света

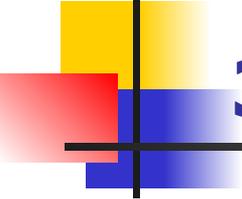


# В геометрическое моделирование входят методы получения, представления и обработки моделей



# Алгоритмы синтеза изображений решают задачу создания изображения по набору моделей





# Задачи компьютерной графики:

---

- представление изображения;
- подготовка изображения к визуализации;
- создание изображения;
- осуществление действий с изображением.

## 2. Сферы применения КГ

- Графический интерфейс пользователя;
- Визуализация научных, расчетных данных;
  - деловая графика;
  - научная графика (MathCAD, Maple, MatLab);
- Геометрическое проектирование и моделирование (решение задач начертательной геометрии – построение чертежей, эскизов с помощью CAD-систем);
  - инженерная, конструкторская графика;
- Изобразительное искусство:
  - иллюстративная, художественная, рекламная графика;
- Виртуальная реальность;
- Анимация (цифровое видео).

# Научная графика

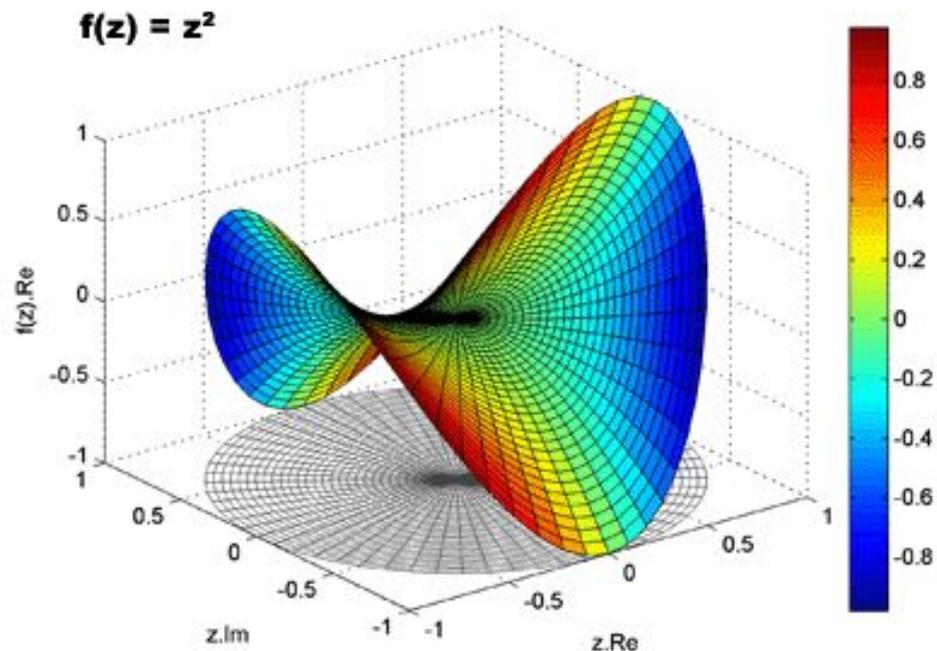
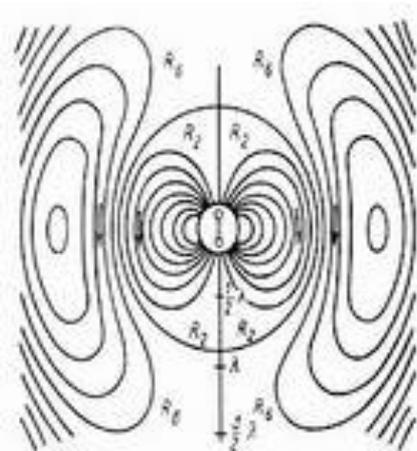
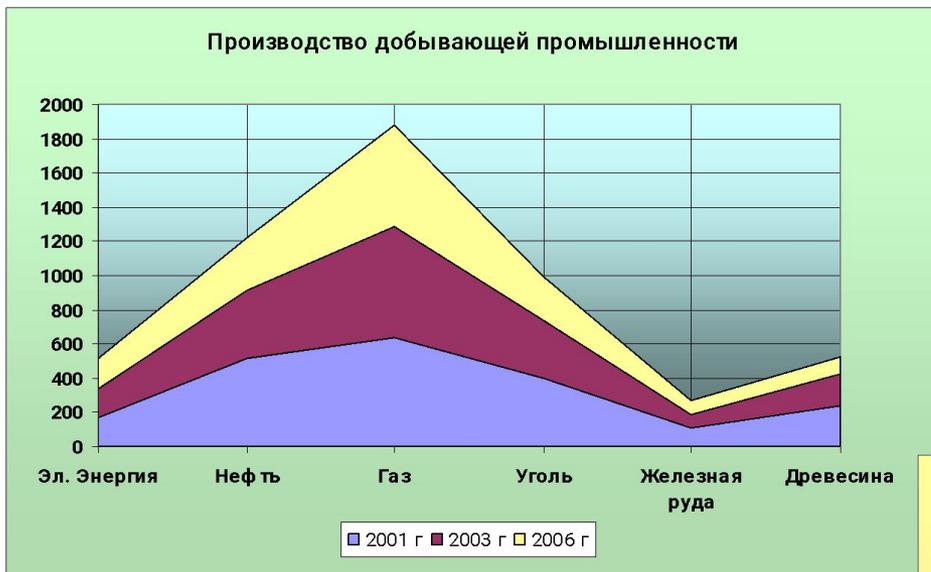


График комплексной функции  
в четырехмерном (4D) пространстве

Назначение - визуализация (наглядное изображение) объектов научных исследований, графическая обработка расчетов, проведение вычислительных экспериментов с наглядным представлением их результатов.

# Деловая графика



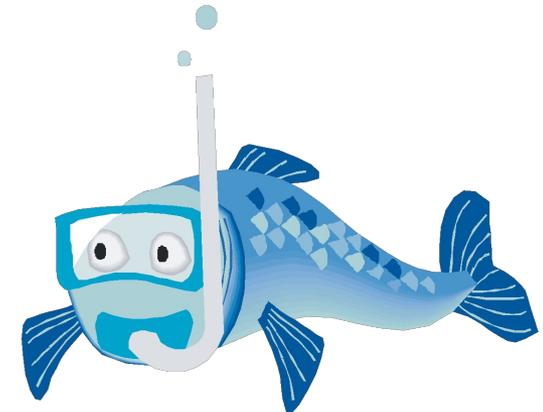
Плановые показатели, отчетная документация, статистические сводки и т. п. – вот объекты, для которых с помощью деловой графики создаются наглядные изображения.



# Иллюстративная графика



**Программные средства иллюстративной графики позволяют человеку использовать компьютер для произвольного рисования.**



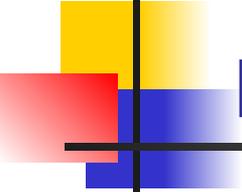
# Компьютерная анимация



Получение движущихся изображений называется компьютерной анимацией. «Анимация» - «оживление» («animal» - животное)

# Классификация КГ





# Классификация КГ

---

**1. В зависимости организации работы графической системы:**

**1.1 пассивная или не интерактивная** - это организация работы графической системы, при которой дисплей используется только для вывода изображения под управлением программы без вмешательства пользователя. Графическое представление после получения не может быть изменено.

**1.2 активная или интерактивная** (динамическая, диалоговая) графика – с возможностью оперативно вносить изменения в изображение непосредственно в процессе его воспроизведения.

**2. В зависимости от измерения отображаемых объектов:**

**2.1 плоская (2D- графика);**

**2.2. объемная (3D- графика).**

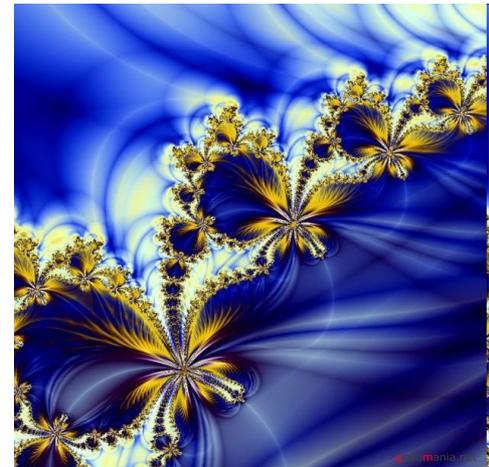
# Классификация КГ

3. В зависимости от способа формирования изображений:

3.1 растровая;

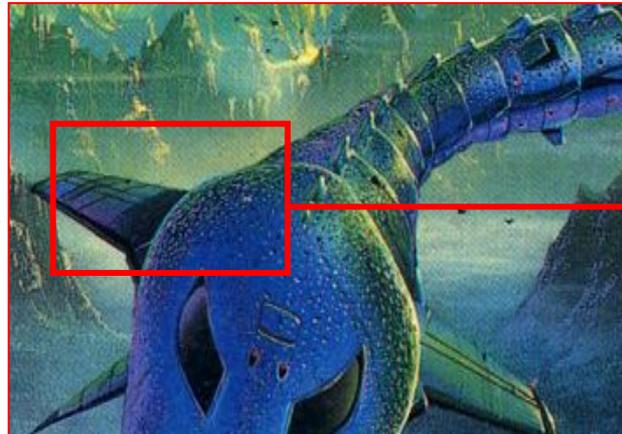
3.2. векторная;

3.3. фрактальная.



# Растровая графика

**Растровая графика** – это графика, в которой изображение представляется двумерным массивом точек, являющихся элементами раstra.

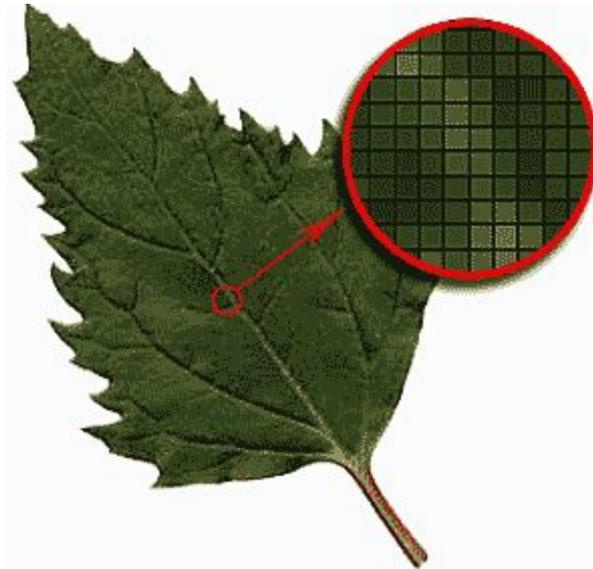


# Растровая графика

Растровые изображения формируются из точек различного цвета (пикселей), которые образуют строки и столбцы (растр).

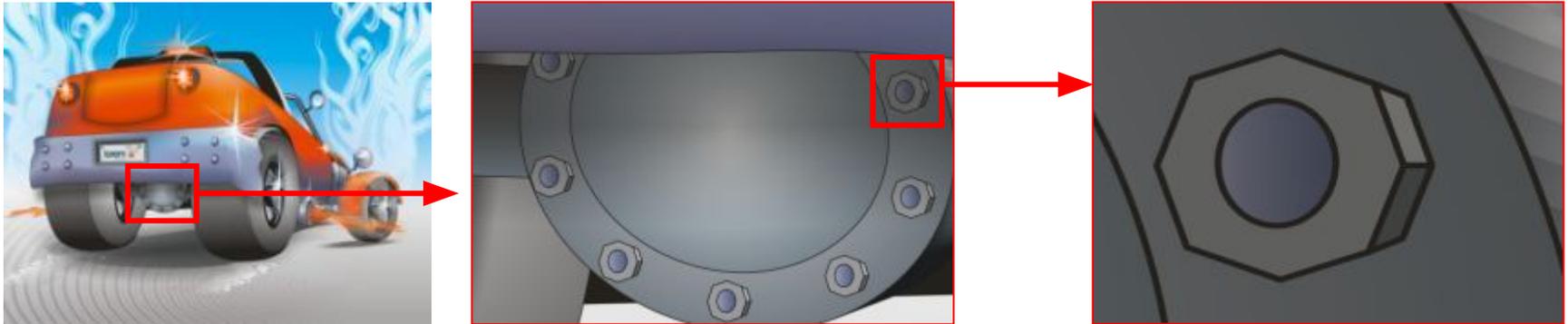
Каждый пиксель имеет определенное положение и цвет.

**Растр** – это двумерный массив точек (пикселей), упорядоченных в строки и столбцы, предназначенных для представления изображения путём окраски каждой точки в определённый цвет.



# Векторная графика

**Векторная графика** – метод построения изображений, в котором используются математические описания для определения положения, длины и координаты выводимых линий.



# Сравнение

<p>растровая графика</p>	<p>Adobe PhotoShop</p> <p>Paint</p> <p>PaintShop Pro</p>	<p>точка(в экранном изображении пиксел)</p>	<p>Цвет и форма неотделимы, но цвет первичен, а форма является производной от цвета <b>(без цвета, форма не существует)</b></p>	<p>Создание фотореалистических изображений с тонкими цветовыми переходами - это портрет, пейзаж, живописный коллаж</p>
<p>векторная графика</p>	<p>Corel Draw</p> <p>Corel Xara</p> <p>Adobe Illustrator</p>	<p>линия(контур) прямая или кривая</p>	<p>Цвет и форма независимы друг от друга, и форма первична, а цвет - заполнитель формы <b>(без контура, цвет не существует)</b></p>	<p>Используются для отображения объектов с чёткой границей и ясными деталями - это шрифт, логотип, графический знак, орнамент, декоративная композиция</p>



Растровое



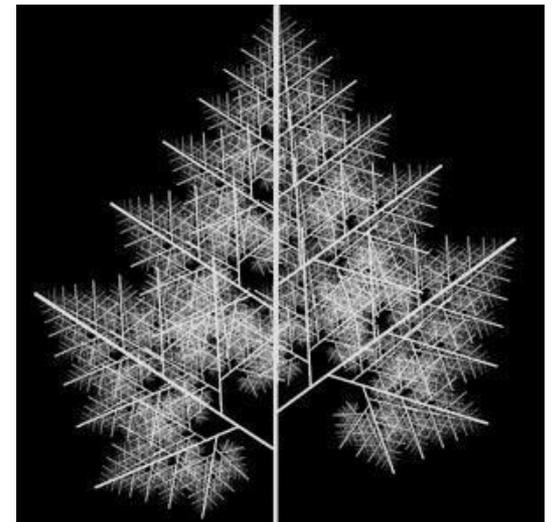
Векторное

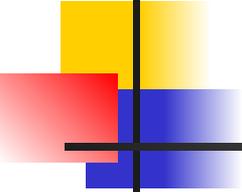
# Фрактальная графика

**Фрактал** – геометрическое образование, представляющее собой систему самоподобных фигур, расположенных относительно друг друга закономерным образом.

Слово "фрактал" образовано от латинского *fractus* и в переводе означает "состоящий из фрагментов".

Оно было предложено польским математиком Бенуа Мандельбротом в 1975 г. для обозначения нерегулярных, но самоподобных структур, которые он изучал.





Роль фракталов в машинной графике сегодня достаточно велика. Они используются, например, когда требуется с помощью нескольких коэффициентов задать линии и поверхности очень сложной формы.

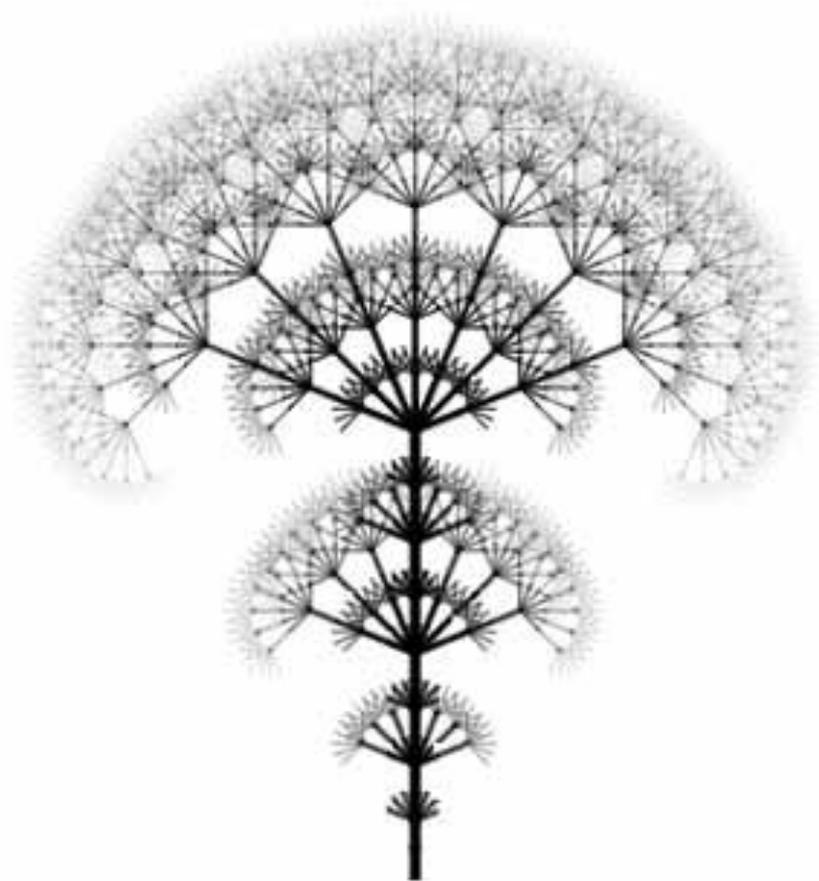
С точки зрения машинной графики, фрактальная геометрия незаменима при генерации искусственных облаков, гор, поверхности моря.



# Основное свойство фракталов - самоподобие

Фрактальная графика напрямую связана с векторной. Как и векторная, фрактальная графика – вычисляется, но отличается от неё тем, что никакие объекты в памяти компьютера не хранятся.

Изображение строится по уравнению или системе уравнений, поэтому ничего, кроме формулы, хранить не надо. Изменив коэффициенты в уравнении можно получить совершенно другую картинку.

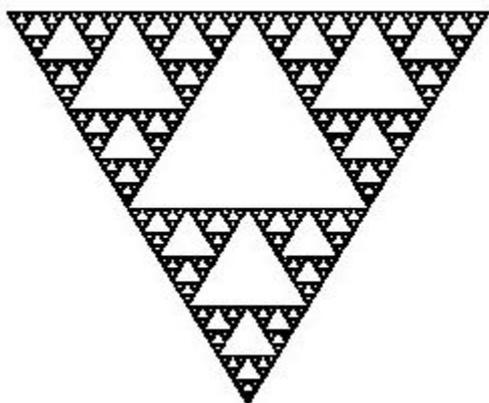


# Виды фракталов

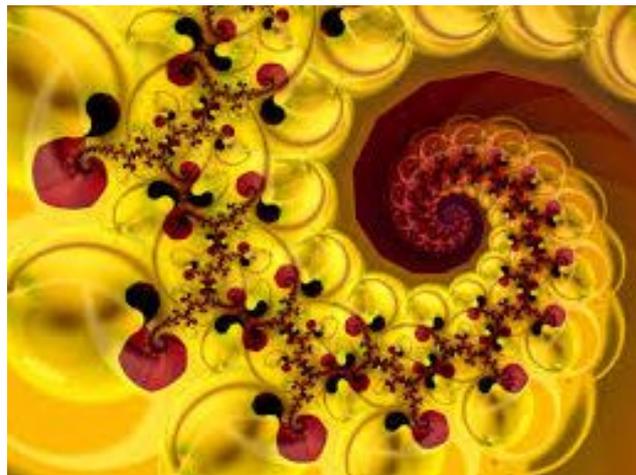
## Фракталы



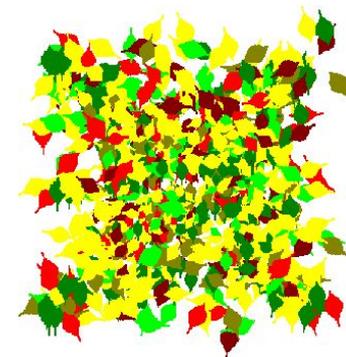
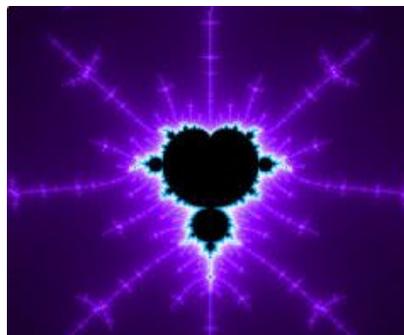
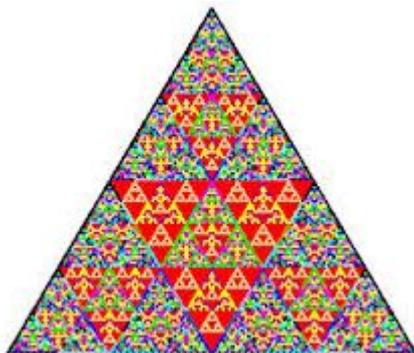
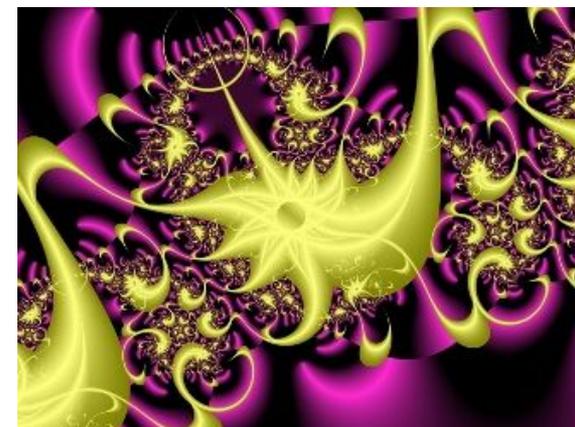
*геометрические*



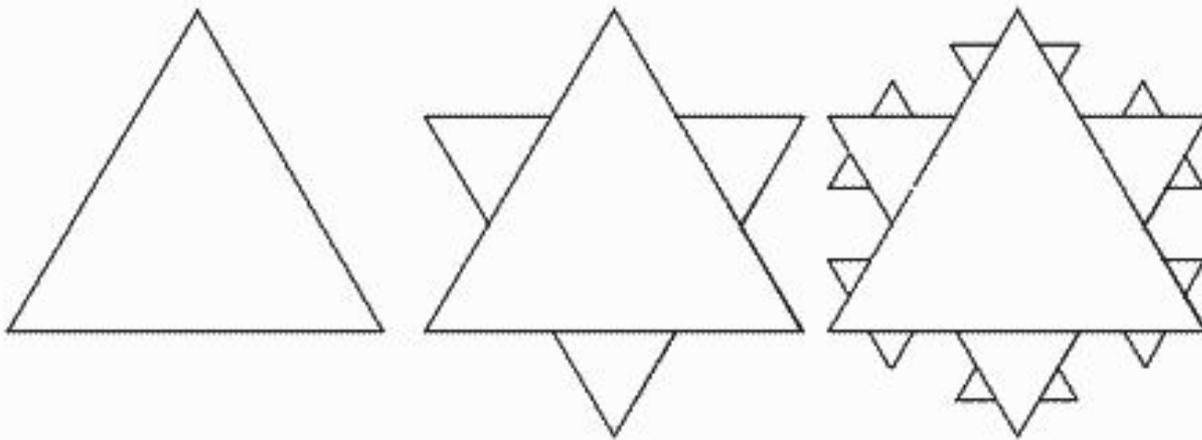
*алгебраические*



*стохастические*



# Построение фрактальной графики

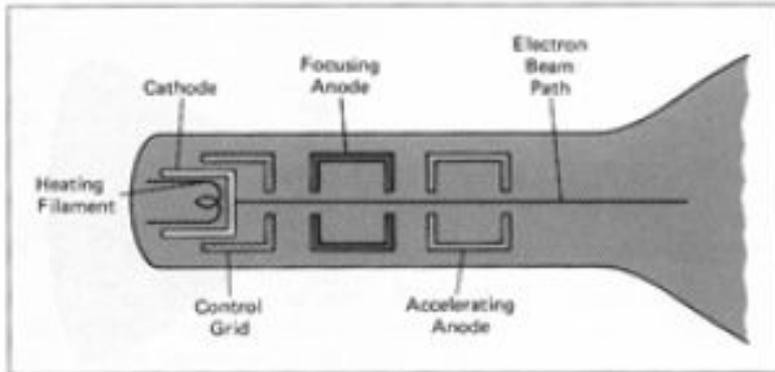


Фрактальный треугольник

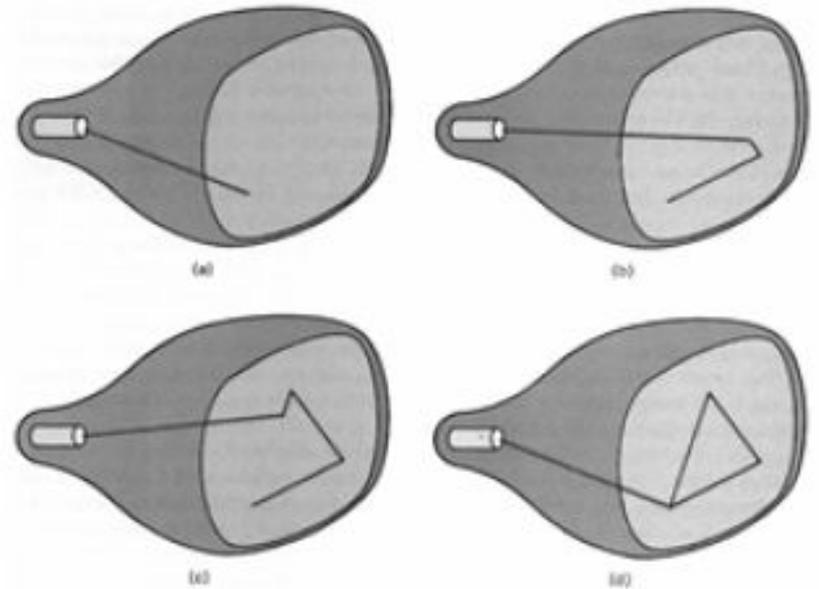
Сколько угодно сложный и вроде бы неалгоритмизируемый процесс может быть описан математически.

# История компьютерной графики

## Электронно-лучевая трубка(CRT)



1885 – изобретение CRT

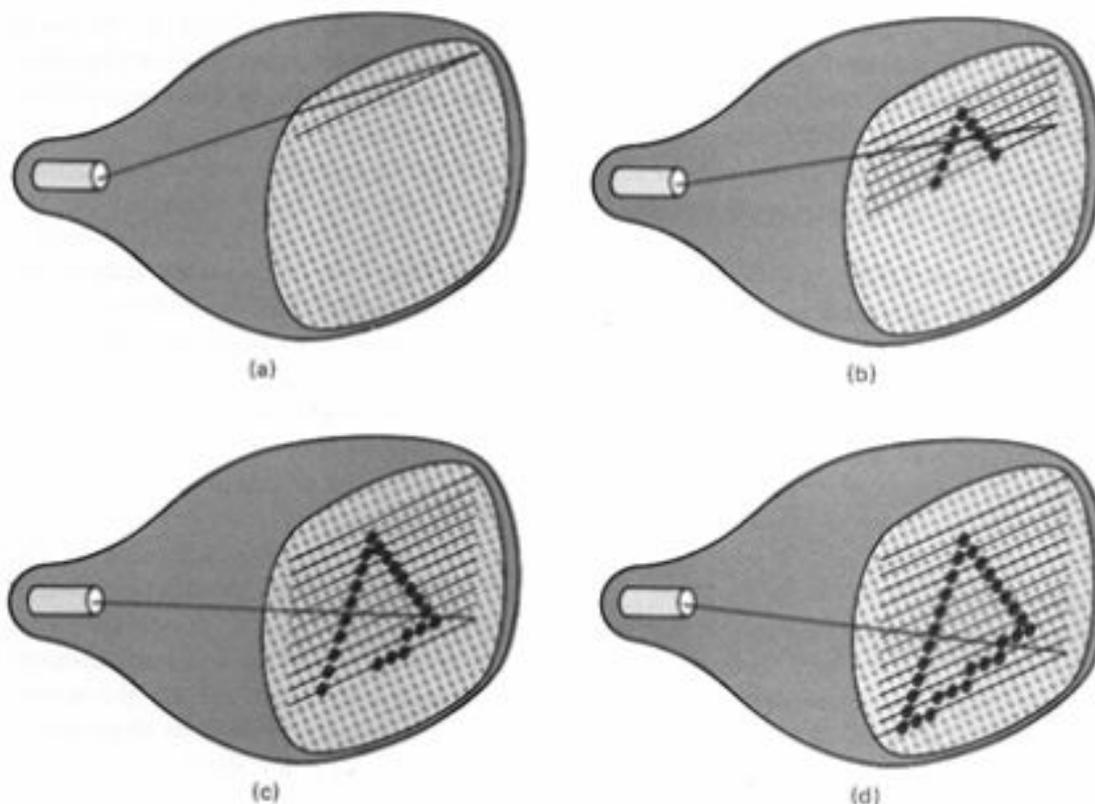


1897 – CRT с  
флуоресцентным  
экраном

# История компьютерной графики

## Растровый дисплей – 1927 год

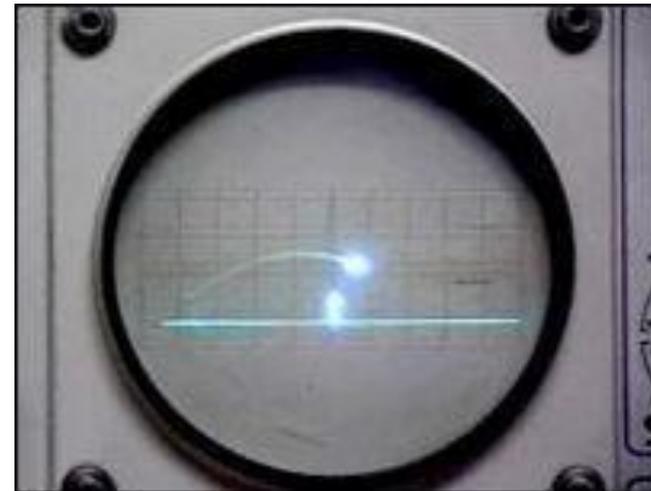
---



Philo Farnsworth – 60-строчный растровый дисплей

# История компьютерной графики

Впервые вывод графической информации с помощью электронно-лучевой трубки осциллографа был осуществлён в 1950 году в Кембриджском университете (Англия) на компьютере EDASC (Electronic Delay Storage Automatic Computer).



# История компьютерной графики

## Whirlwind, MIT, 1951

---

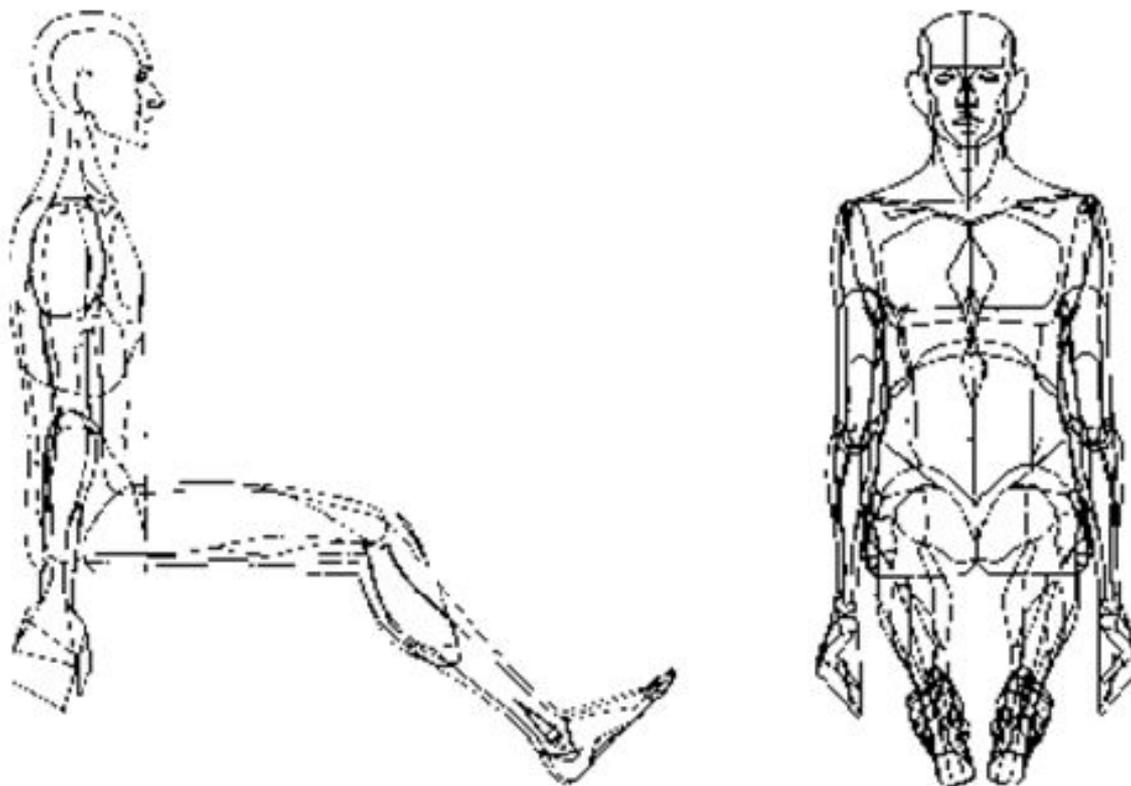


- Первый компьютер, отображающий текст и графику в реальном времени на мониторе
- Точками карту, значком самолёт.
- «Световое перо» для взаимодействия с экраном (запрос информации об объекте)

# История компьютерной графики

“The Boing man”, 1960

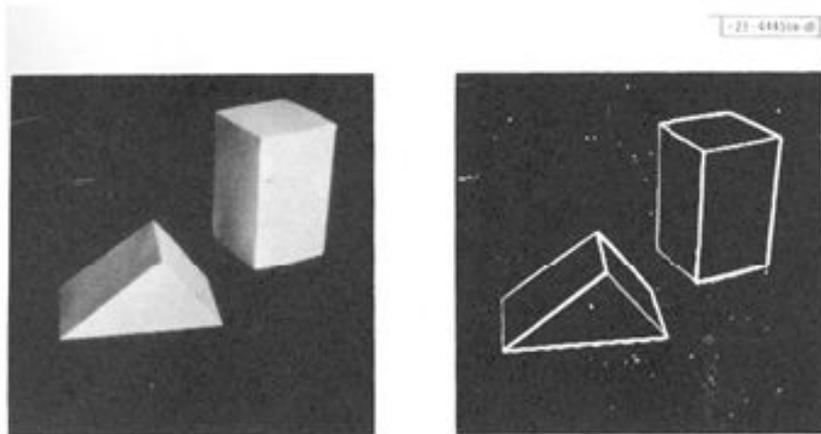
---



Первое компьютерное изображение человека

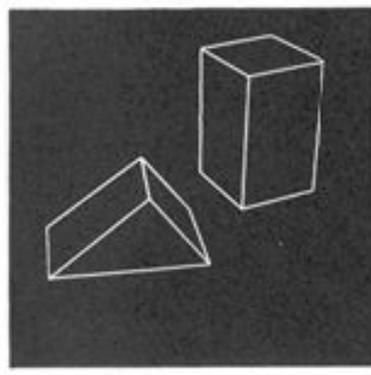
# История компьютерной графики

## Зарождение компьютерного зрения

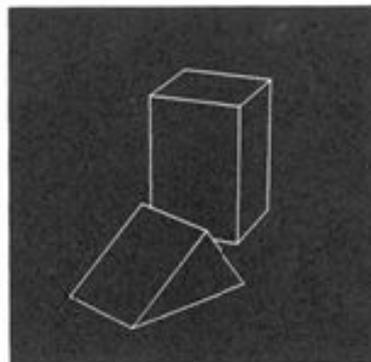


(a) Original picture.

(b) Differentiated picture.



(c) Line drawing.



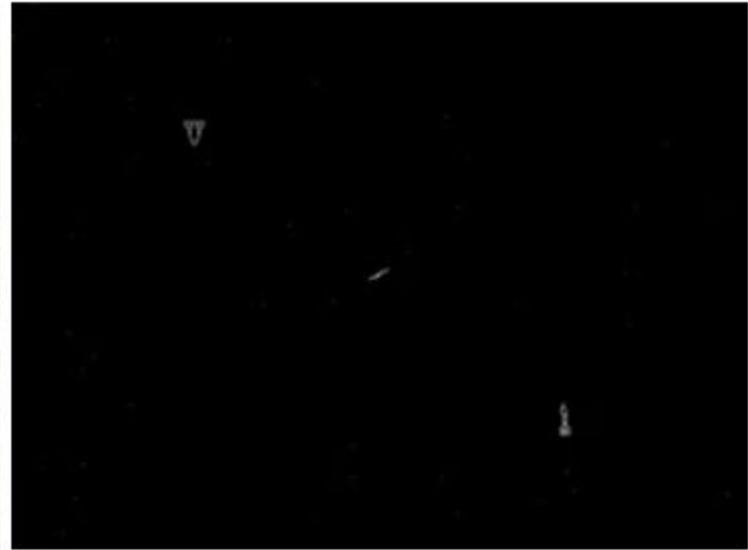
(d) Rotated view.

L. G. Roberts, *Machine Perception of Three Dimensional Solids*, Ph.D. thesis, MIT Department of Electrical Engineering, 1960

# История компьютерной графики

## Spacewar, MIT, 1961

---



- Steve Russell, 200 человеко-месяцев

# История компьютерной графики

## SketchPad, MIT, 1963

---

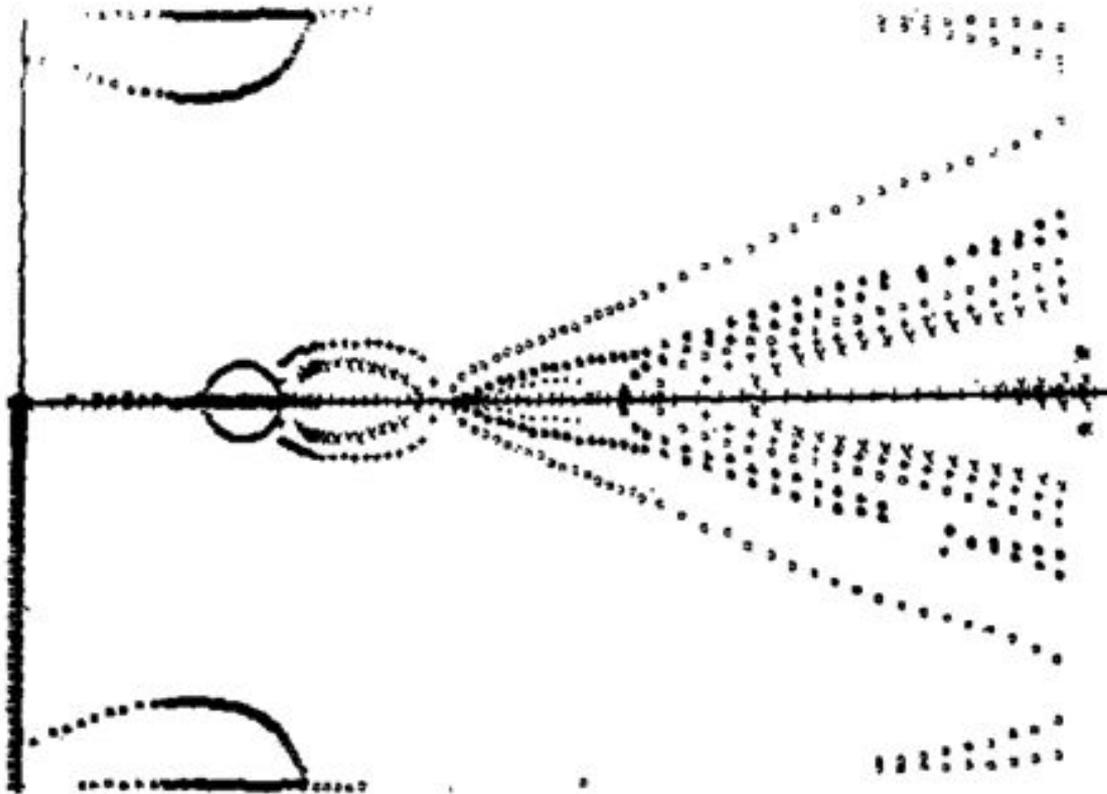


- Ivan Sutherland демонстрирует интерактивный графический редактор SketchPad

# История компьютерной графики

## Визуализация в СССР, 1964

---



Обтекание цилиндра плазмой

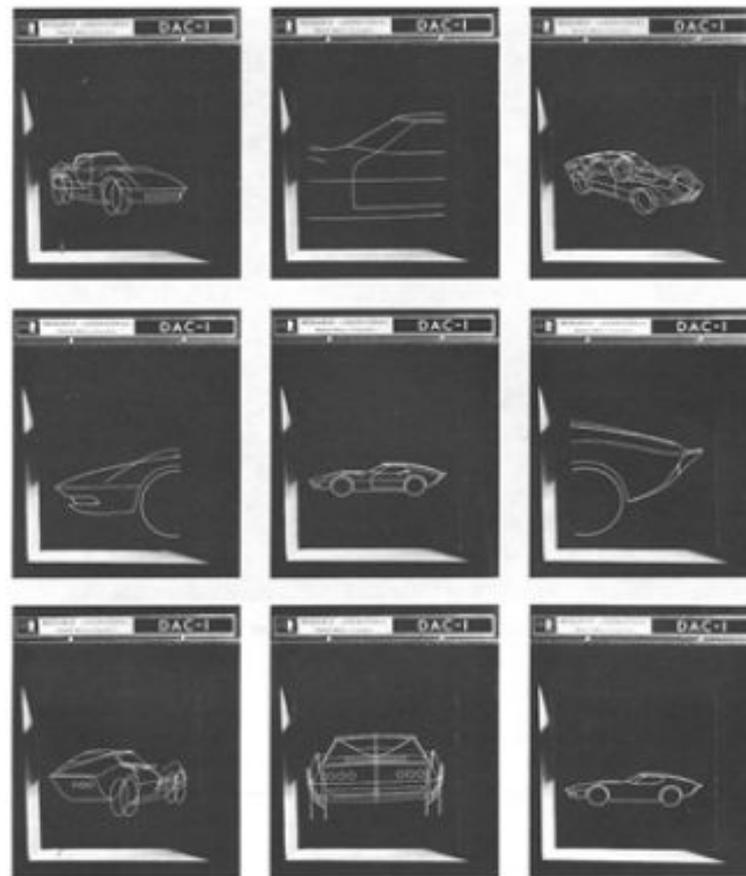
(Работа выполнена в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН)

# История компьютерной графики

## CAD, IBM + GM, 1964

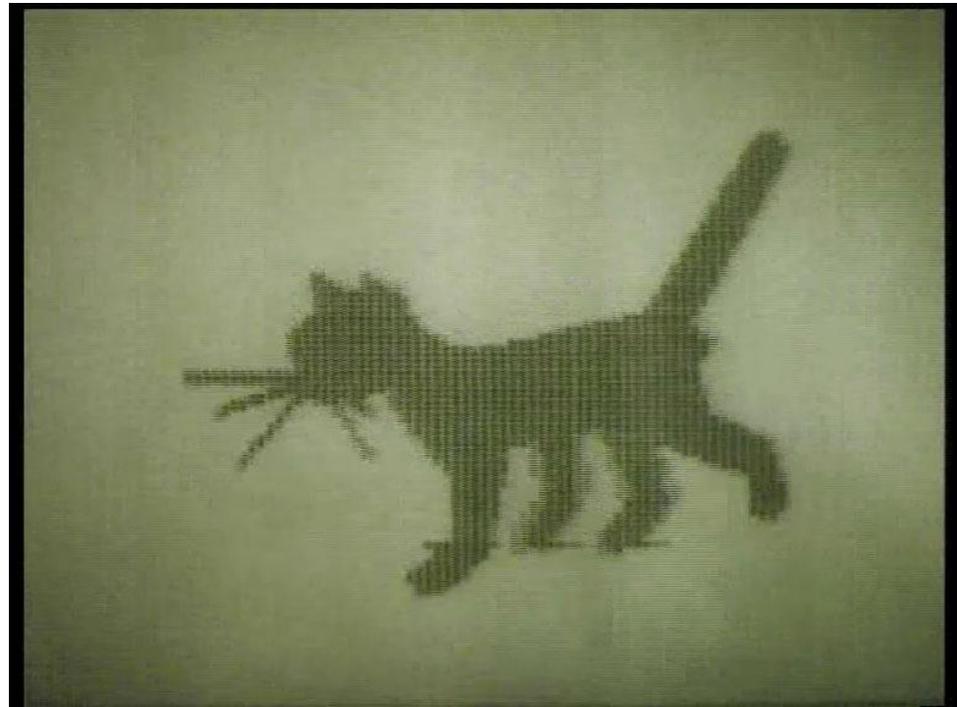


Первая CAD-система,  
геометрические  
преобразования (поворот,  
вращение)



# Кошечка, Мехмат МГУ, 1968

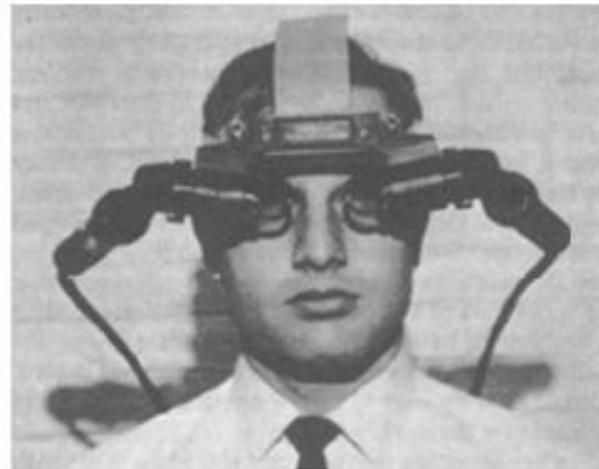
Группа под руководством Николая Николаевича Константинова создает математическую модель движения животного (кошки). Машина БЭСМ-4, выполняя написанную программу решения обыкновенных дифференциальных уравнений, рисует мультфильм «Кошечка», содержащий даже по современным меркам удивительную анимацию движений кошки, созданную компьютером.



# История компьютерной графики

## Virtual Reality, Harvard, 1968

---



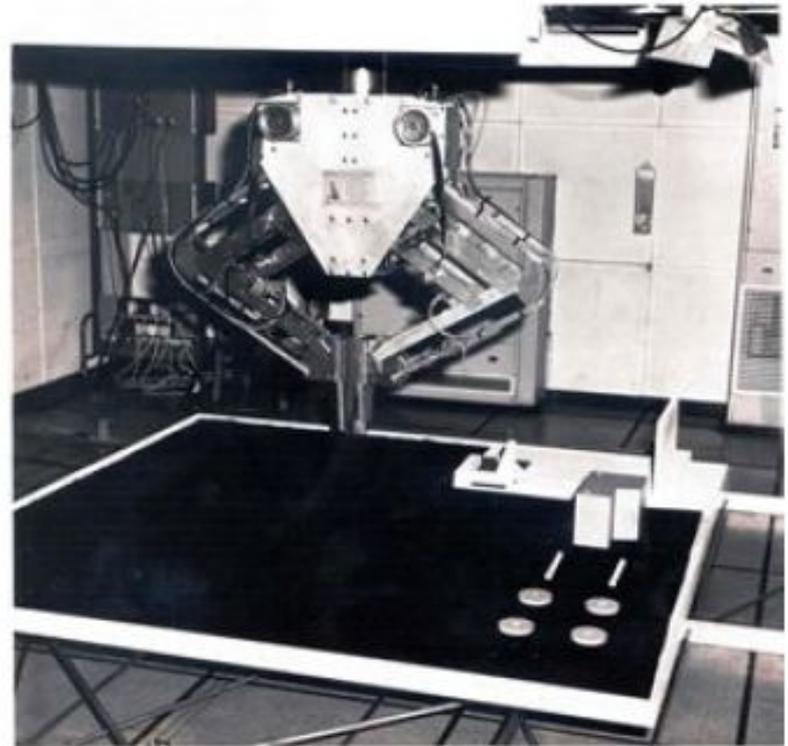
- Ivan Sutherland перешел в Гарвард, где разработал первый Head Mounted Display (HMD)
- Виртуальная комната (wireframe), в которую можно войти

# История компьютерной графики

## Freddy II, 1973

---

- Университет Эдинбурга
- Один из первых роботов с системой машинного зрения
- 5 степеней свободы
- Умеет собирать машинки из кубиков, разбросанных по столу
- 384Кб RAM в управляющем компьютере



# История компьютерной графики

В 1981 году компания IBM выпустила видеоадаптер MDA. Это был первый в мире адаптер, поддерживающий глубину цвета в 4 бита (16 цветов).



# История компьютерной графики

Tron, Movie CGI, 1982

---



Первая полностью синтезированная на компьютере сцена  
в кинематографе

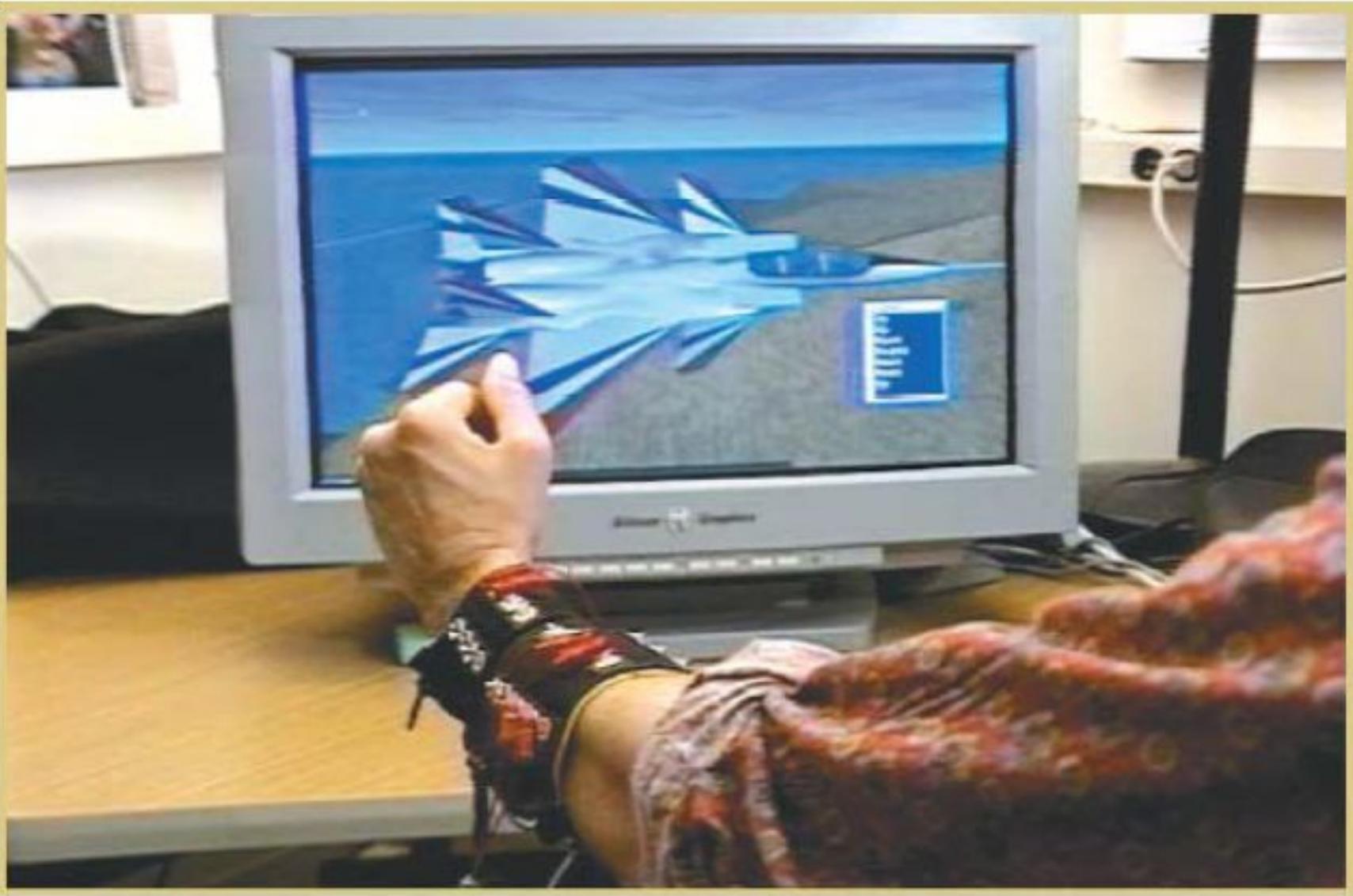


# Детектор лиц, 2001

---



Алгоритм Viola-Jones – первый быстрый и надежный алгоритм поиска лиц. Демонстрация силы машинного обучения.



# Kinect (2010)

---



Первая потребительская система управления компьютером через распознавание жестов