



Компьютерная графика

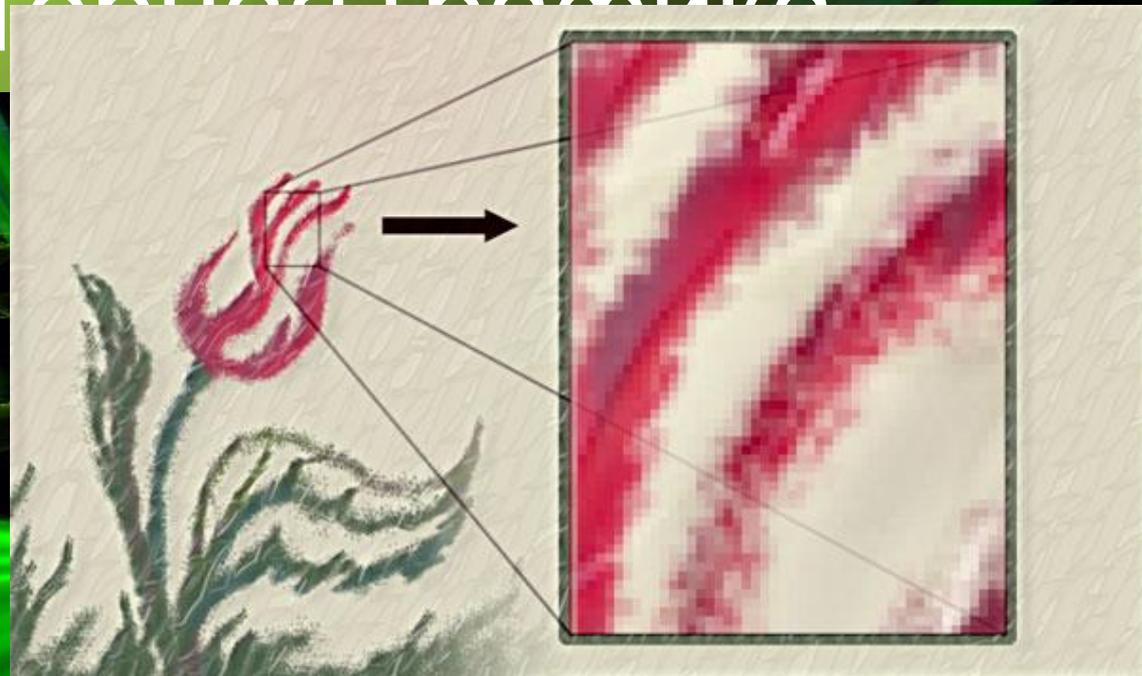
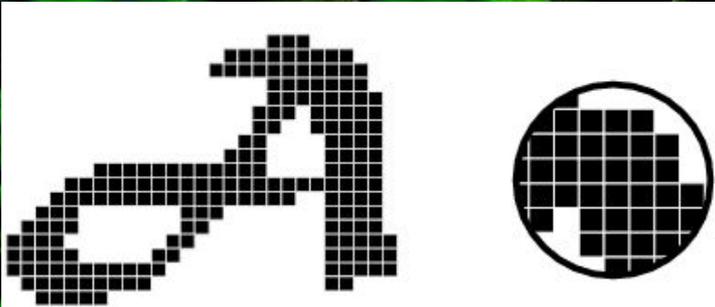


Растровая

Изображение формируется из дискретных элементов – пикселей. Их совокупность называется растром.

Пиксел – элементарная часть растрового изображения. Характеризуется двумя параметрами: цвет, координаты.

Компьютерная графика

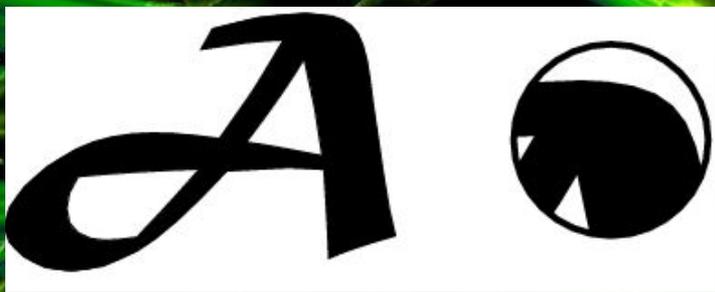


Компьютерная графика

Векторная

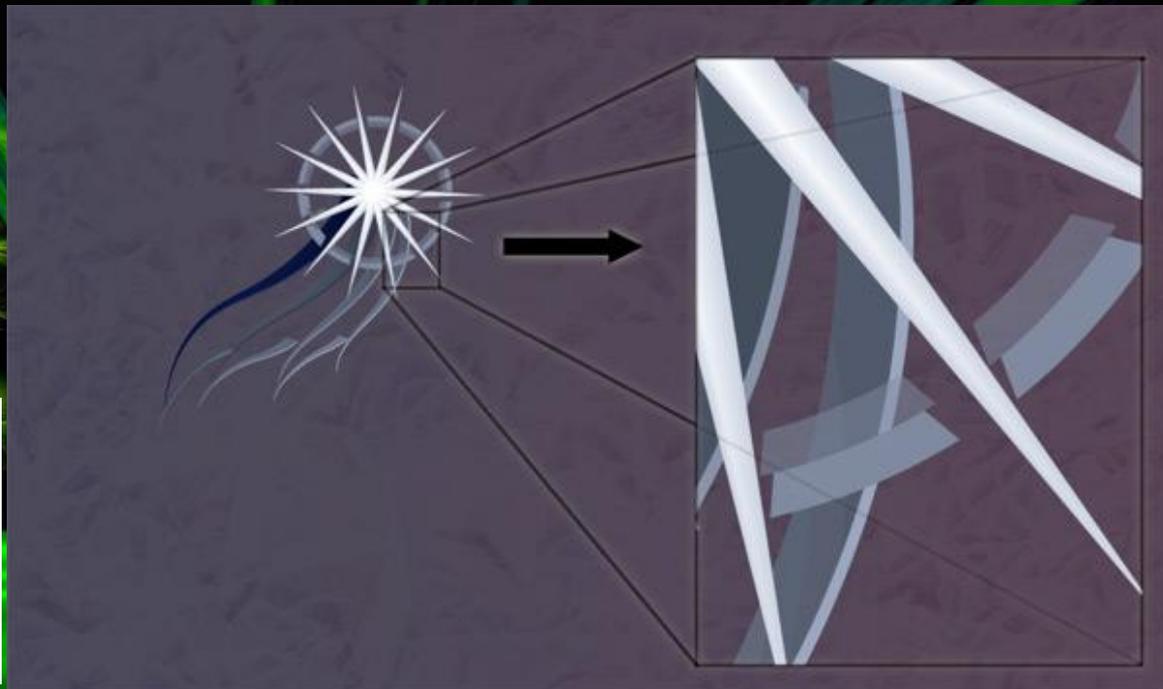
Изображение представляется с помощью математических кривых, которые называют кривыми Безье

По мере увеличения сложности векторного изображения значительно возрастают требования к вычислительным ресурсам, необходимым для его обработки



Для изображения прямой нужны всего 4 параметра:

1. координаты начальной точки;
2. координаты конечной точки;
3. толщина линии;
4. цвет линии.



Компьютерная графика

Преимущества и недостатки векторной и растровой

Растровая

Преимущества:

Простота и, как следствие, техническая реализуемость автоматизации ввода (оцифровки) изобразительной информации в компьютер.

Фотореалистичность. Можно получать живописные эффекты, например, туман или дымку, добиваться тончайшей нюансировки цвета, создавать перспективную глубину, размытость и т.д.

Компьютерная графика

Преимущества и недостатки векторной и растровой

Растровая

Недостатки:

Объем файла в точечной графике определяется произведением площади изображения на выбранное разрешение и на глубину цвета (если они приведены к единой размерности). При этом совершенно не важно, что отображено на фотографии, если эти параметры одинаковы, размер файла (без сжатия) будет практически одинаков.

При любых трансформациях (поворотах, масштабировании, наклонах и т.д.) в точечной графике невозможно обойтись без искажений

Компьютерная графика

Преимущества и недостатки векторной и растровой

Векторная

Преимущества:

Малый размер файла

Векторные объекты легко трансформируются без потери качества

Векторные изображение полностью использует возможности вывода – будет выводиться настолько качественно, насколько устройство позволяет это сделать

Векторные графика может включать в себя растровые изображения в качестве отдельного элемента, но с ограничениями по обработке

Развитые средства интеграции и текста, поскольку текст является так же векторным объектом

Компьютерная графика

Преимущества и недостатки векторной и растровой

Векторная

Недостатки:

Векторная графика ограничена в изобразительных средствах, практически не позволяет создавать фотореалистичные изображения

Не существует способов автоматического ввода графической информации в векторном виде



Компьютерная графика

Цветовые модели

нужны для математического описания спектра цветов доступного человеческому глазу

Каждая модель имеет свой базовый набор цветов, каждый из которых может меняться в определенном диапазоне интенсивности

Смешением базовых цветов получаются все остальные в диапазоне данной модели

Модели бывают аддитивные и субтрактивные:

в аддитивных моделях при сложении цветов получается более светлый, а в субтрактивных – более темный цвет.

В аддитивных моделях нулевое значение интенсивностей всех цветов определяет черный, в субтрактивных – белый цвет

Ни одна из существующих моделей не может представить всех цветов, доступных человеческому глазу

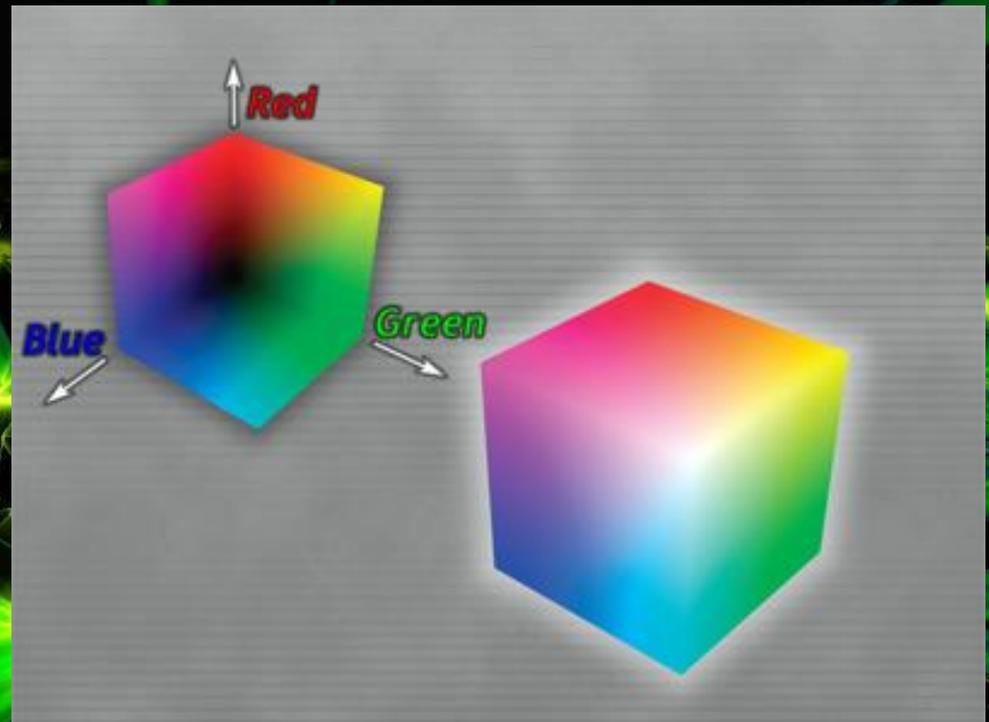
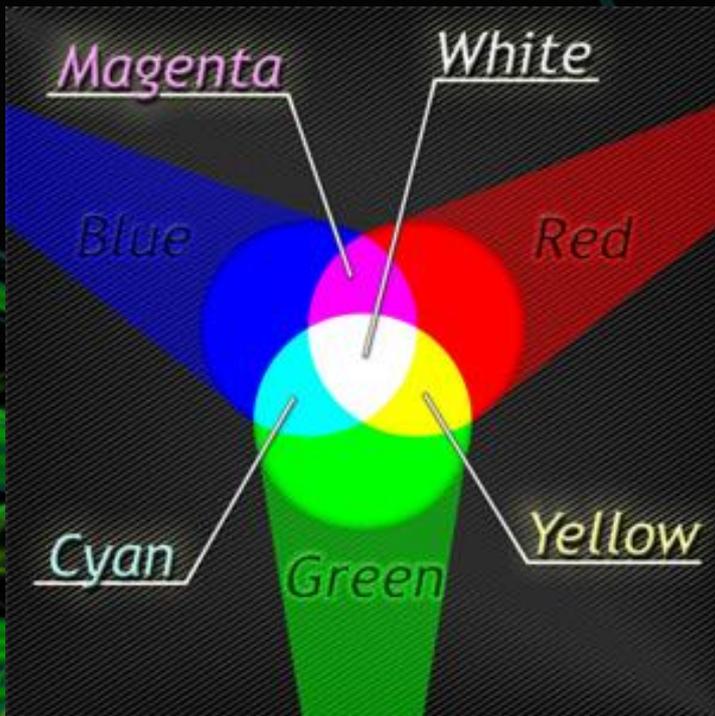
Компьютерная графика

Цветовая модель RGB

Цветными каналами являются красный (Red), зеленый (Green), синий (Blue)

При попарном сложении получаются желтый (yellow), голубой (cyan), пурпурный/лиловый (magenta).

При полном сложении получается белый



Компьютерная графика

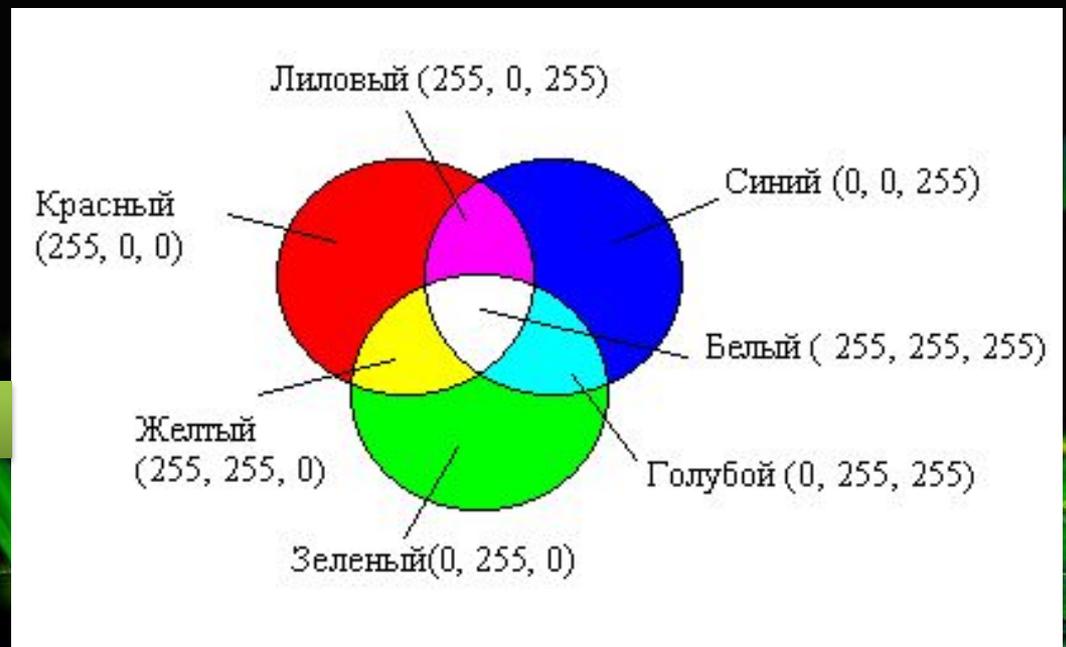
Цветовая модель RGB

Каждый из базовых цветов может менять интенсивность от 0 до 255.

Полное количество
цветов:

$$256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$$

RGB – аддитивная цветовая
модель



Модель отлично подходит для описания цветов, отображаемых мониторами, сканерами, принтерами, фотокамерами

Цветовая модель RGB является стандартом для Интернет

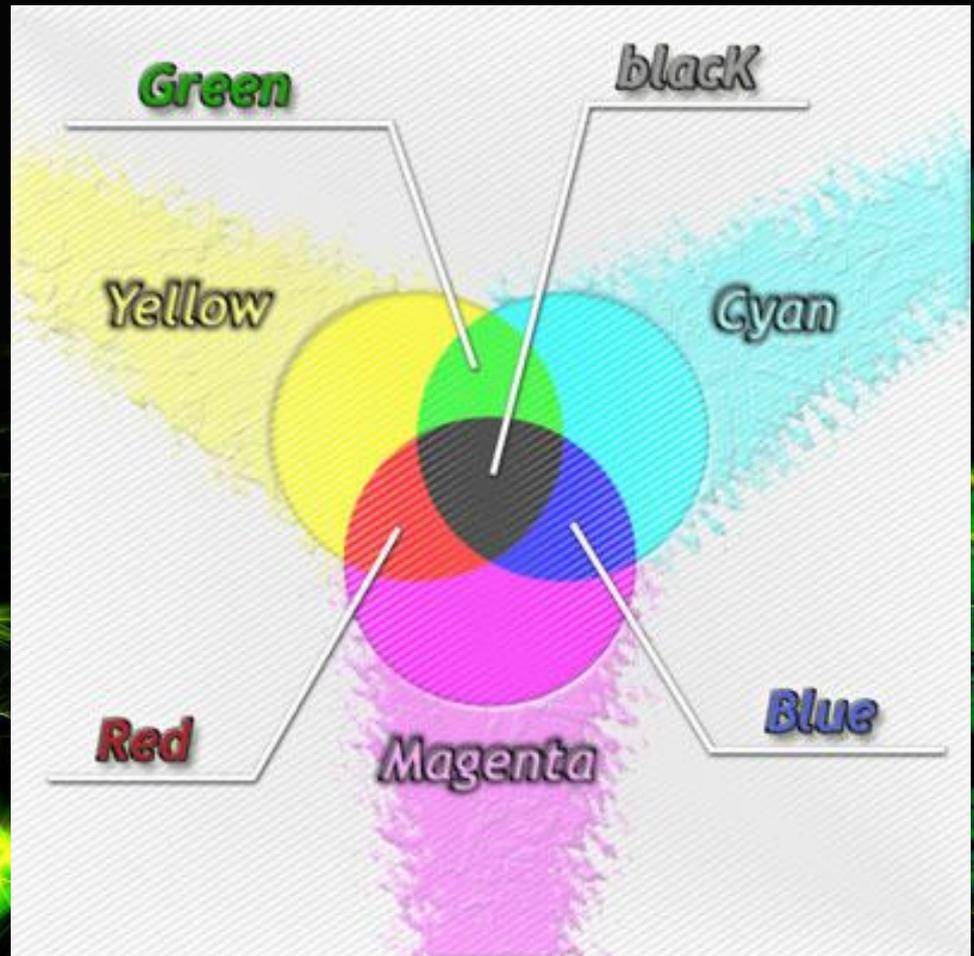
Компьютерная графика

Цветовая модель CMYK

Базовые цвета – голубой (cyan), пурпурный/лиловый (magenta), желтый (yellow)

При попарном сложении получаются фиолетово-синий (blue), оранжево-красный (red), синевато-зеленый (green).
При полном сложении получается белый.

Смешивание светов CMY дает грязно серый вместо черного, поэтому добавлен еще один канал – черный (black).



Компьютерная графика

Цветовая модель СМУК

Каждый из базовых цветов может принимать значения интенсивности от 0 до 100%

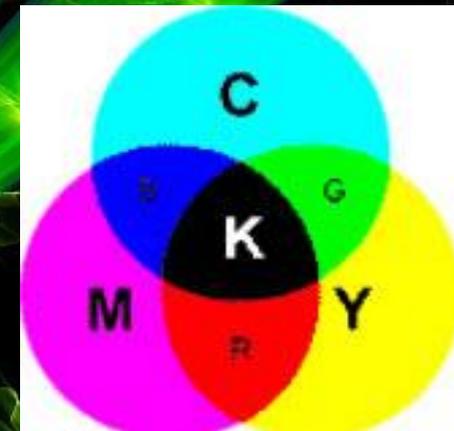
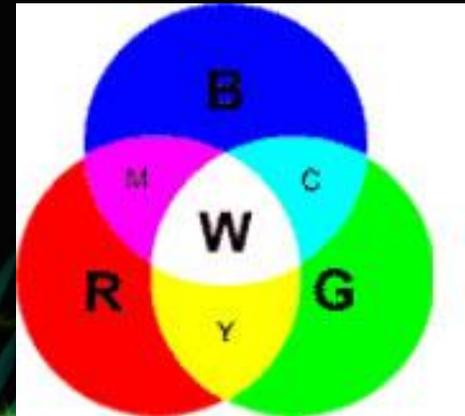
Полное количество цветов:

$$100 \times 100 \times 100 \times 100 = 10\,000\,000$$

Эффективный цветовой диапазон меньше 16 млн цветов (RGB) из-за перекрытия областей черной и цветной составляющей.

Для корректного отображения цветов разных систем необходимо устанавливать цветовые профили (ICC profiles) для устройств отображения.

Цветовая модель СМУК применяется при печати, поскольку больше соответствует реальному процессу нанесения красок на бумагу



Компьютерная графика

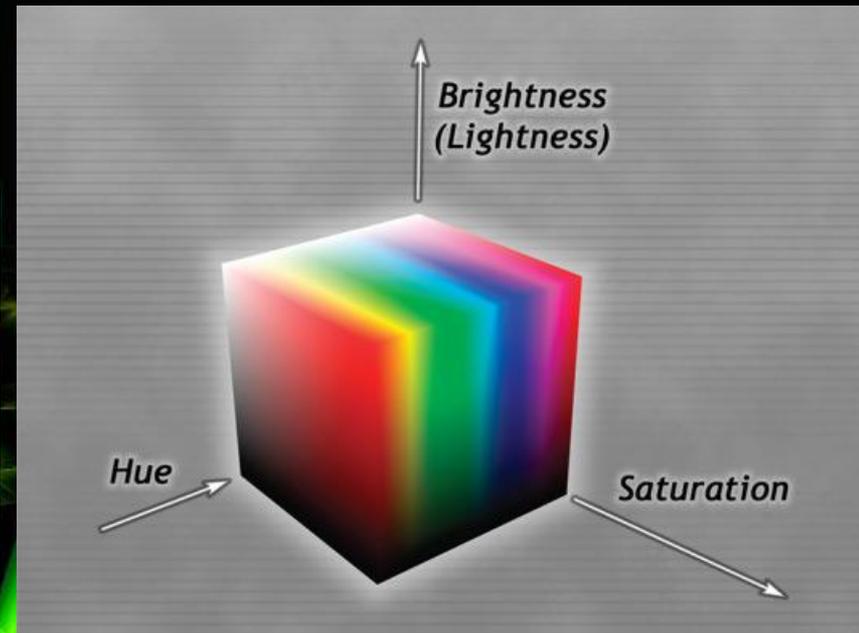
Цветовая модель HSB

Основана не на базовых цветах, а свойствах «отенок» (Hue), насыщенность (Saturation) и яркость (Brightness)

Понижение насыщенности означает добавление белого цвета, понижение яркости – добавление черного.

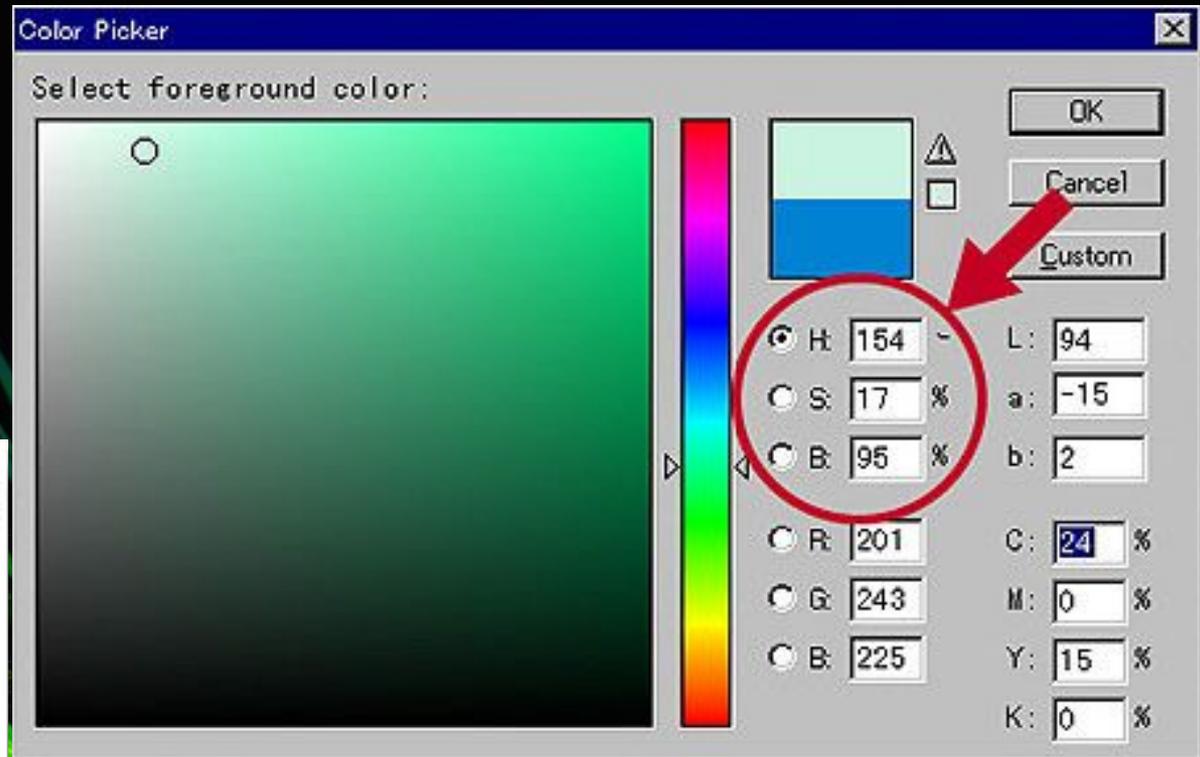
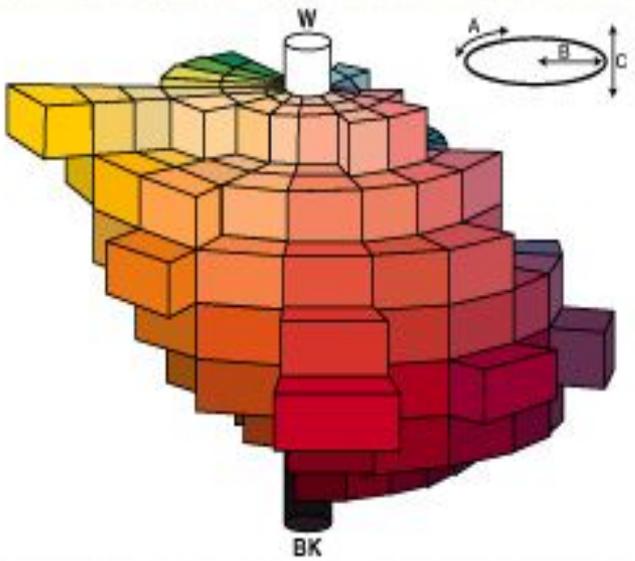
Отенок может принимать значение от 0 до 360°, а насыщенность и яркость от 0 до 100%

Цветовая модель HSB/HSL интуитивно более понятна, найденный в ней цвет переводится в RGB или CMYK



Компьютерная графика

Цветовая модель HSV



Компьютерная графика

Цветовая модель Grayscale

Модель черно белая, позволяет сохранять информацию только одного цвета - черного

Диапазон значений от 0 (белый) до 255 (черный)

Brightness



Компьютерная графика

Цветовые каналы

В каждой модели существует возможность изменять интенсивность любого базового цвета – цветового канала

В аддитивной модели RGB выделение канала аналогично пропусканию света через светофильтр

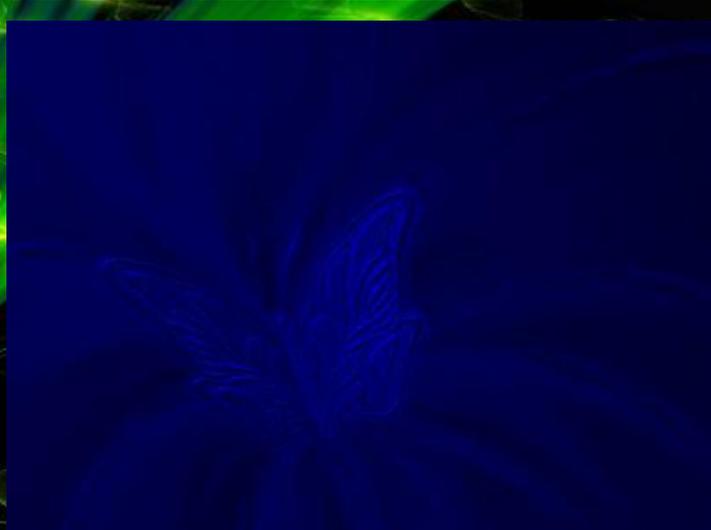
В субтрактивной модели CMYK выделение цвета соответствует количеству краски, затрачиваемой на печать

Некоторые графические форматы позволяют добавлять дополнительные каналы, например альфа-канал, определяющий уровень прозрачности (обычно 256 уровней)



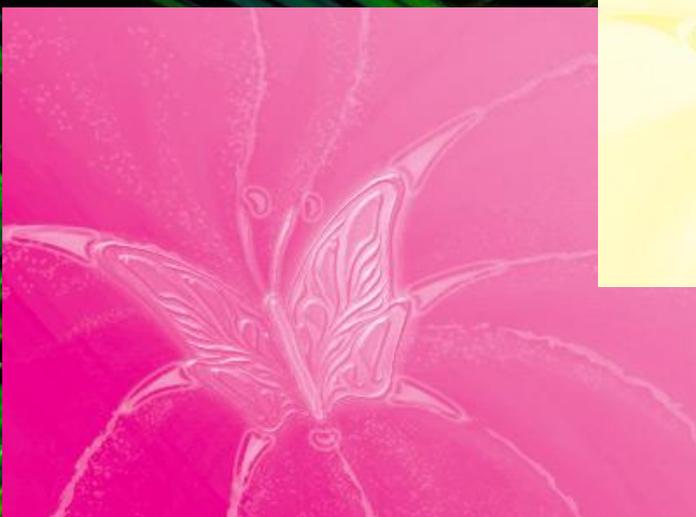
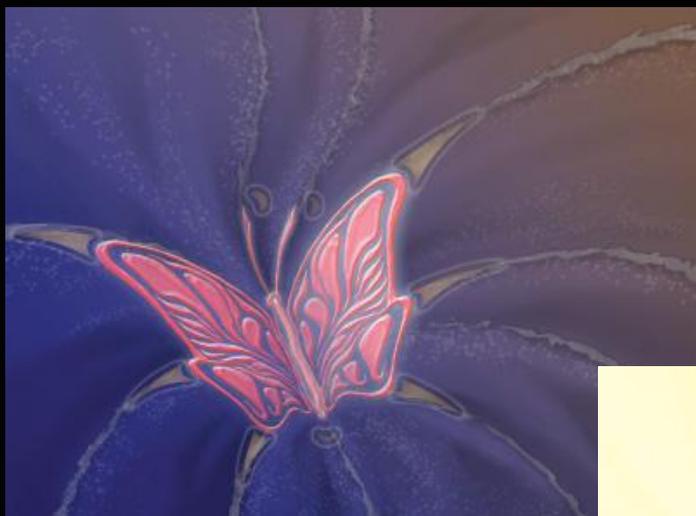
Компьютерная графика

Цветовые каналы RGB



Компьютерная графика

Цветовые каналы СМΥК



Компьютерная графика

Глубина цвета (color depth)

- постоянная величина для данного изображения

Определяет количество возможных комбинаций различных каналов, как некоторую степень двойки

Для полноцветного RGB необходимо $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216 = 2^{24}$

Т.е. глубина цвета равна 24 битам

Добавление альфа-канала с 256 степенями прозрачности потребует 32 битной глубины цвета.

Для черно белой модели глубина цвета 8 бит ($2^8 = 256$)

Чем больше глубина цвета, тем больше информации описывает каждую точку растрового изображения.

Компьютерная графика

Форматы графических файлов

Форматы определяют тип графической информации (растровый или векторный), алгоритм сжатия, глубину цвета, возможность записи анимации и звука, хранения дополнительной информации (например, о слоях)

BMP - это базовый формат графического редактора Paint.

GIF - формат, использующий алгоритм сжатия без потерь информации LZW. Максимальная глубина цвета - 8 бит (256 цветов). В нём также есть возможность записи анимации. Поддерживает прозрачность пикселей (двухуровневая – полная прозрачность, либо полная непрозрачность). Данный формат широко применяется при создании Web-страниц. Его выгодно применять для изображений с малым количеством цветов и резкими границами (например, для текстовых изображений).

PNG - разработан с целью заменить формат GIF. Использует алгоритм сжатия Deflate без потерь информации (усовершенствованный LZW). Максимальная глубина цвета - 48 бит. Поддерживает каналы градиентных масок прозрачности (256 уровней прозрачности).

Компьютерная графика

Форматы графических файлов

Форматы определяют тип графической информации (растровый или векторный), алгоритм сжатия, глубину цвета, возможность записи анимации и звука, хранения дополнительной информации (например, о слоях)

JPEG(JPG) - формат, использующий алгоритм сжатия с потерями информации, который позволяет уменьшить размер файла в сотни раз. Глубина цвета - 24 бит. Не поддерживается прозрачность пикселей. При сильном сжатии в области резких границ появляются дефекты. Формат JPEG хорошо применять для сжатия полноцветных фотографий. Учитывая то, что при повторном сжатии происходит дальнейшее ухудшение качества, рекомендуется сохранять в JPEG только конечный результат работы.

TIFF - формат, специально разработанный для сканированных изображений. Может использовать алгоритм сжатия без потерь информации LZW. Позволяет сохранять информацию о слоях, цветовых профилях(ICC-профилях) и каналах масок. Поддерживает все цветовые модели. Аппаратно независим. Используется в издательских системах, а также для переноса графической информации между различными платформами (с PC на Macintosh, например).

Компьютерная графика

Форматы графических файлов

Форматы определяют тип графической информации (растровый или векторный), алгоритм сжатия, глубину цвета, возможность записи анимации и звука, хранения дополнительной информации (например, о слоях)

PSD - формат графического редактора Adobe Photoshop. Использует алгоритм сжатия без потерь информации RLE. Позволяет сохранять всю информацию, создаваемую в этой программе. Его удобно использовать для сохранения промежуточного результата при работе в Photoshop и других растровых редакторах.

RIFF - формат графического редактора Corel Painter. Позволяет сохранять всю информацию, создаваемую в этой программе. Его следует использовать для сохранения промежуточного результата при работе в Painter.

AI - это формат векторного редактора Adobe Illustrator. Позволяет сохранять всю информацию, создаваемую в этой программе. Его можно импортировать практически в любой графический редактор, а также во многие растровые, например Photoshop. При открытии в растровом редакторе документ растеризуется.

Компьютерная графика

Форматы графических файлов

Форматы определяют тип графической информации (растровый или векторный), алгоритм сжатия, глубину цвета, возможность записи анимации и звука, хранения дополнительной информации (например, о слоях)

CDR - формат векторного редактора Corel Draw. Практически аналогичен

EPS - смешанный графический формат, может содержать информацию о растровой и векторной графике. Поддерживает все цветовые модели. Этот формат понимает большинство современных (PostScript) принтеров, поэтому он широко применяется для печати изображений. Его понимает подавляющее большинство современных графических редакторов. Он также используется для обмена данными (через буфер обмена) в программах фирмы Adobe. Файлы в формате EPS имеют большой объем (по сравнению с TIFF, например).

PDF - смешанный формат, предназначенный для передачи информации по сети. В основном используется для создания электронных версий книг и статей. Может содержать текстовую, растровую и векторную графическую и звуковую информацию, видео, а также гиперссылки. При этом различные типы информации по-разному сжимаются

Компьютерная графика

Форматы графических файлов

Форматы определяют тип графической информации (растровый или векторный), алгоритм сжатия, глубину цвета, возможность записи анимации и звука, хранения дополнительной информации (например, о слоях)

SWF - формат векторной анимации. В нём можно хранить несложную векторную графику, растровую графику, анимацию, а также звук. Формат SWF недоступен для редактирования, только для просмотра с помощью программы Flash Player или Web-браузера. Анимация создаётся с помощью программы Macromedia Flash, также имеется возможность экспорта в этот формат из большинства редакторов векторной графики. Формат SWF аппаратно независим.

FLA - внутренний формат программы Macromedia Flash. В нём можно сохранять промежуточные результаты, для просмотра требуется преобразование в формат SWF. Поддерживает язык сценариев ActionScript, что даёт возможность создания сложных интерактивных фильмов и Web-страниц.

Компьютерная графика

Сжатие растровой графики

Размер файла растрового изображения достаточно велик

Изображение размером 1024 x 768 пикселей и глубиной цвета 24 бита будет занимать

$1024 \times 768 \times 24 = 18\,874\,368$ байт = 18,9 мегабайт

$1920 \times 1080 \times 32 = 66\,355\,200$ байт = 66 мегабайт

RLE (Run Length Encoding) - метод сжатия, заключающийся в поиске последовательностей одинаковых пикселей в точках растрового изображения ("красный, красный, ..., красный" записывается как "N красных").

LZW (Lempel-Ziv-Welch) - более сложный метод, ищет повторяющиеся фразы - одинаковые последовательности пикселей разного цвета. Каждой фразе ставится в соответствие некоторый код, при расшифровке файла код замещается исходной фразой.

Компьютерная графика

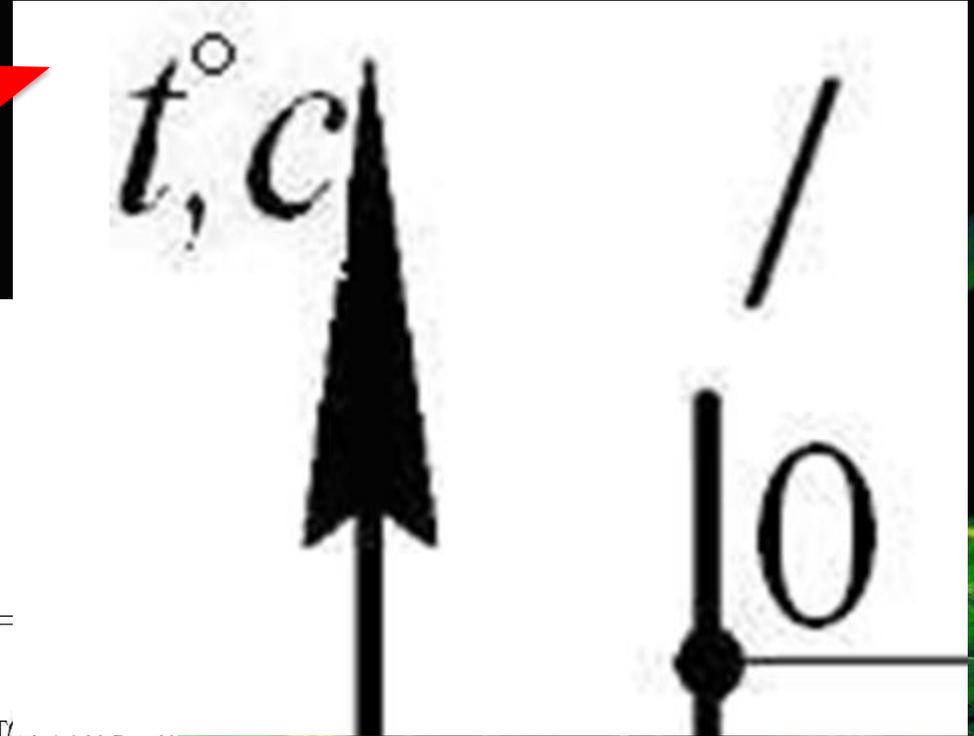
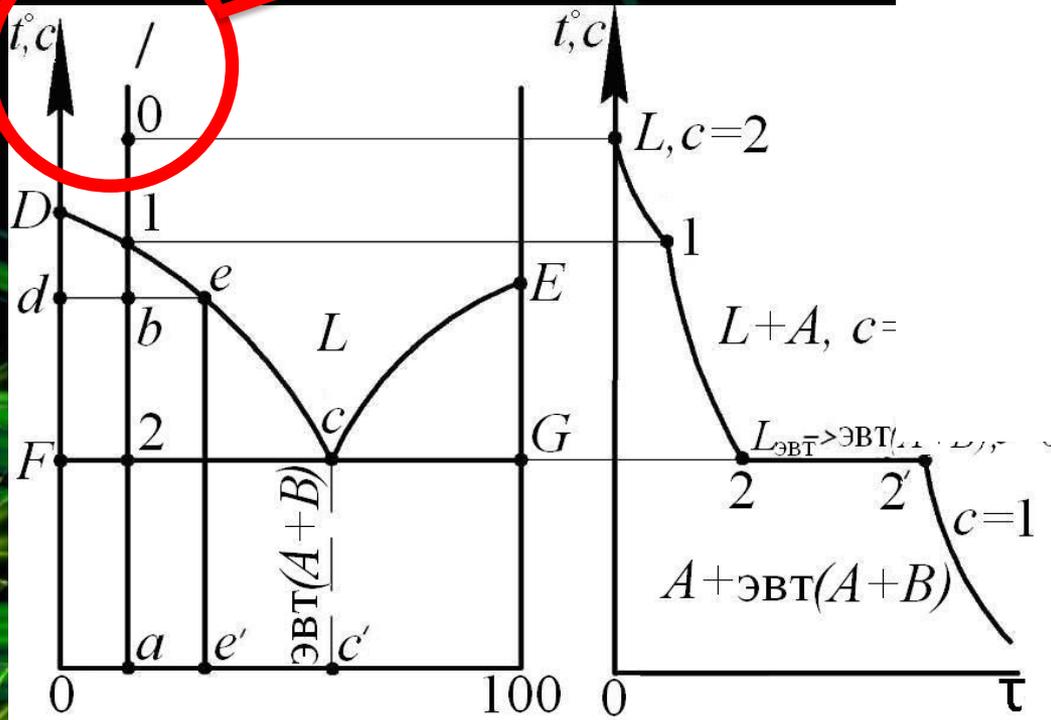
Сжатие растровой графики

При сжатии файлов формата JPEG (с потерей качества) изображение разбивается на участки 8x8 пикселей, и в каждом участке их значение усредняется. Усреднённое значение располагается в левом верхнем углу блока, остальное место занимает меньшими по яркости пикселями. Затем большинство пикселей обнуляются. При расшифровке нулевые пиксели получают одинаковый цвет. Затем к изображению применяется алгоритм Хаффмана.

Алгоритм Хаффмана основан на теории вероятности. Сначала элементы изображения (пиксели) сортируются по частоте встречаемости. Затем из них строится кодовое дерево Хаффмана. Каждому элементу сопоставляется кодовое слово. При стремлении размера изображения к бесконечности достигается максимальность сжатия.

Компьютерная графика

Артефакты сжатия



Компьютерная графика

Сканеры

— устройство, которое, анализируя какой-либо объект, создаёт цифровую копию изображения объекта

Сканированная точка – это результат 1 цикла анализа цвета, отраженного от объекта, освещенного сканером

Частота точек – количество сканированных точек на единицу длины

Разрешение – назначение горизонтального и вертикального размеров некоторому массиву *пикселей*

Расчет максимально возможной плотности пикселей:

$\frac{\text{max оптическое разрешение}}{\text{коэффициент увеличения}} = \text{ПЛОТНОСТЬ}$

$100 \times (\text{частота точек} / \text{треб. разрешение}) = \text{max возможное увеличение в процентах}$

Компьютерная графика

Сканеры

Оптическое разрешение сканера определяется

1. Разрешением светочувствительной матрицы
2. Точностью механизма перемещения матрицы

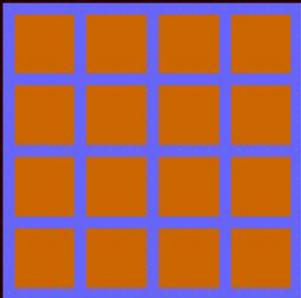
Оптическое разрешение сканера часто увеличивается за счет интерполяции. При этом осуществляется предсказание значений точек матрицы более высокого разрешения на основе реально сканированных данных. Программа сканирования сама выдумывает значения для промежуточных точек на основе определенных предсказаний.



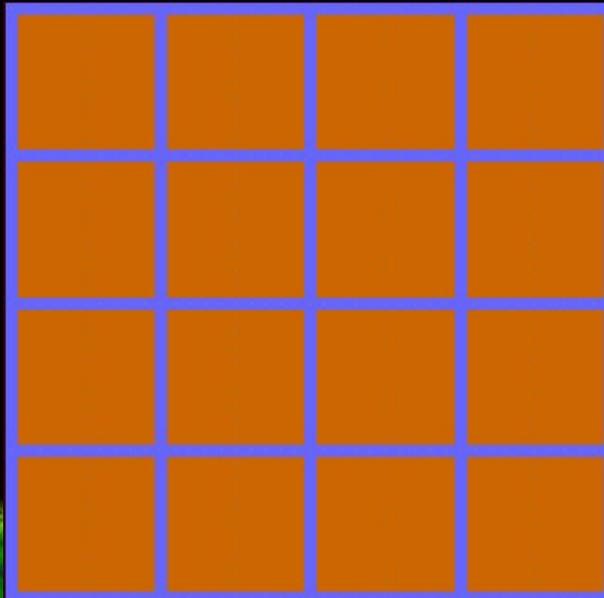
Интерполяция дает сглаживание границ, улучшающее изображение букв и логотипов. В других случаях интерполяция приводит к плохим результатам: сканированное изображение всегда будет содержать смягченные и размытые детали.

Компьютерная графика

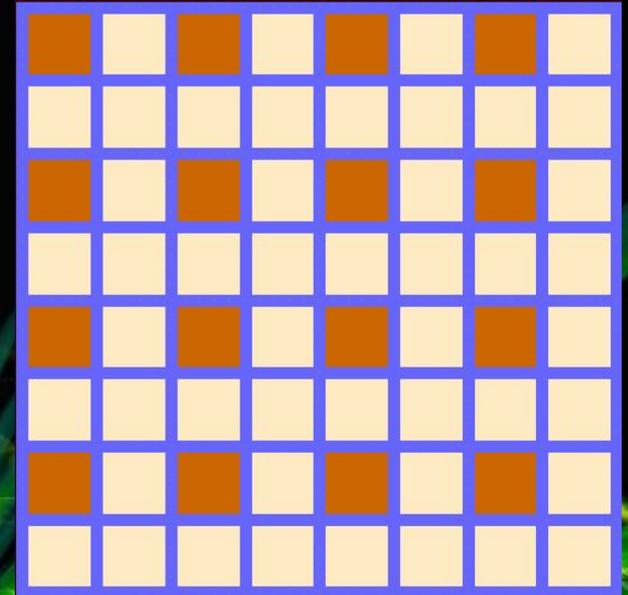
Сканеры



Масштаб 100%



Масштаб 200%
без интерполяции



Масштаб 200%
с интерполяцией

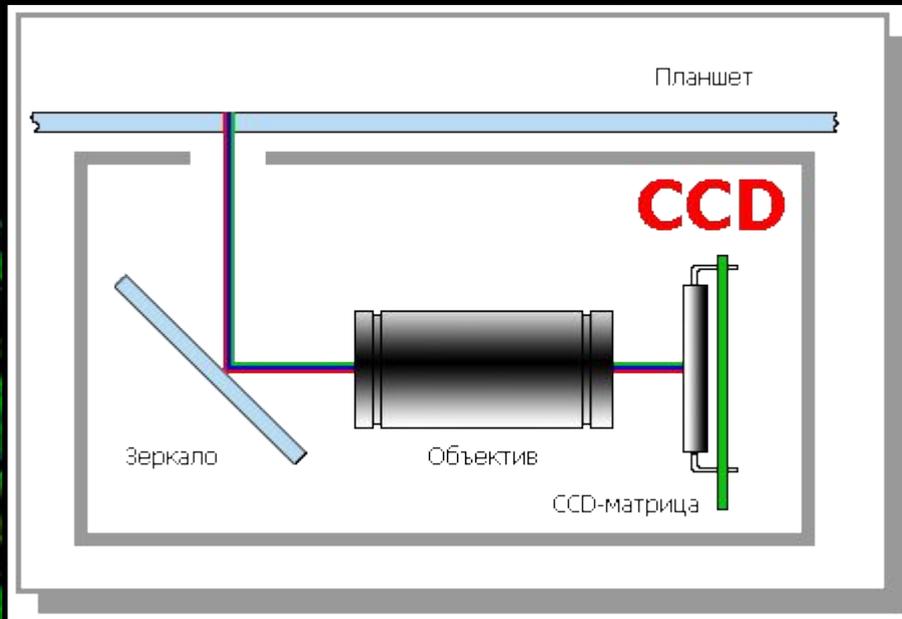
Компьютерная графика

Сканеры

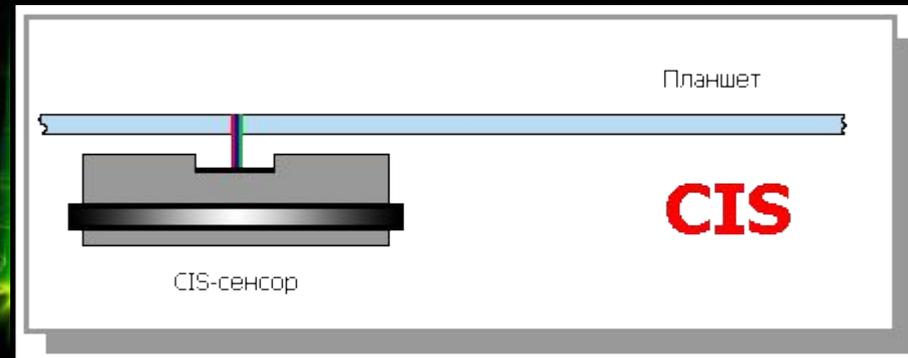
Светочувствительные элементы сканеров (матрицы)

Матрица трансформирует изменения цвета и яркости принимаемого светового потока в аналоговые электрические сигналы

CCD (Charge Coupled Device)



CIS (Contact Image Sensor)



Компьютерная графика

Сканеры

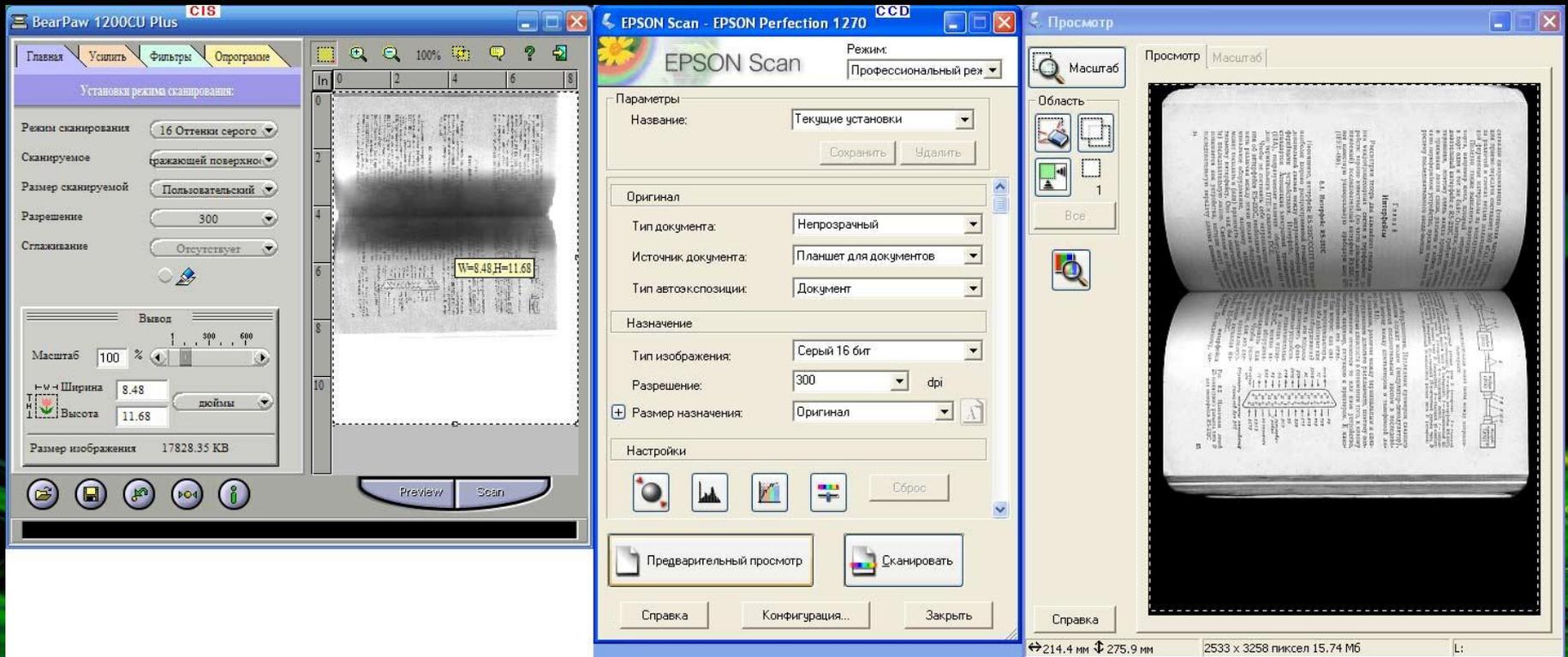
Светочувствительные элементы сканеров (матрицы)

Матрица трансформирует изменения цвета и яркости принимаемого светового потока в аналоговые электрические сигналы

	Достоинства	Недостатки
CCD	Лучшая цветопередача Большая глубина резкости	Необходимость в дополнительном источнике питания Большие габариты
CIS	Небольшие габариты Питание непосредственно от USB Автономность	Небольшая глубина резкости Худшая цветопередача

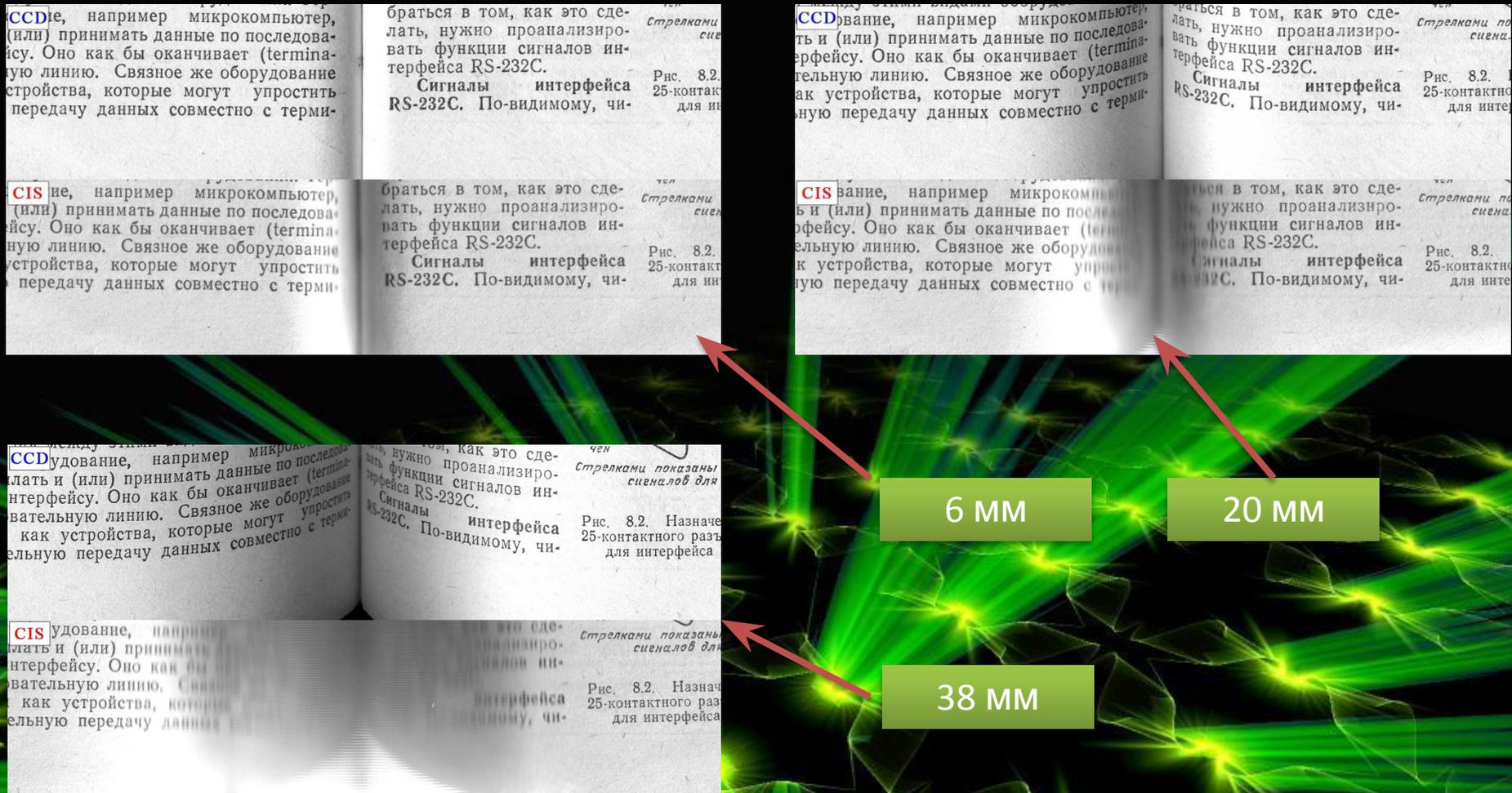
Компьютерная графика

Сканеры



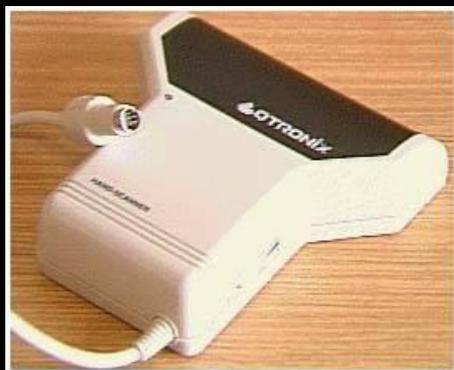
Компьютерная графика

Сканеры



Компьютерная графика

Сканеры



- ручные



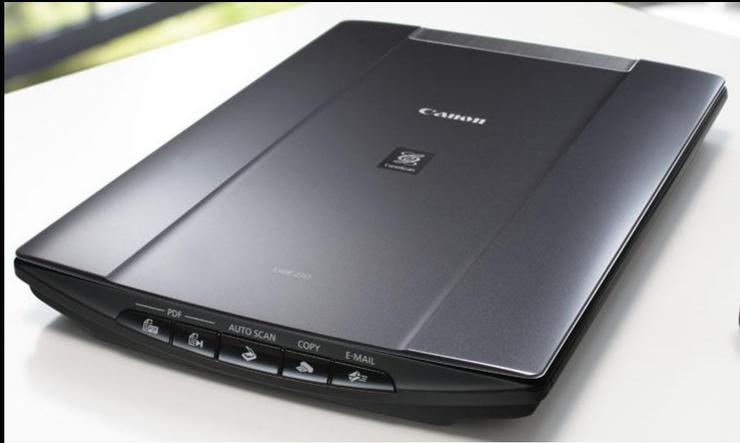
- планшетные

- проекционные

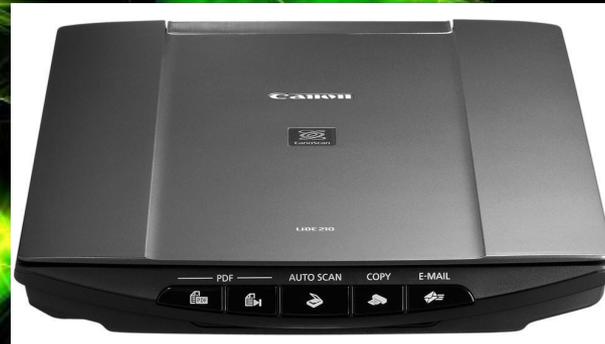


Компьютерная графика

Сканеры



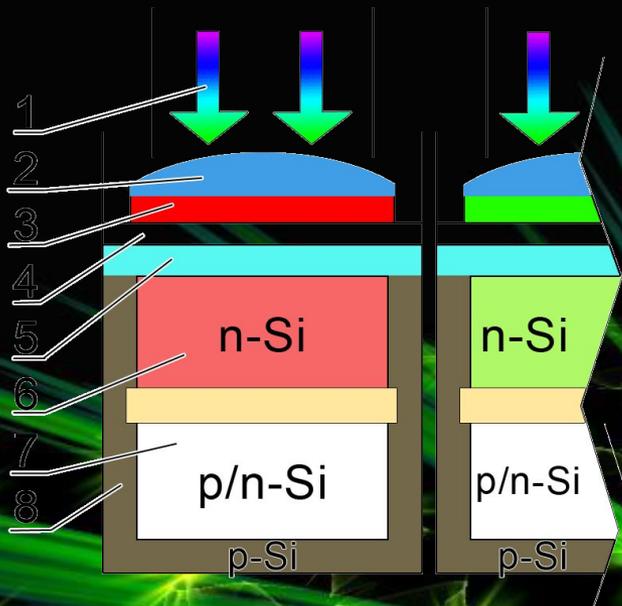
Сканирующий элемент	CIS
Источник цвета	3-цветные (RGB) светодиоды
Оптическое разрешение	4800x4800 т./д.
Выбор разрешения	25 - 19200 т./д.
Интерфейс	Высокоскоростной USB
Скорость сканирования (A4, 300 точек на дюйм, цвет)	Прибл. 10 с ¹



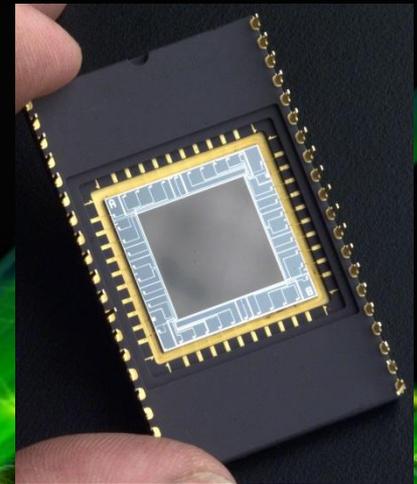
Компьютерная графика

Матрица ПЗС (CCD)

ПЗС-мáтрица (сокр. от «прибор с зарядовой связью») или CCD-мáтрица (сокр. от [англ.](#) CCD, «Charge-Coupled Device») — специализированная аналоговая интегральная микросхема, состоящая из светочувствительных фотодиодов, выполненная на основе кремния



- 1 — Фотоны света, прошедшие через объектив фотоаппарата;
- 2 — Микролинза субпикселя;
- 3 — R — красный светофильтр субпикселя, фрагмент ;
- 4 — Прозрачный электрод из поликристаллического кремния ил и оксида олова;
- 5 — Изолятор (оксид кремния);
- 6 — Кремниевый канал n-типа. Зона генерации носителей (зона внутреннего фотоэффекта);
- 7 — Зона потенциальной ямы (карман n-типа), где собираются электроны из зоны генерации носителей;
- 8 — Кремниевая подложка p-типа;



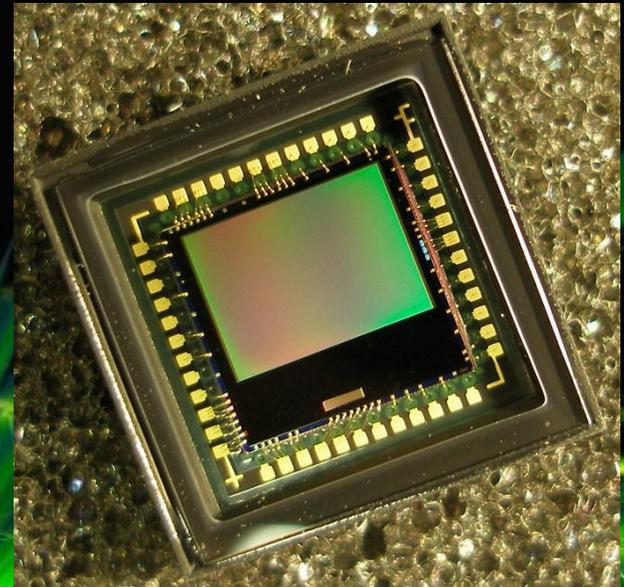
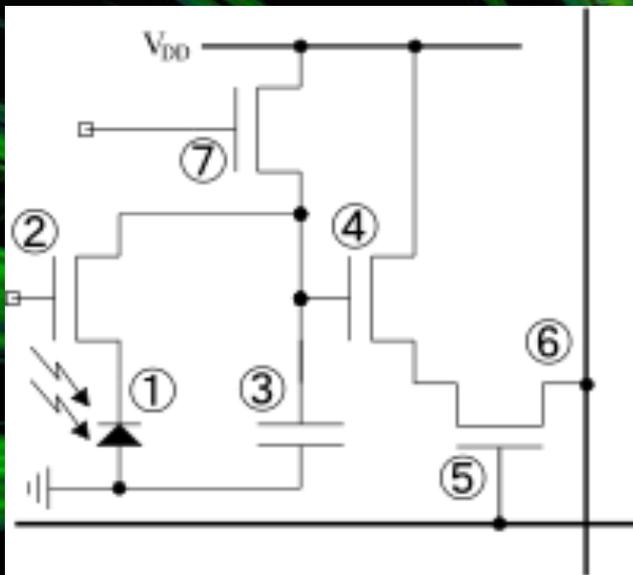
Компьютерная графика

Матрица КМОП (CMOS)

В КМОП-матрицах используются полевые транзисторы с изолированным затвором с каналами разной проводимости

Принцип работы:

- До съёмки подаётся сигнал сброса
- В процессе экспозиции происходит накопление заряда фотодиодом
- В процессе считывания происходит выборка значения напряжения на конденсаторе



1 — светочувствительный элемент (диод);
2 — затвор; 3 — конденсатор, сохраняющий заряд с диода; 4 — усилитель; 5 — шина выбора строки; 6 — вертикальная шина, передающая сигнал процессору; 7 — сигнал сброса

Компьютерная графика

Матрица КМОП (CMOS)

Преимущества

низкое энергопотребление в статическом состоянии

единство технологии с остальными, цифровыми элементами аппаратуры. Это приводит к возможности объединения на одном кристалле аналоговой, цифровой и обрабатывающей части

С помощью механизма произвольного доступа можно выполнять считывание выбранных групп пикселей. Кадрирование позволяет увеличивать скорость считывания с меньшего количества пикселей

Дешевизна производства в сравнении с ПЗС-матрицами, особенно при больших размерах матриц

Компьютерная графика

Матрица КМОП (CMOS)

Недостатки

Фотодиод ячейки занимает существенно меньшую площадь элемента матрицы, по сравнению с ПЗС матрицей, что снижает **светочувствительность**

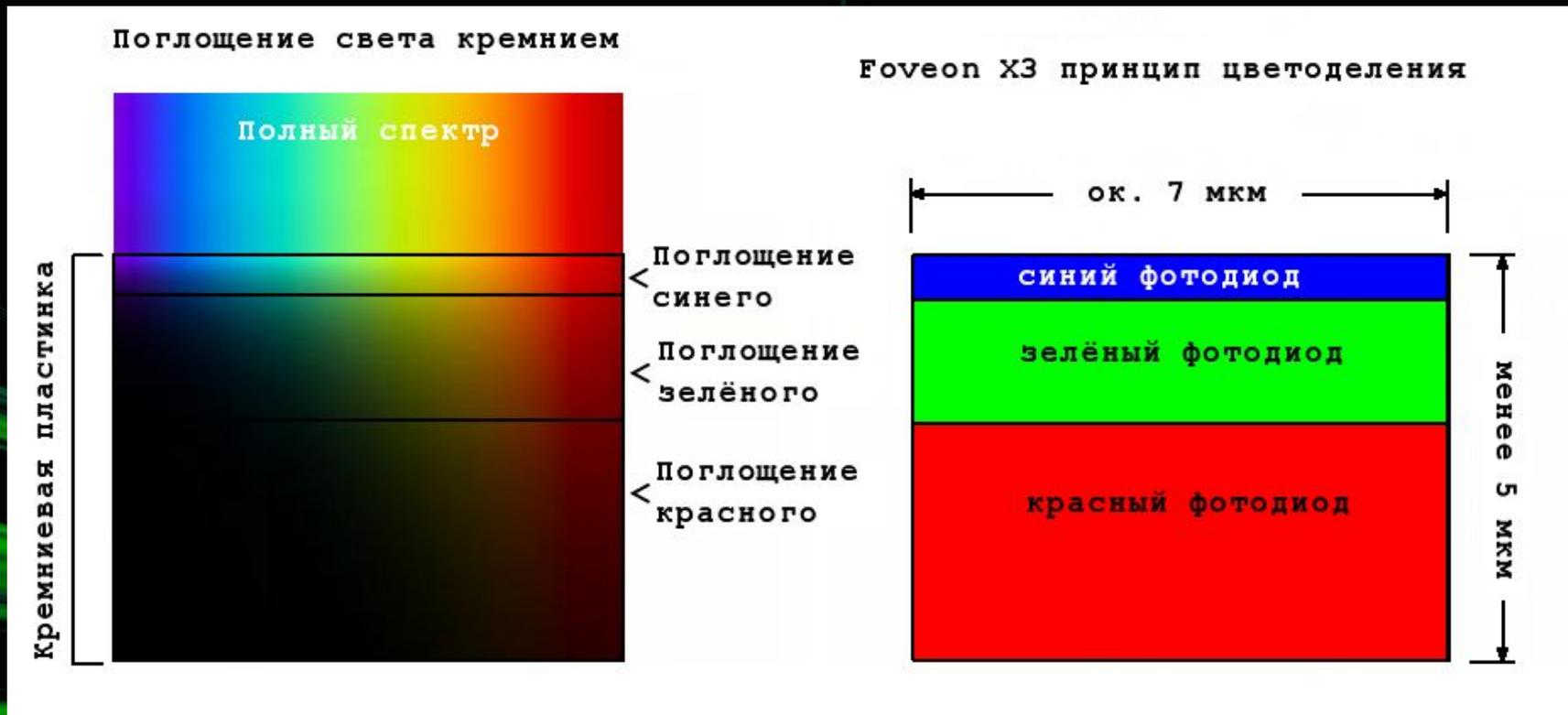
у каждого пикселя матрицы оказывается своя собственная характеристическая кривая, и возникает проблема разброса светочувствительности и **коэффициента контраста пикселей матрицы**

Наличие на матрице большого по сравнению с фотодиодом объёма электронных элементов создаёт дополнительный нагрев устройства в процессе считывания и приводит к возрастанию теплового шума

Компьютерная графика

Матрица Foveon X3

матрица, в которой цветоделение на аддитивные цвета RGB проводится послойно, по толщине полупроводникового материала, с использованием физических (дисперсных) свойств кремния.



Компьютерная графика

Матрица Foveon X3

Преимущества

Не требуется процедуры интерполяции недостающих компонентов в каждом пикселе

Потенциально лучшие шумовые характеристики

Недостатки

Недостаточная точность цветопередачи

Относительно высокий уровень цифрового шума. Разделение цветов оказывается далеко не полным: часть фотонов поглощается в «не своей» области. В результате, цветовая информация оказывается неполной.

Компьютерная графика

Типоразмеры матриц

