## Мультимедиа технологии

Модуль 2

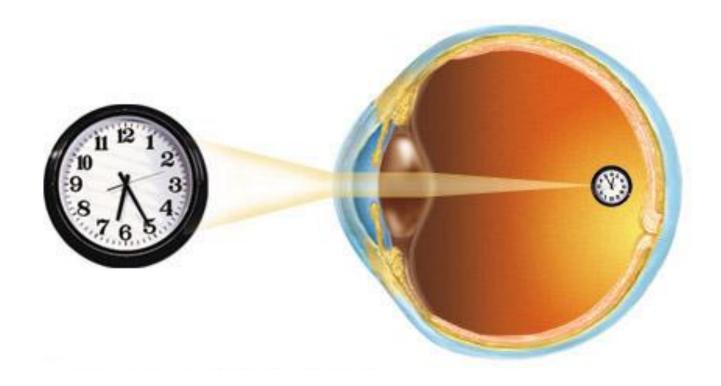
## Компьютерная графика

**Компьютерная графика** – специальная область информатики, занимающаяся методами и средствами создания изображений с помощью программно-аппаратных комплексов

Машинная графика – совокупность методов и средств для преобразования данных в графическую форму представления и из графической формы представления с помощью электронновычислительной машины (определение дано Международной организации по стандартизации)

## Что такое изображение?

**Изображение** – результат прохождения светового потока, отраженного от объекта или излучаемого им через оптическую систему



## Основные направления работы с изображением

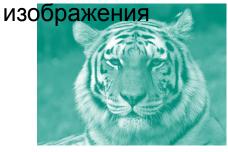
графика



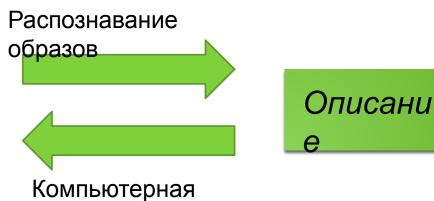
Изображени

e

Обработка



*Изображени* е



4

## Основные направления работы с изображением

#### Распознавание образов

(система технического зрения, computer vision) совокупность методов, позволяющих получить описание изображения, поданного на вход, либо отнести заданное изображение к некоторому классу

#### Обработка изображений

(image processing) рассматривается задачи, в которых входные и выходные данные являются изображениями

#### Компьютерная графика

(computer graphics) воспроизводит изображение в случае, когда исходной является информация неизобразительной природы

# Области применения компьютерной графики

#### Визуализация

создание плоских изображений трёхмерных моделей

#### Проектирование

процесс, в ходе которого создаётся прототип, прообраз необходимого объекта



Компьютерна я графика





### Пользовательский интерфейс

обеспечение взаимодействия пользователя и компьютерной системы

#### Моделирование

создание и представление трёхмерных (3D) моделей

# Область применения КГ: пользовательский интерфейс

**Интерфейс** – совокупность средств и методов обеспечения взаимодействия между элементами системы



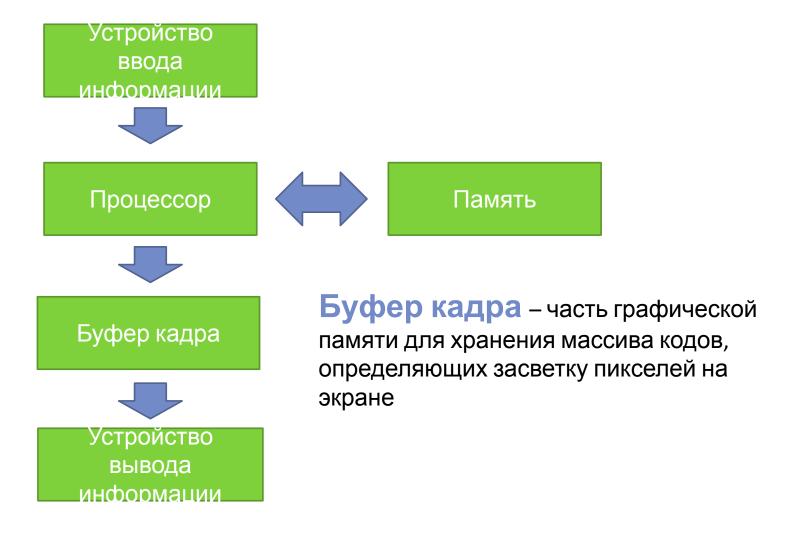
Пользовате

ль

пользовательский интерфейс – элементы и компоненты программы, способные оказать влияние на взаимодействие пользователя с программным обеспечением

**Графический пользовательский интерфейс** (graphical user interface, GUI) – обеспечивает возможность управления поведением вычислительной системы через визуальные элементы управления – окна, списки, кнопки, гиперссылки и т.д.

# Основные компоненты графической системы



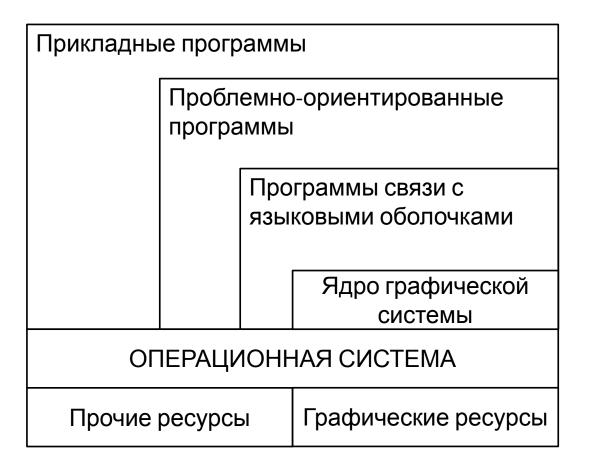
## Ядро графической системы

Ядро графической системы (ЯГС) – базисная графическая система, которая может использоваться для решения большинства прикладных задач, генерирующих изображение с помощью вычислительных систем.

ЯГС – функциональный интерфейс между прикладной программой и конфигурацией графических устройств ввода и вывода.

Функциональное описание ядра графической системы представлено в ГОСТ 27817-88 (соответствует ИСО 7942)

## Модель функционирования ЯГС



**Языковая оболочка** – зависящая от языка программирования часть реализации, в которую заключено языково-независимое ядро

## Концепция графического вывода



## Примитив (output primitive)

базовый графический элемент, который может использовать для построения изображения Примитивы: ломаная, полимаркер, текст, полигональная область, матрица ячеек и обобщенный примитив вывода



#### Атрибу

Т

характеристика примитива вывода или сегмента, например, цвет примитива, тип и толщина линии примитива, выделение, межлитерный просвет

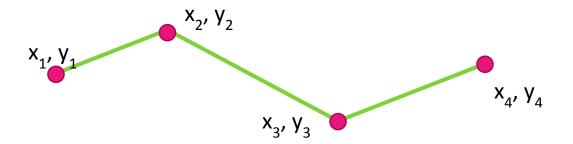
## Изображение (display image)

совокупность графических примитивов и/или сегментов, которая может быть одновременно выведена на носитель изображения

### Примитивы вывода

#### Векторный примитив: ЛОМАНАЯ (POLYLINE) -

ЯГС генерирует набор отрезков прямых, соединяющих заданную последовательность точек



#### Точечный примитив: ПОЛИМАРКЕР (POLYMARKER) -

ЯГС генерирует набор символов некоторого типа, которые центрируются в указанных точках

#### **Текстовый примитив: ТЕКСТ (ТЕХТ)**

– ЯГС генерирует строку литер с началом в указанной позиции



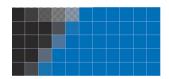
### Примитивы вывода

## Растровые примитивы: ПОЛИГОНАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ (FILL AREA)

– ЯГС генерирует многоугольник; область, которую он ограничивает может быть пустой, иметь фоновую окраску, быть покрыта узором по шаблону или зашрихованной

#### МАТРИЦА ЯЧЕЕК (CELL ARRAY)

– ЯГС генерирует матрицу прямоугольных ячеек, каждой из которых присвоен индивидуальный цвет



Примитив общего назначения: ОБОБЩЕННЫЙ ПРИМИТИВ ВЫВОДА (GENERALIZED DRAWING PRIMITIVE)

## Атрибуты примитивов вывода

#### **РАНАМО**

тип линии, толщина линии, цвет

#### ПОЛИМАРКЕР

тип маркера, масштаб маркера, цвет

#### **TEKCT**

шрифт, высота литер, вертикаль литеры, масштаб расширения литеры, направление текста, межлитерный интервал, выравнивание текста, цвет

#### ПОЛИГОНАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ

вид заполнения (пусто, заливка цветом, по шаблону, штриховка)

#### МАТРИЦА ЯЧЕЕК

цвет

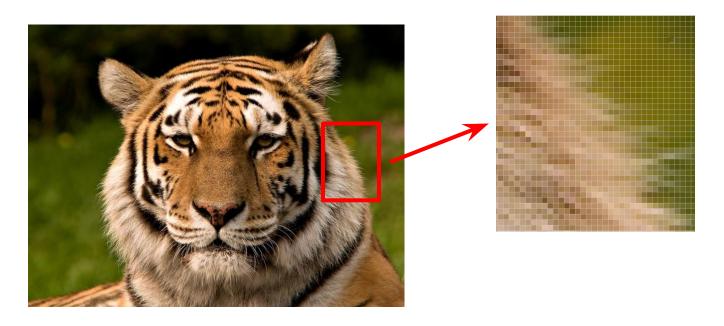
#### ОБОБЩЕННЫЙ ПРИМИТИВ ВЫВОДА

# Методы представления графической информации

- Растровая графика
- Векторная графика
- Фрактальная графика

## Растровая графика

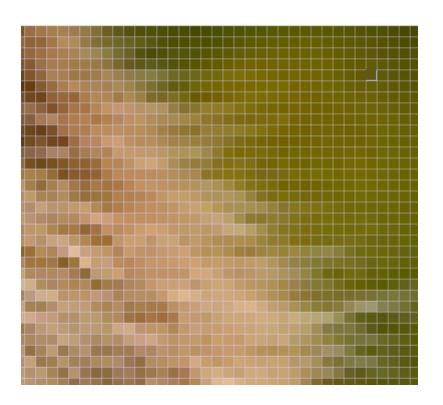
Растровая графика – способ построения изображения, в котором изображение представляется массивом простейших элементов – пикселей, где каждый пиксель имеет четко заданное положение



## Растровая графика

Растровая матрица – набор пикселей, каждый из которых характеризуется координатами (2 числа) и цветом (1 число)

Пиксель (англ. pixel, picture element – элемент рисунка) – минимальный элемент растрового изображения



## Растровая графика

#### Достоинства

растровые редакторы являются наилучшим средством обработки фотографий и рисунков, т.к. обеспечивают высокую точность передачи градаций цветов и полутонов

#### Недостатки

- растровая графика чрезвычайно чувствительна к изменению размера рисунка, и масштабировать её затруднительно
- хранение и обработка файлов растровой графики требует больших объёмов памяти

## Характеристики растрового **ИЗОБРАЖЕНИЯ Разрешение** – количество пикселей на единицу длины

- разрешение оригинала (точек на дюйм dot per inch, dpi)
- разрешение экранного изображения (пикселей на дюйм ррі)
- разрешение печатного изображения

Устройство	Ориентировочное эффективное разрешение
Монитор	96 ppi
Струйный принтер	150–166 dpi
Струйный принтер в фоторежиме	266–300 dpi
Лазерный принтер	266–300 dpi
Цифровая печать фотографий БЛУБИНА ЦВОТА КОЛИЦ	300–450 dpi

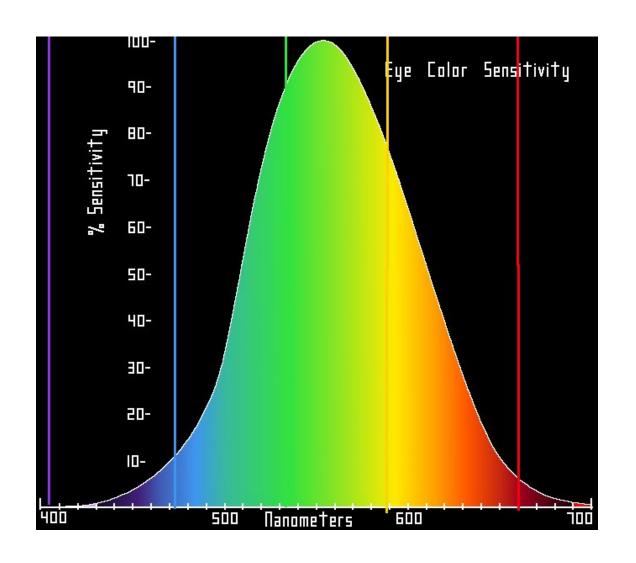
Типографская нечать а - количествомуслользуемых цветов, т.е. число разрядов отводимое для хранения информации о цвете пикселя

ЦВЕТОВАЯ МОДЕЛЬ – способ для описания цветов особенно в компьютерных технологиях и полиграфии

# Режимы представления растровых изображений

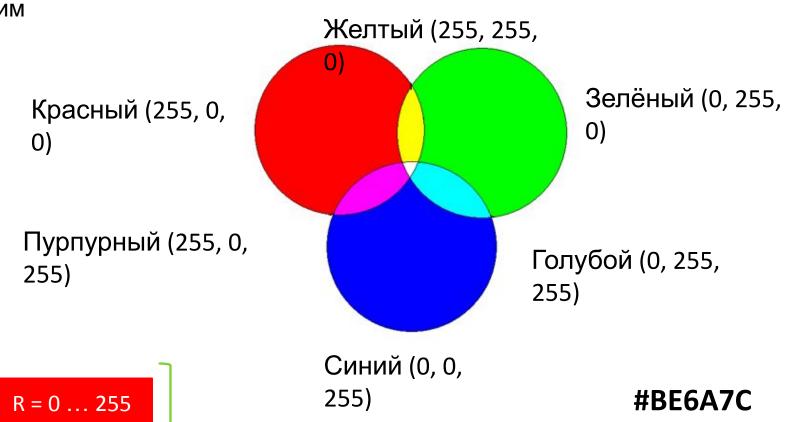


### Восприятие цветов глазом человека



## Цветовая модель RGB

**Цветовая модель RGB** (*Red Green Blue*) – аддитивная цветовая модель, согласно которой цвет кодируется тремя компонентами – красным, зелёным и синим



G = 0 ... 255

 $B = 0 \dots 255$ 

 $2^{24}$  = 16,7 млн. цветов

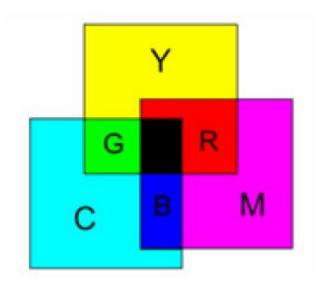
R = 190

G = 106

B = 124

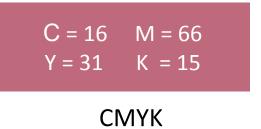
### Цветовая модель СМҮК

**Цветовая модель СМҮК** (*Cyan Magenta Yellow BlacK*) – субтрактивная цветовая модель, согласно которой цвет кодируется четырьмя компонентами – голубым, пурпурным, жёлтым и чёрным

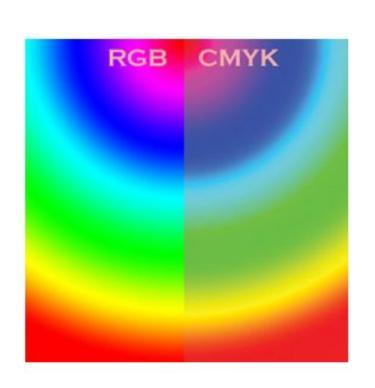


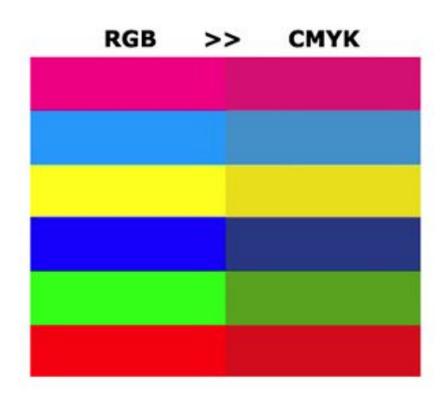
#### #BE6A7C

R = 190 G = 106 B = 124 RGB



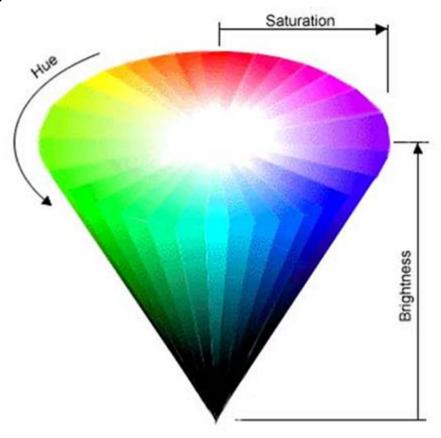
## Сравнение RGB и CMYK





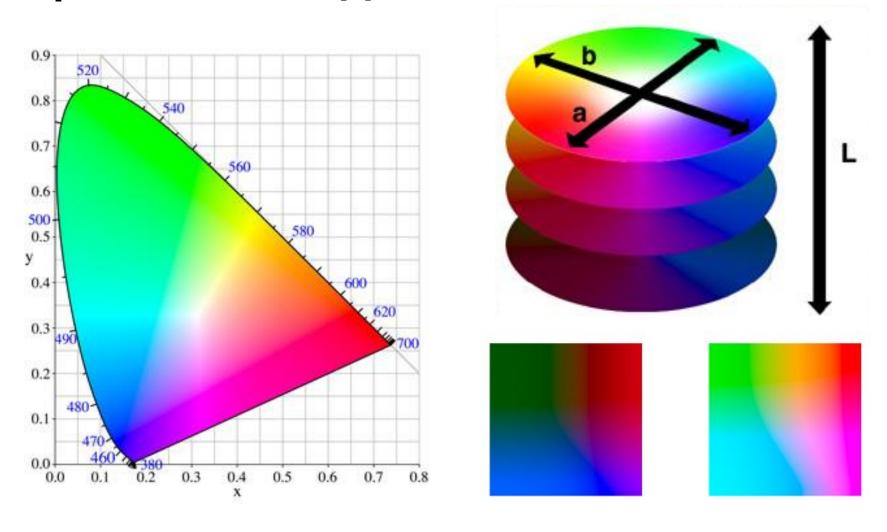
## Цветовая модель HSB

**Цветовая модель HSB** (Hue Saturation Brightness) – цветовая модель, основанная на трёх характеристиках цвета – цветовом тоне, насыщенности и яркости



- Тон (Hue) конкретный оттенок цвета
- Насыщенность (Saturation) характеристика интенсивности света
- Яркость (Brightness) –
   определятся примесью черной краски, добавленной к данному цвету

## Цветовые модели CIE XYZ и CIE L\*a\*b\*



Цветовая модель CIE XYZ

Цветовая модель CIE L\*a\*b\*





#### Формат ВМР (BitMap Picture)

- можно сохранить плоское (без слоев) изображение в монохромном, индексированном, черно-белом (в режиме Grayscale (Оттенки серого)) или цветном (модель RGB) режиме
- не позволяет включать какие-либо дополнительные элементы или же использовать прозрачность



#### Формат GIF (Graphic Interchange Format)

- использует 2–256 цветов, один из которых может быть назначен прозрачным
- встроенная компрессия LZW, которая может уменьшить размер файла на 20–40 %
- возможность создания покадровой анимации

#### Формат JPEG (Joint Photographic Experts Group)

- компрессия с потерей информации; сжатие основано на усреднении цвета соседних пикселей и отбрасывании высокочастотных составляющих в пространственном спектре фрагмента изображения
- сохранить в формате JPEG можно изображения только в режимах Grayscale (Оттенки серого), RGB или CMYK то есть полноцветные изображения.
- не позволяет сохранять никаких дополнительных элементов (слоев, дополнительных каналов), невозможно реализовать прозрачные области изображения





Сохраненное в формате JPEG изображение с высоким (слева) и низким (справа) качеством



#### Формат PNG (Portable Network Graphics)

- Подформат PNG-8 «замена» формату GIF, практически дублирет его функции, но использует более совершенный механизм компрессии
- Подформат PNG-24 позволяет сохранять изображения в режиме RGB и использовать «плавную» прозрачность с возможностью создания полупрозрачных областей



#### Формат TIFF (Tagged Image File Format)

- сохраняет изображения в любых цветовых режимах, в него можно включать дополнительные альфа-каналы
- некоторые программы могут сохранять в изображении прозрачные области и слои
- позволяет сохранять файлы без компрессии изображения или задействовав один из алгоритмов (LZW, ZIP, JPEG, CITT)



#### Формат PSD (PhotoShop Document)

- специализированный формат программы Adobe Photoshop
- файл в формате PSD остается полностью редактируемым
- многие программы поддерживают формат PSD в качестве «дополнительного» и могут открывать и сохранять файлы в этом формате

#### Формат RAW

• в цифровой фотографии соответствует негативу в плёночной: в нём содержится необработанная, «сырая» информация о пикселях прямо с сенсора цифровой камеры

## Методы обработки изображений



**Наложение эффектов** (размытие, резкость, деформация, шум и др.)



Регулировка уровня яркости и контраста

Яркость – характеристика, определяющая на сколько сильно цвета пикселей отличаются от чёрного цвета

**Контраст** – характеристика насколько большой разброс имеют цвета пикселей изображения

#### По аналогии с терминами теории вероятности:

- Яркость математическое ожидание значений выборки
- Контраст дисперсия значений выборки

**Локальная яркость и локальный контраст** – для фрагмента изображения

Цвет пикселя обработанного изобр. =  $f_{npeo6pas}$ (Цвет пикселя исход. изобр.) [0, 255]

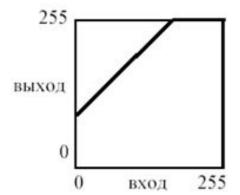
Цвет пикселя обработанного изобр. =  $f_{npeofpas}$ (Цвет пикселя исход. изобр.) [0, 255]

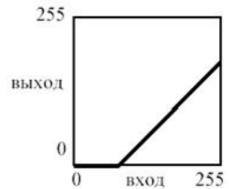
Цвет пикселя обработанного изобр. = f \_ (Цвет пикселя исход. изобр.) [0,

255] 255 выход 0

255

вход







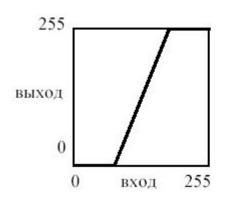
Исходное изображение

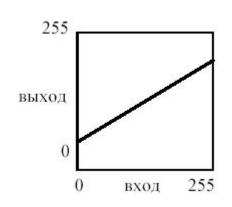


Яркость увеличена



Яркость уменьшена







Исходное изображение



Контраст увеличен



Контраст уменьшен

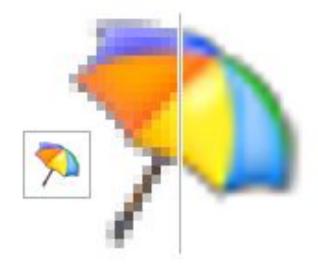




## Масштабирование изображения

#### Масштабные коэффициенты:

- нормализованная форма (за единицу принимаются размеры исходного изображения)
- процентная форма (нормализованные значения умножаются на 100 %)
- непосредственная форма (новые размеры задаются в пикселях) определение цвета при масштабировании:
- Цвет пикселя в масштабированном изображении принимается равным цвету ближайшего к нему пикселя исходного изображения
- Использование интерполяции (билинейная или бикубическая интерполяция)



## Преобразование поворота

#### Возможные варианты поворота:

- Области изображения, вышедшие за его границы при повороте отсекаются, а незаполненные части заполняются каким-либо цветом.
- Рассчитывается новый размер изображения на основе угла поворота таким образом, чтобы повёрнутое изображение целиком поместилось в новые размеры. Незаполненные части изображения также заполняются каким-либо цветом.

## Цифровые фильтры изображений

**Цифровой фильтр** – алгоритм обработки изображения, позволяет накладывать на изображение различные эффекты

#### Линейный фильтр

определяется вещественнозначной функцией F, заданной на растре. Данная функция называется ядром фильтра, а сама фильтрация производится при помощи операции дискретной свёртки

$$B(x,y) = \sum_{i} \sum_{j} F(i,j) \cdot A(x+i,y+j).$$

A(x, y) – исходное изображение

B(x, y) – полученное изображение

## Линейные фильтры изображений

**Сглаживающий фильтр** – результат размытие изображения, устранение резких цветовых переходов



#### Гауссовская фильтрация

образом точки при гауссовой фильтрации будет симметричное размытое пятно, с убыванием яркости от середины к краям, что гораздо ближе к реальному размытию от расфокусированных линз

## Линейные фильтры изображений

Контрастноповышающий фильтр – повышают контрастность

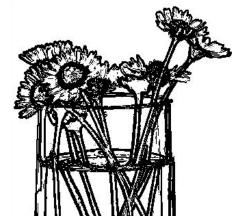
изображения





Разностный фильтр используются для нахождения границ в изображениях





## Векторная графика

Векторная графика – метод графического представления объекта в виде графических примитивов





- Базовый элемент линия
- Векторная графика объектно-ориентированная графика
- Векторная графика вычисляемая графика

#### Векторная графика

#### Достоинства

- можно изменять размер изображений без потери его визуальных качеств
- максимальная точность построенного изображения
- файл с векторным изображением имеет значительно меньший размер по сравнению с растровым изображением
- рисунок имеет высокое качество при печати
- возможность редактирования всех частей векторного изображения
- простой экспорт векторного рисунка в растровый

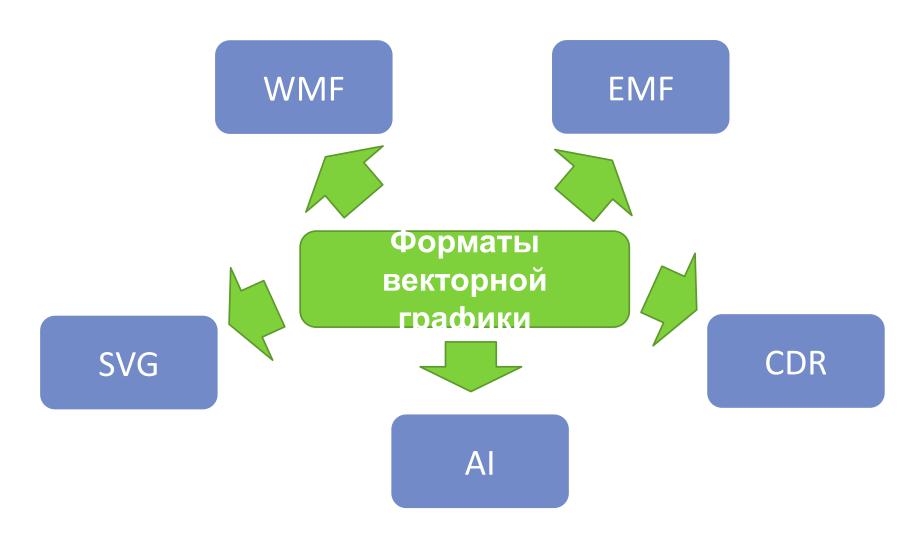
#### Недостатки

- отсутствие реалистичности у векторных рисунков
- невозможность использования эффектов, которые можно применять в растровой графике
- практически полная невозможность экспорта растрового рисунка в векторный
- программная зависимость

#### Векторная графика

#### Векторные изображения используются:

- создание шрифтов, логотипов, верстка полиграфической продукции
- построение диаграмм, схем, чертежей
- программы 3D-моделирования на основе векторной графики





#### WMF (Windows MetaFile)

- внутренний формат OC Windows
- не может сохранять некоторые параметры, которые могут быть присвоены объектам в различных векторных редакторах
- отсутствуют средства для работы со стандартизированными цветовыми палитрами, принятыми в полиграфии



# EMF (Enhanced Metafile, расширенный метафайл Windows)

может сохранять и векторную, и растровую информацию в одном файле



#### **CDR (CorelDRAW Document)**

- основной внутренний формат программы CorelDraw позволяет записывать векторную, растровую графику и текст
- используется раздельная компрессия для векторных и растровых изображений
- поддерживается многостраничность
- файлы имеют огромное рабочее поле до 45 метров
- большой объем требуемой памяти и проблемы с совместимостью файлов разных версий формата.



- внутренний формат файла для программы Adobe Illustrator
- в одном файле может содержаться только одна страница, маленькое рабочее поле
- отличается наибольшей стабильностью и совместимостью с языком PostScript фирмы Adobe, на который ориентируются практически все издательскополиграфические приложения





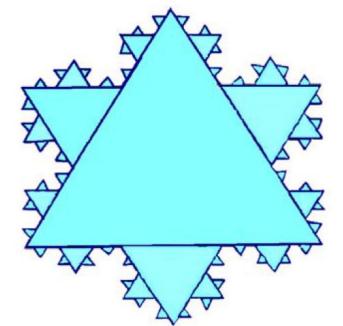
# SVG (Scalable Vector Graphics — «масштабируемая векторная графика»)

- основанный на XML формат разметки, предназначенный для описания двухмерной векторной графики, как неподвижной, так и анимированной
- возможность читать и редактировать при помощи обычных текстовых редакторов
- возможность выделять и копировать текст из SVG
- возможность сжатия в SVGZ (через алгоритм GZip)
- SVG поддерживается почти всеми современными браузерами за исключением Internet Explorer 8 и ниже

## Фрактальная графика

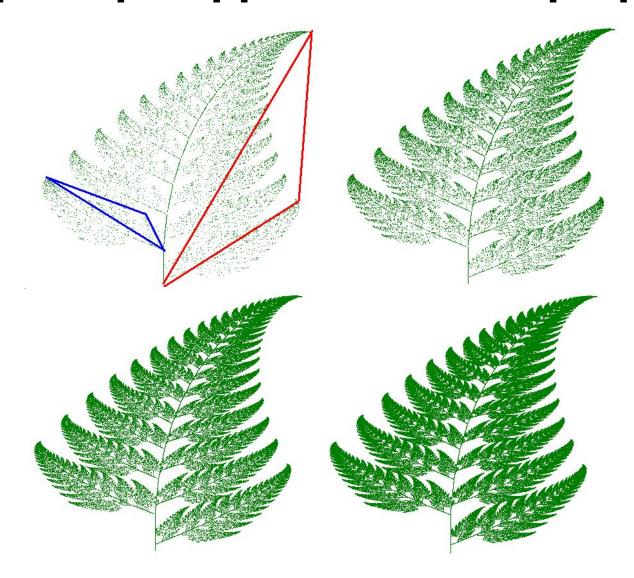
Фрактальная графика основана на автоматической генерации изображений путём математических расчётов

Фрактал - геометрическая фигура, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей каждая из которых подобна всей

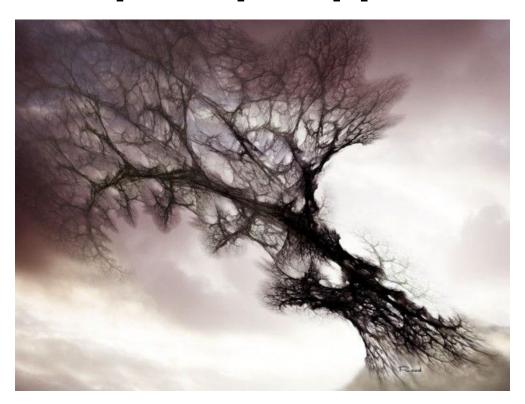


Простейший элемент – фрактальный треугольник

## Примеры фрактальной графики



## Примеры фрактальной графики



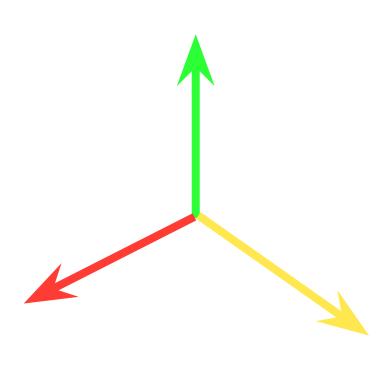
http://sya.deviantart.com/



https://www.behance.net/lindelokse

## Трёхмерная графика

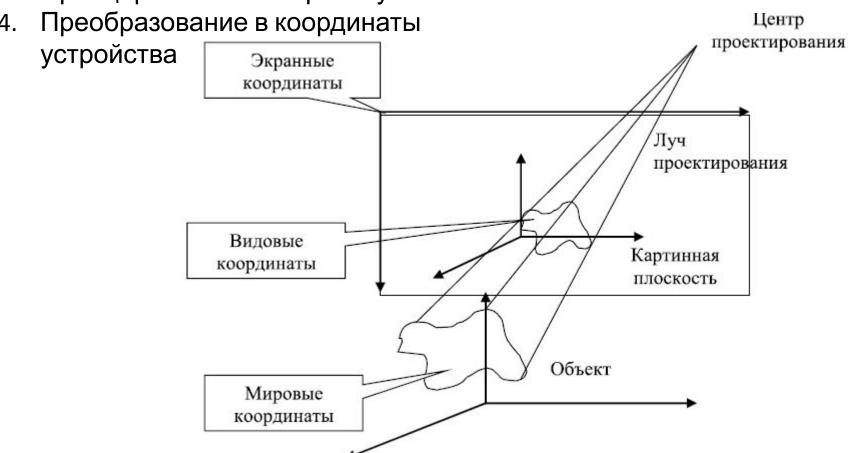
**Трёхмерная графика** – раздел компьютерной графики, охватывающий алгоритмы и программное обеспечение для оперирования объектами в трёхмерном пространстве, а также результат работы таких программ



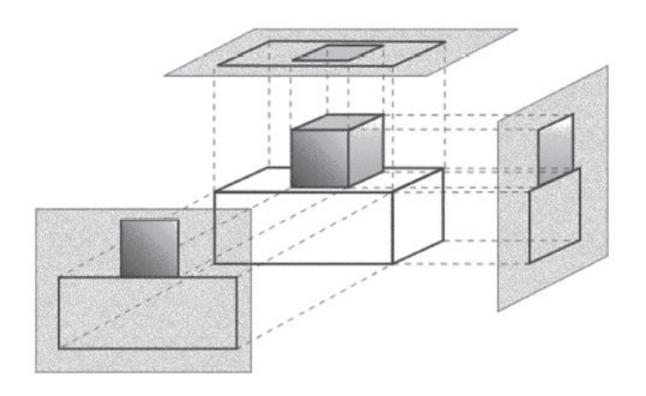


## Проектирование трёхмерного объекта

- 1. Примитивы вывода в мировых координатах
- 2. Отсечение по объему видимости
- 3. Проецирование на картинную плоскость

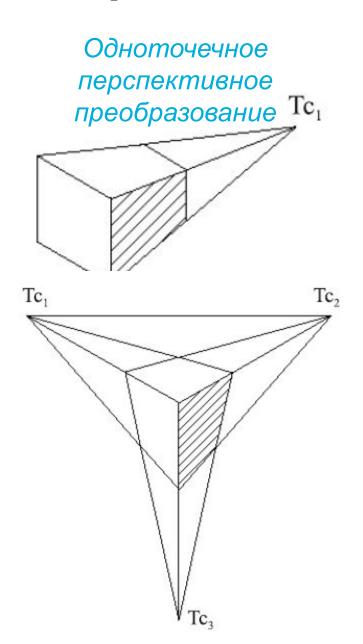


## Параллельное проектирование



Оргтографическая проекция

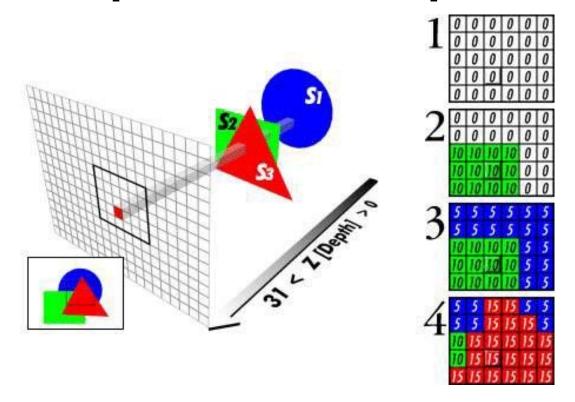
#### Перспективное проектирование





Трёхточечное перспективное преобразование

#### Растеризация изображения



#### Алгоритм Z-буфера

- 1. Заполнить Z-буфер максимальным значением глубины z
- 2. Преобразовать описываемые объекты в растровую форму в любом порядке
- 3. Для каждого объекта
- Для каждого пикселя (x, y) объекта подчитать его глубину z(x, y)
- Сравнить глубину z(x, y) со значением глубины Z-буфер а в этой же позиции
- Если z(x, y) > Z-буфер $(x, y) \rightarrow 3$ анести атрибуты пикселя в буфер кадра и заменить Z-буфер(x, y) на z(x, y), в обратном случае ничего не делать

## Закрашивание поверхностей

#### Метод Гуро

Цвет примитива рассчитывается лишь в его вершинах, а затем линейно интерполируется по поверхности

#### Метод Фонга

случае строится нормаль к объекту в целом, ее вектор интерполируется по поверхности составляющих примитивов и освещение рассчитывается для каждой точки

## Свет в каждой точке представляет сумму компонентов:

- свет, пришедший с обратной стороны поверхности, то есть преломленный свет (Refracted)
- свет, равномерно рассеиваемый поверхностью (Diffuse)
- зеркально отраженный свет (Reflected)
- блики, то есть отраженный свет источников (Specular)
- собственное свечение поверхности (Self Illumination)

## Трассировка лучей

#### Генерация луча

для каждого пикселя изображения генерируется луч (один из лучей, попадающих на него через оптическую систему)

#### Пересечение

находится пересечение луча с объектами сцены



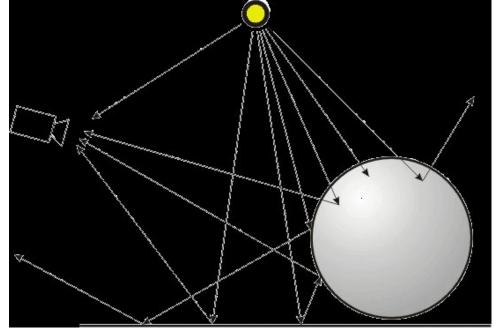
#### Расчет цвета точки

рассчитывается яркость (цвет) точки пересечения

## Трассировка лучей

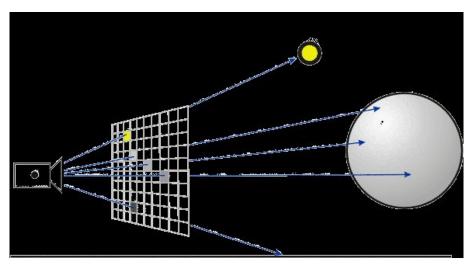
#### Прямая трассировка

Лучи должны быть построены от каждого источника освещения ко всем точкам поверхностей всех объектов сцены и отслежены в соответствии с законами отражения и преломления

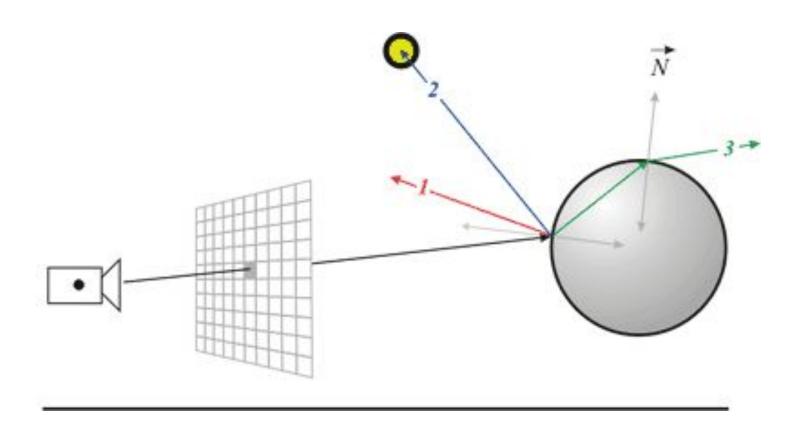


#### Обратная трассировка

Луч строится от наблюдателя через видовое окно до первого пересечения с объектом и далее – в соответствии с законами преломления и отражения.



## Обратная трассировка



- 1 луч в направлении отражения
- 2 луч в направлении источника света
- 3 луч в направлении преломления прозрачной поверхностью

## Анимация и её особенности

**Анимация** – искусственное представление движения в кино, на телевидение и в компьютерной графике, осуществляемое путем отображения последовательности кадров с определенной частотой, при которой обеспечивается целостное зрительное восприятие образов

**Кадр** (*frame*) – статическое изображение, соответствующе определенному моменту времени

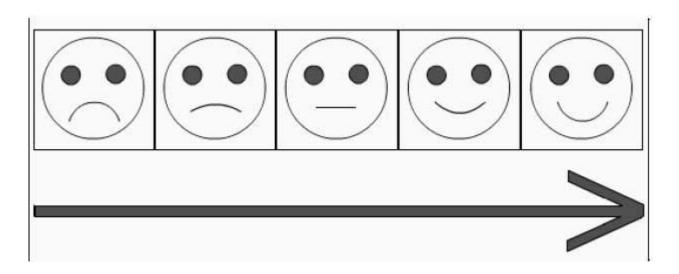
**Частота кадров** (frame rate) – количество кадров, демонстрируемых в течение секунды **Анимация и видео** 

- **Видеосъемка:** записывается непрерывное движение и разбивается на множество дискретных кадров
- **Анимация:** используются независимые рисунки или графические файлы, которые выводятся в определенной последовательности для создания иллюзии непрерывного движения

#### Покадровая анимация

frame by frame

Покадровая анимация – прорисовка всех кадров анимации



Покадровая анимация из пяти кадров

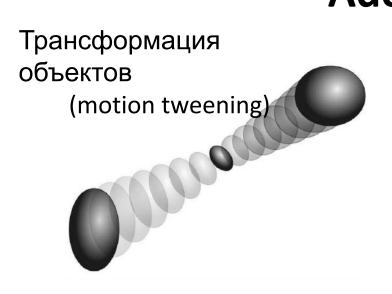
# **Автоматическое построение промежуточных** кадров tweening

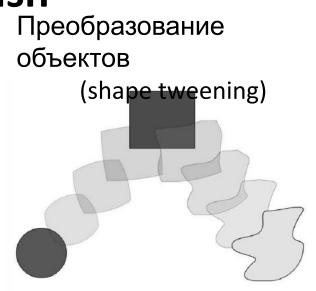
В основе – создание опорных кадров и автоматическое построение промежуточных кадров



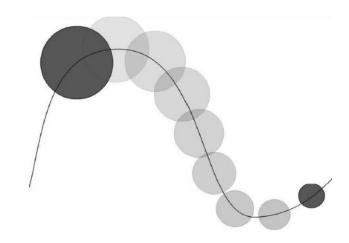
Трансформационная анимация из пяти кадров, серые кадры формируются программно

# автоматическое построение промежуточных кадров в программе Adobe Flash





Движение вдоль пути (motion path tweening)



#### Программы для создания анимации

Adobe Flash

#### Альтернативы:

- Swish Max
- A4Desk

#### Программы для создания мультфильмов:

- Pencil (<a href="http://www.pencil-animation.org/">http://www.pencil-animation.org/</a>)
- Anime studio pro (<a href="http://anime.smithmicro.com/">http://anime.smithmicro.com/</a>)
- TV Paint Animation (<a href="http://www.tvpaint.com/v2/content/article/downloads/index.php">http://www.tvpaint.com/v2/content/article/downloads/index.php</a>)