

# Задачи и области применения компьютерной графики



- Компьютерная графика — это наука, предметом изучения которой является создание, хранение и обработка моделей и их изображений с помощью ЭВМ, т.е. это раздел информатики, который занимается проблемами получения различных изображений (рисунков, чертежей, мультипликации) на компьютере.

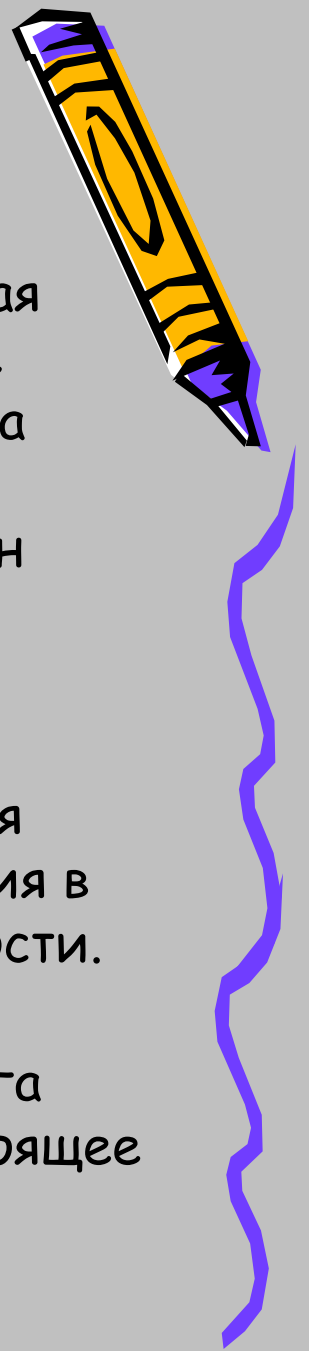


В компьютерной графике рассматриваются следующие задачи:

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



# Этапы развития КГ



- В 1960-1970-е годы она формировалась как научная дисциплина. В это время разрабатывались основные методы и алгоритмы: отсечение, растровая развертка графических примитивов, закрашка узорами, реалистическое изображение пространственных сцен (удаление невидимых линий и граней, трассировка лучей, излучающие поверхности), моделирование освещенности.
- В 1980-е графика развивается более как прикладная дисциплина. Разрабатываются методы ее применения в самых различных областях человеческой деятельности.
- В 1990-е годы методы компьютерной графики становятся основным средством организации диалога "человек-компьютер" и остаются таковыми по настоящее время.

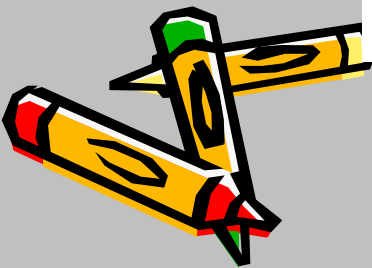
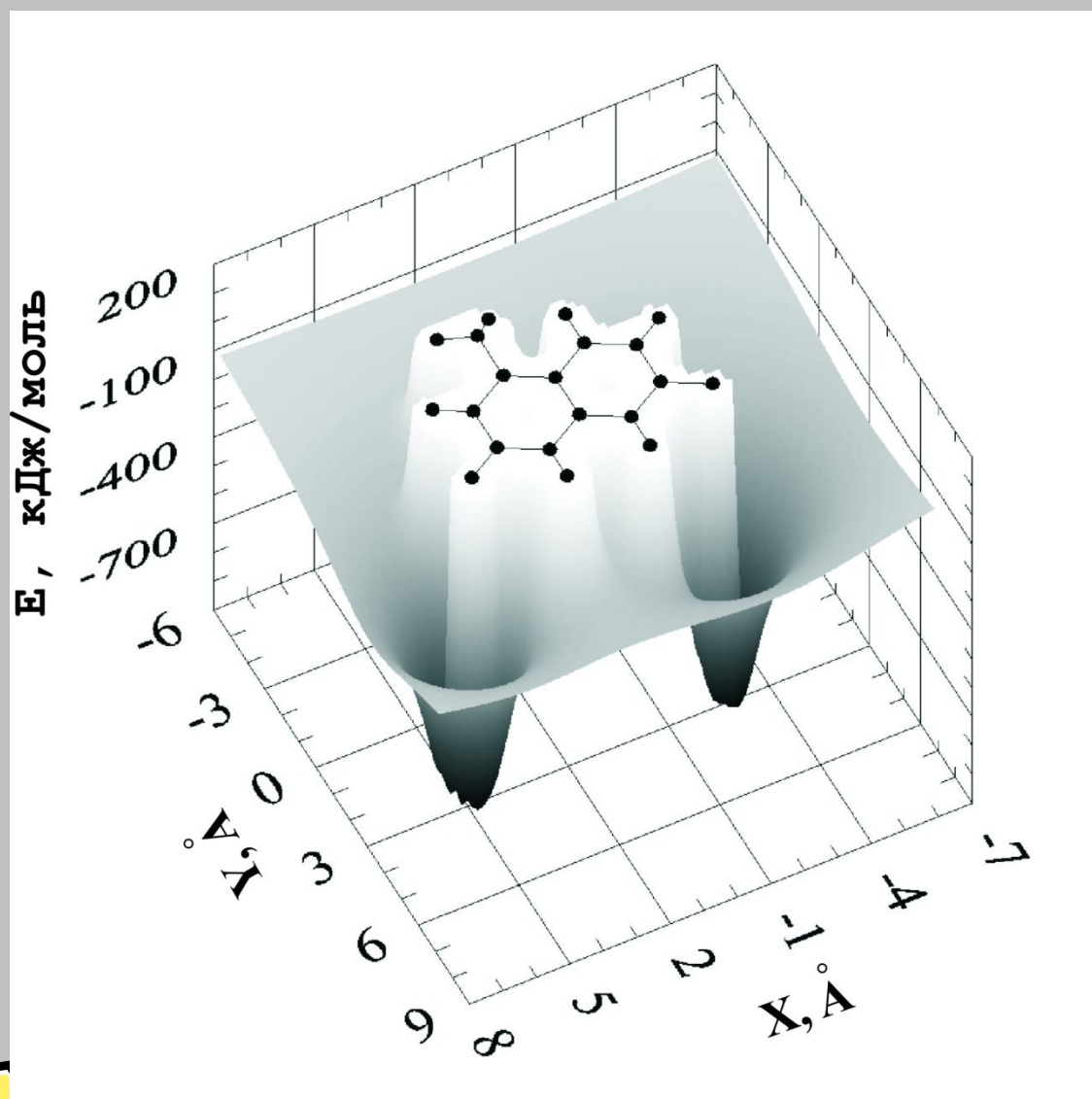


# Области применения КГ

## Научная графика

- Это направление появилось самым первым. Назначение — визуализация объектов научных исследований: графики, диаграммы, чертежи. Современная научная компьютерная графика дает возможность проводить вычислительные эксперименты с наглядным представлением их результатов.





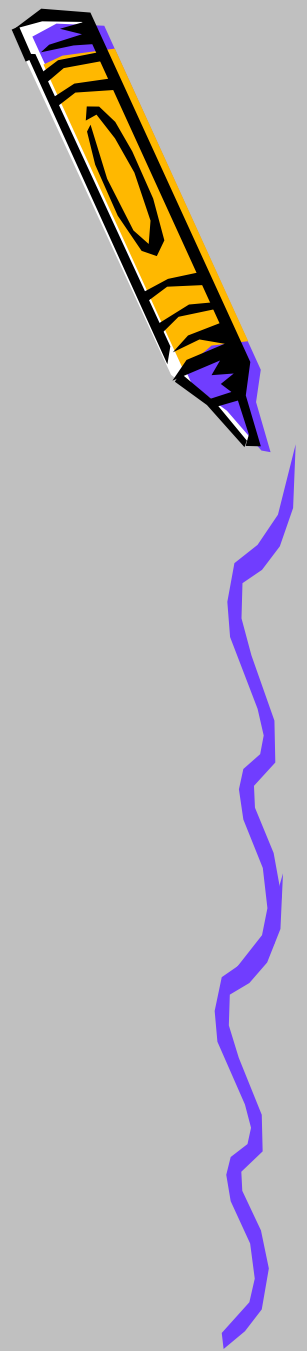


# Области применения КГ

## Деловая графика

- Назначение — представление в графическом виде закономерностей изменения числовых данных (диаграммы, графики и т.д.).  
Наглядное представления различных показателей работы учреждений.





# Области применения КГ

- *Конструкторская графика.*

Используется в работе инженеров-конструкторов, изобретателей новой техники. Этот вид компьютерной графики является обязательным элементом систем автоматизации проектирования (САПР). Средствами конструкторской графики можно получать как плоские изображения (проекции, сечения), так и пространственные, трехмерные изображения.



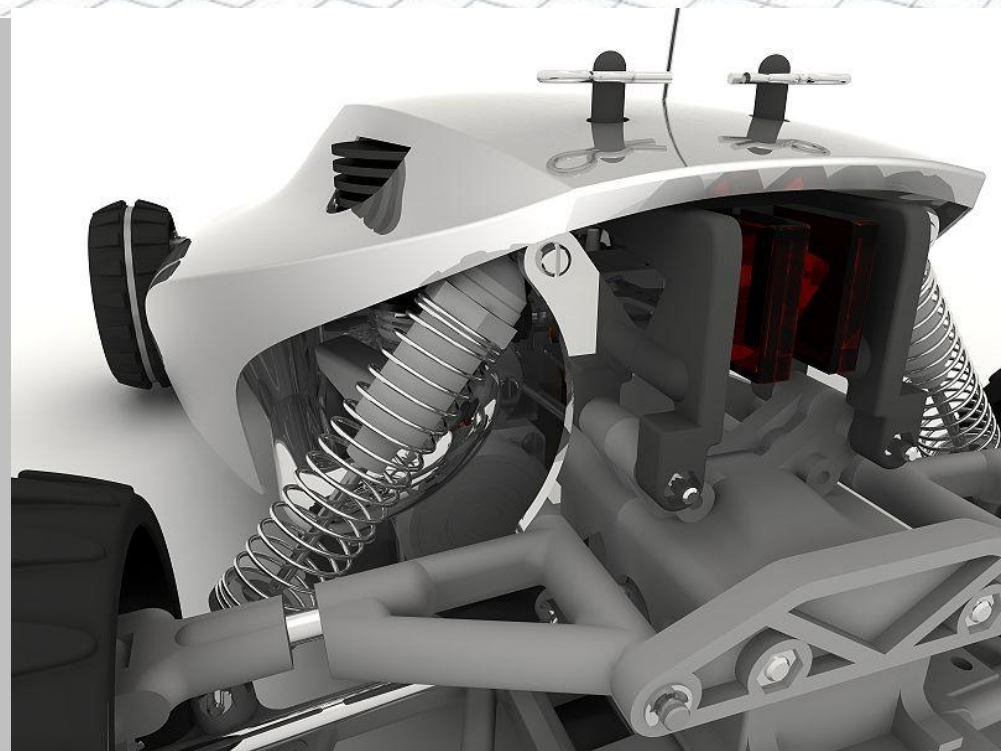


# Области применения КГ



- *Иллюстративная графика.* Программные средства иллюстративной графики позволяют человеку использовать компьютер для произвольного рисования. Пакеты иллюстративной графики относятся к прикладному программному обеспечению общего назначения.
- Программные средства иллюстративной графики называются графическими редакторами.





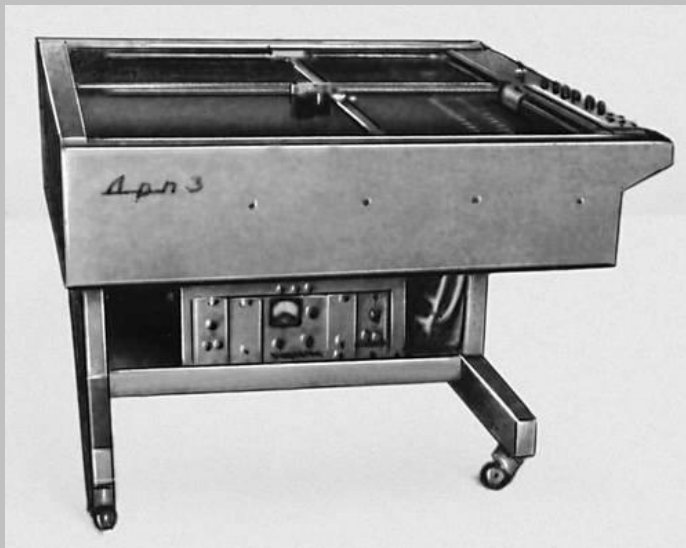
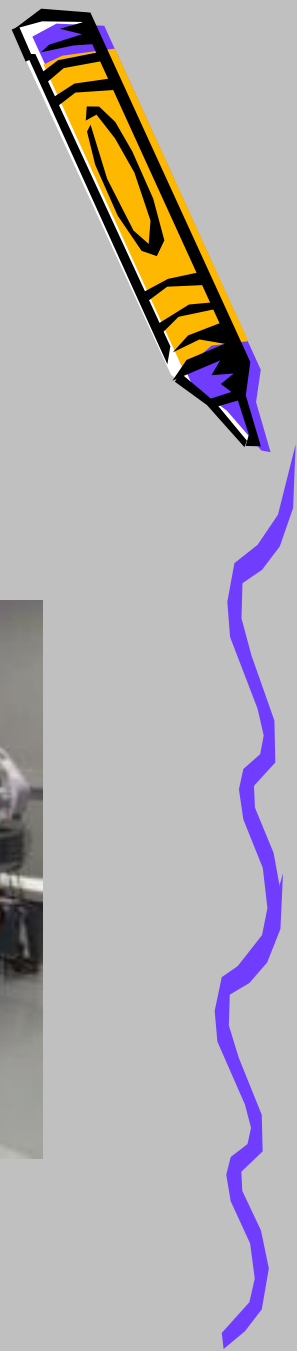
# Области применения КГ



- *Полиграфия.* Совокупность технических средств для множественного репродуцирования текстового материала и графических изображений.



# Плоттеры и графопостроители





# Области применения КГ



- *Художественная и рекламная графика.* Это сравнительно новая отрасль, но уже ставшая популярной во многом благодаря телевидению. С помощью компьютера создаются рекламные ролики, мультфильмы, компьютерные игры, видео-уроки, видеопрезентации и многое другое.



$$f(z) = z^2 \quad 1$$

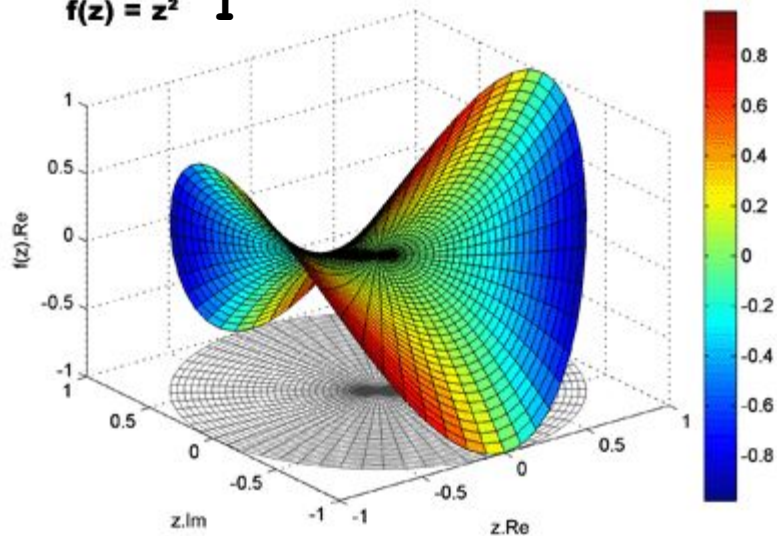


График комплексной функции  
в четырехмерном (4D) пространстве

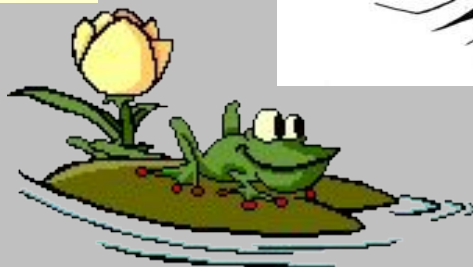
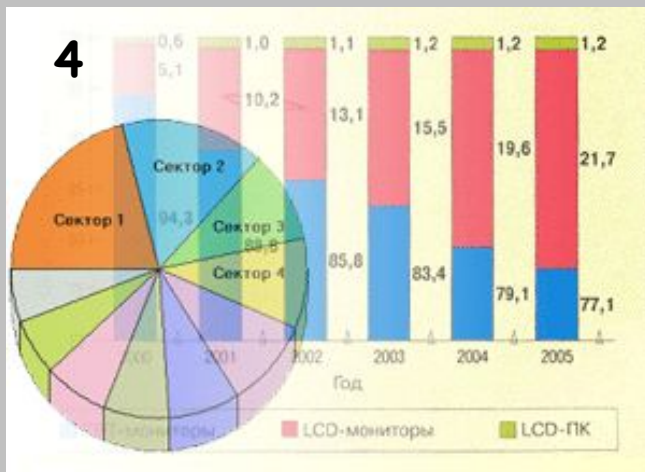
2



3



4



# Области применения КГ



## Компьютерная анимация

Получение движущихся изображений на экране дисплея.

**Мультимедиа** — область КГ, связанная с созданием интерактивных приложений, энциклопедий, справочных систем, обучающих систем.

**Web-дизайн** – оформление web-страниц (структура, навигация, графические элементы)



# Настольные издательские системы



- **Аппаратный уровень** представляет собой совокупность материальных элементов - устройств, с помощью которых происходят ввод, обработка, хранение, передача и вывод информации.
- **Программный уровень** - это совокупность информационных элементов (программ и их команд), с помощью которых осуществляется управление как собственно текстовой и изобразительной информацией, так и аппаратным оборудованием.
- **Пользовательский уровень** представляет собой совокупность высококлассных специалистов и обычных пользователей,





# Аппаратный уровень

- **Устройства ввода информации** - обеспечивают преобразование любых видов информации на разнообразных носителях в цифровую форму, что создает условия для ее дальнейшей компьютерной обработки (клавиатура, мышь, трекбол, сканер, цифровая камера, графический планшет, дигитайзер).
- **Устройства обработки** (процессор, видеопроцессор).
- **хранения** (ОЗУ, память видеокарты, магнитные носители, оптические носители, сменные диски и носители, ленточные накопители)
- **передачи информации** - порты
- **вывода информации** - устройства, обеспечивающие перевод цифровой информации в форму, понятную и доступную человеку - визуальные образы: электронная визуализация (мониторы, проекторы); физические выходы (принтеры, графопостроители).



# Программный уровень

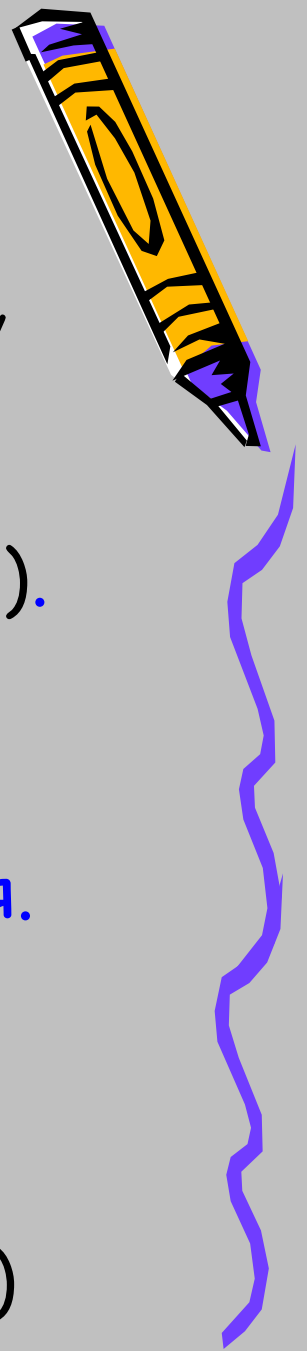


- Редакторы растровой графики;
- редакторы векторной графики;
- редакторы трехмерной графики;
- программы фрактальной графики;
- программы верстки;
- вспомогательные программы ОС, plug-in, viewer, конвекторы, браузеры, архиваторы и т.д.



# Разновидности КГ

- Двумерная графика: растровая (bitmap, raster); векторная (vector, draw); фрактальная (fractal)
- Полиграфия (PageMaker; QuarkXPress).
- Web-дизайн.
- Мультимедия.
- 3D-графика и компьютерная анимация.
- Видеомонтаж (спецэффекты и кино; подготовка телевизионных передач).
- САПР и деловая графика архитектура, (проектирование; медицина (AutoCAD))



# Фрактальная графика



# Информационные модели изображений и объемных объектов

- Пиксельная модель
- Векторная модель
- Сетчатая модель



# Информационные модели изображений и объемных объектов



- Информационные модели изображений.
  - Пиксельная модель
  - Векторная модель
  - Сетчатая модель
- Цветовые модели.
  - RGB
  - CMYK
  - HSB и HSL
  - Lab
- Цветовой охват.

Типы пиксельных изображений.



# Пиксельная модель



- В пиксельной модели изображение рассматривается как **растр** — регулярная сетка, покрывающая собой всю плоскость изображения. Регулярность растра означает, что все его ячейки имеют одинаковые форму и размеры. На практике работают только с прямоугольными растрами, причем в большинстве случаев форма ячейки представляет собой частный случай прямоугольника — **квадрат**.





# Пиксельная модель

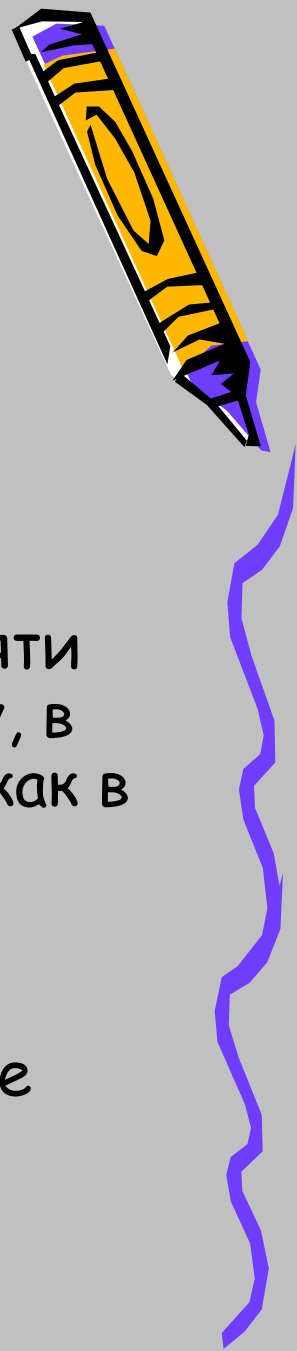


- Часть изображения, размещенная в пределах одной ячейки раstra, называется **пикселем**.
- Этот термин составлен из начальных слогов двух английских слов **picture** (картина) и **element** (элемент),





# Пиксельная (точечная) модель



- В простейшем варианте точечная модель представляет собой последовательность описаний всех пикселей изображения — *дескрипторов*.
- Обычно дескрипторы располагаются в памяти компьютера, имеющей линейную структуру, в порядке следования пикселей по строкам (как в телевизионном изображении).
- В зависимости от степени детальности описания пикселя в памяти компьютера каждому дескриптору отводится то или иное место.



# Разрешающая способность



- Размер пикселя является относительной величиной.
- *Разрешающая способность* растрового изображения определяется количеством точек как по горизонтали, так и по вертикали на единицу длины изображения. Выражается в **dpi** (dot per inch - точек на дюйм), т.е. в количестве точек в полоске изображения длиной один дюйм (1 дюйм = 2,54 см.).



• *Правильнее*: pixel per inch (**ppi**).



# Достоинства пиксельной модели:



- **Простота оцифровки** (сканирования или фотосъемки с возможным последующим сканированием отпечатка (слайда)).
- Возможность очень **тонкой корректировки изображений** от одновременного изменения характеристик всех его пикселей до воздействия на любой отдельно взятый пиксель.
- **Простота процедуры преобразования пиксельной модели** в изображение при выводе на экран или печать, т.к. устройство монитора и большинства печатающих устройств ориентировано именно на этот класс моделей изображения.



# Недостатки пиксельной модели:

Главный недостаток растрового изображения в том, что **размер пикселей является фиксированным:**

1. Масштабирование пиксельной модели приводит к ухудшению качества изображения. При достаточно большом увеличении исчезает эффект смыкания и изображение превращается в скопление пятен (мозаику).

При уменьшении размеров пиксельного изображения часть пикселей выбрасывается.



Ðěňóîê3.jpg

# Недостатки пиксельной модели:



- После сканирования ранее воспроизведенного полиграфическими методами точечного изображения на нем может появиться **муар** — полосы, точки или клетки.
- **Отсутствие внутренней структуры**, соответствующей структуре изображенных объектов. Понятное человеку изображение после перевода в точечную модель превращается в совокупность цветных пикселей.
- При необходимости высокой четкости и точной передачи цвета точечная **модель требует для своего хранения и обработки большого объема памяти и длительного времени обработки.**



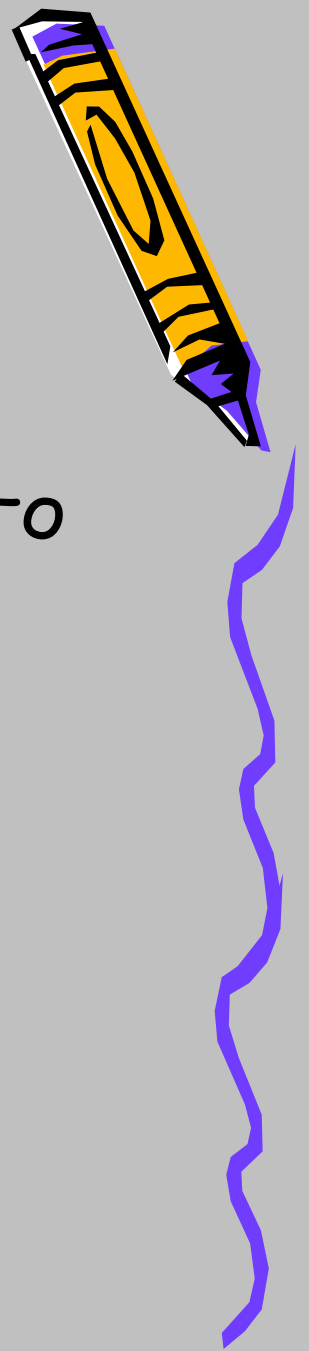
# Векторная модель



- В отличие от пиксельной модели, в векторной модели структуры данных соответствуют не пикселям, а более крупным объектам изображения или виртуального мира. Упрощенно можно считать, что структуры данных векторной модели изображения соответствуют кривые (линии, примитивы).



# Векторная модель



- У каждого объекта имеется несколько атрибутов — параметров, задающих его геометрические и цветовые характеристики. Любой из объектов векторного изображения можно преобразовывать (перемещать, масштабировать, изменять значения атрибутов) как совместно с другими объектами, так и независимо от них.



# Векторная модель



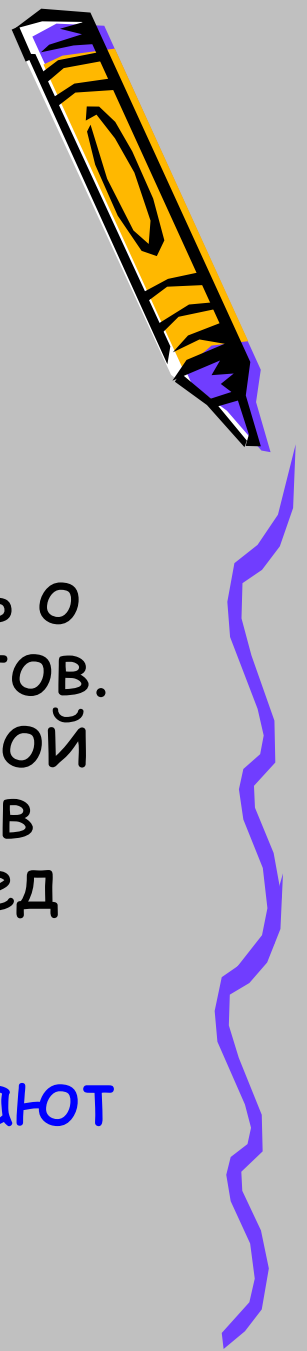
Например, графический примитив **точка** задается своими координатами  $(X, Y)$ , **линия** — координатами начала  $(X_1, Y_1)$  и конца  $(X_2, Y_2)$ , **окружность** — координатами центра  $(X, Y)$  и радиусом  $(R)$ , **прямоугольник** — координатами левого верхнего угла  $(X_1, Y_1)$  и правого нижнего угла  $(X_2, Y_2)$  и так далее. Для каждого примитива задается также цвет.





# Достоинства векторной модели:

- **Файлы**, хранящие векторные графические изображения, имеют сравнительно **небольшой объем**, поскольку хранятся сведения не о каждом пикселе изображения, а лишь о типах и значениях аргументов объектов. Компьютер работает с этой компактной моделью, выполняя преобразование в пиксельное изображение только перед выводом на экран монитора или на печать. **Цветовые характеристики изображения практически не оказывают влияния на размеры его векторной модели.**



# Достоинства векторной модели:

- Векторное изображение может быть структурировано с произвольной степенью детализации, поскольку любому элементу изображения при желании можно сопоставить отдельный объект (или группу объектов) векторной модели.
- Объекты векторной модели изображения легко преобразовываются, их масштабирование не влечет за собой ни искажения изображения, ни утраты визуальной информации.

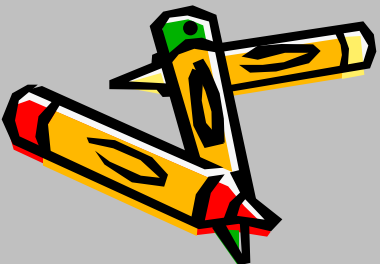


# Достоинства векторной модели:

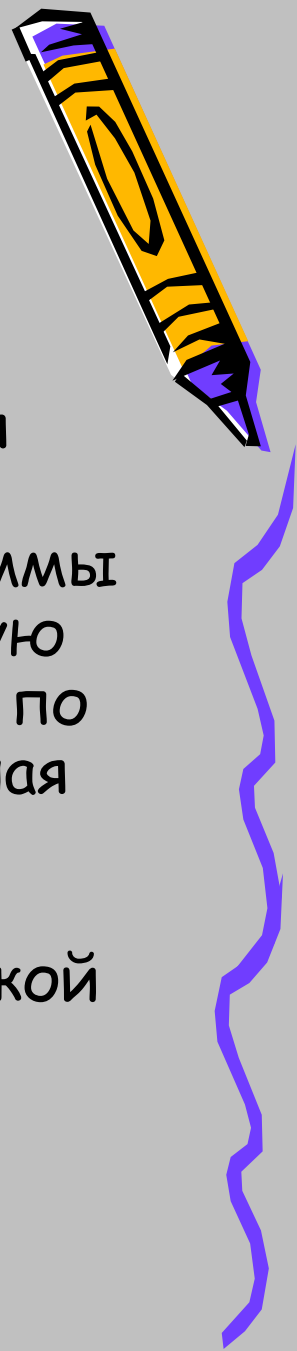


- В векторной модели **текст, представляется отдельной категорией объектов.**

Это обеспечивает возможность гибкой настройки соответствия текста изображению в процессе работы над произведением и возможность быстрой корректировки как самого текста, так и параметров, управляющих его форматированием, на любой стадии работы.



# Недостатки векторной модели:



- Построение векторной модели изображения представляет собой задачу, плохо поддающуюся автоматизации. Хотя программы трассировки предоставляют принципиальную возможность построения векторной модели по точечному изображению, на практике большая часть векторных моделей составляется непосредственно пользователями из-за принципиальных ограничений автоматической трассировки.



# Недостатки векторной модели:



- Векторная модель изображения не дает пользователю инструментов, соответствующих традиционной технике живописи. Для создания векторной модели реалистического изображения требуются немалые навыки работы с программами векторной графики и огромное количество объектов, составляющих такую модель.



# Модель трехмерной графики

## Сетчатая модель (полигональная)



- **Сетчатая модель** предназначена для представления в памяти компьютера не изображения, а трехмерных геометрических объектов, при проецировании которых на ту или иную картинную плоскость это изображение можно получить автоматически. В рамках сетчатой модели трехмерные объекты представляются в виде пустотелых, не имеющих физической толщины оболочек, составленных из многоугольных (в предельном случае — треугольных) плоских граней.



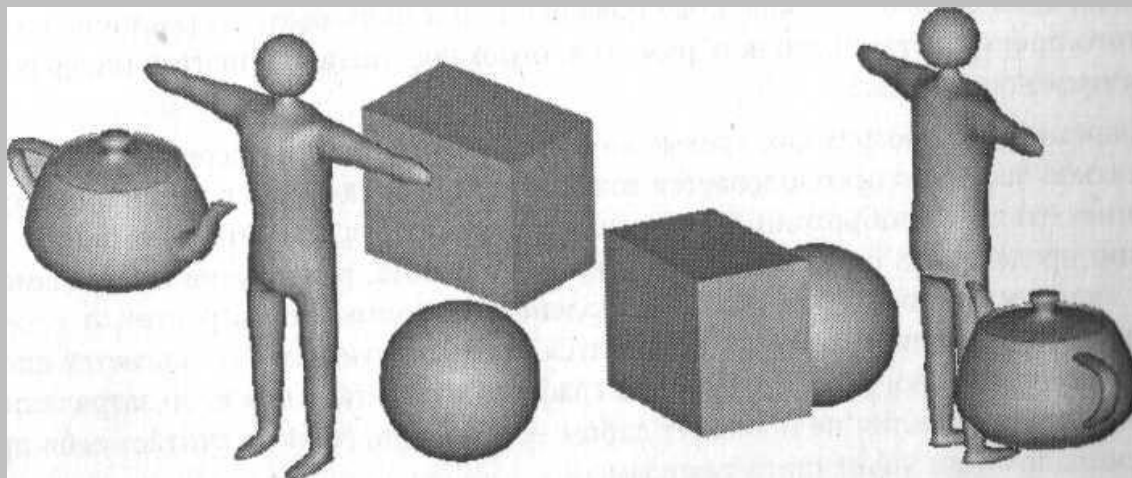
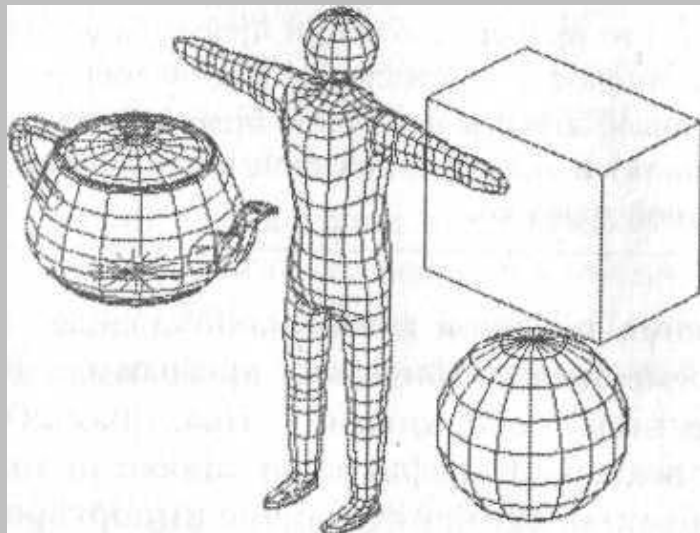


- Если два или более треугольника сетки лежат в одной плоскости, они образуют многоугольник, или *полигон*. Последний термин дал другое название сетчатой модели трехмерных объектов — **полигональная модель**. У каждой треугольной грани имеются три вершины и три ребра, соединяющие эти вершины. В качестве физической аналогии сетчатой модели можно представить себе каркас, образованный сваркой концов прямолинейных отрезков проволоки.
- Таким образом, **основными структурными единицами сетчатой модели являются вершины, ребра, треугольные грани и полигоны.**





# Сетчатая модель





# Сетчатая модель



- В силу фундаментальных свойств трехмерного пространства любую трехмерную поверхность можно с любой наперед заданной точностью представить сеткой, составленной из треугольных граней, поэтому сетчатая модель универсальна.



# Достоинства сетчатой модели:

- Сетчатая модель соответствует не изображению, а форме объектов и несет в себе больше информации о них, чем любая модель двухмерной графики.
- Сетчатая модель дает возможность автоматически решать задачи построения иллюзии перспективы, теней и бликов при различном освещении, что позволяет, например, создавать вполне реалистические пейзажи никогда и нигде не существовавших ландшафтов.



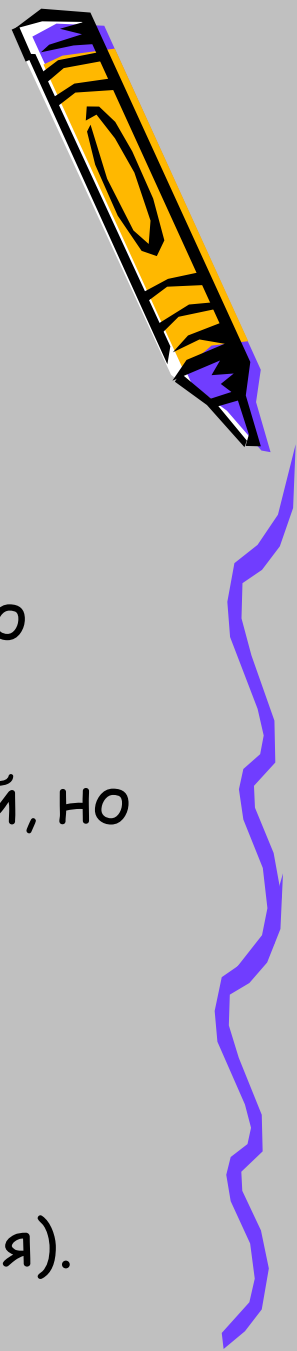
# Достоинства сетчатой модели:

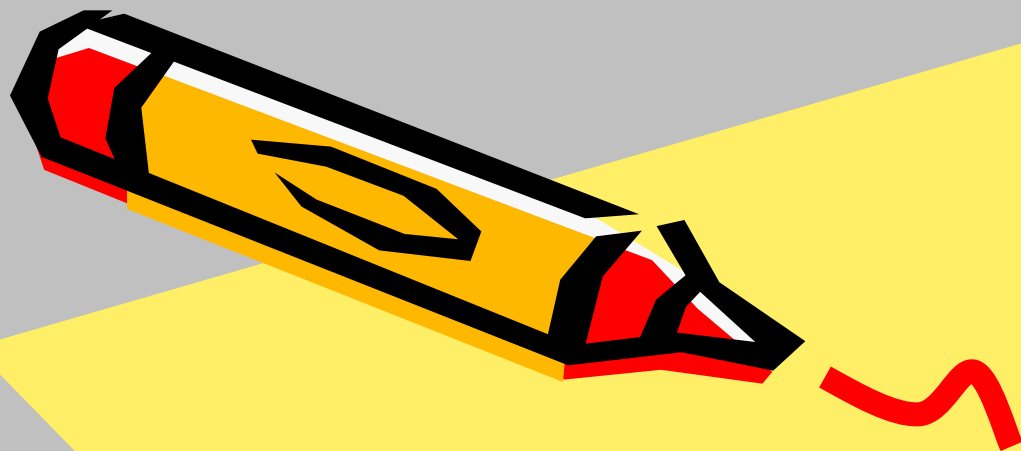
- Сетчатая модель дает возможность с минимальными затратами труда строить изображение смоделированной сцены в любом ракурсе.
- Сетчатая модель очень удобна для анимации, изображающей движение объектов в некоторой сцене.
- Сетчатая модель, будучи по своей природе векторной, сохраняет многие достоинства, присущие векторной модели изображения (например, удобство масштабирования без потери качества изображения).



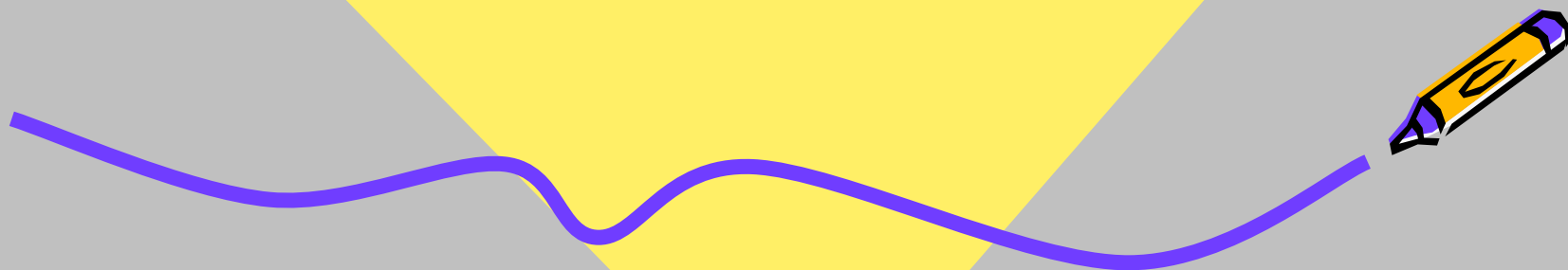
# Недостатки сетчатой модели:

- Художественные возможности сетчатой модели менее широки, чем векторной и пиксельной моделей изображения.
- При построении сложных моделей число граней растет с поражающей стремительностью, что не только делает сетчатую модель не слишком компактной, но и требует колоссальной вычислительной мощности.
- Программы трехмерной графики, ориентированные на работу с сетчатой моделью, предъявляют повышенные требования и к пользователю (наличие развитого пространственного воображения).





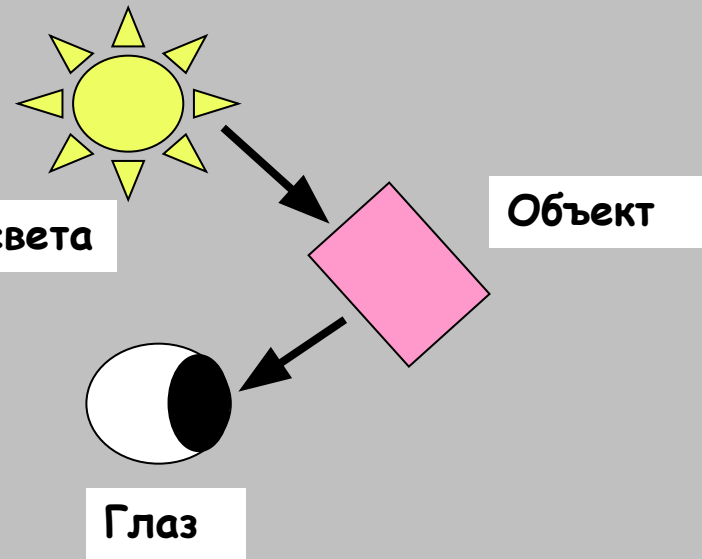
# Цветовые модели



# Основы работы с цветом

Свет падает на объект и отражается.

Отраженный свет попадает в глаз человека и воздействует на светочувствительные клетки глаза, которые содержат 2 вида рецепторов: палочки и колбочки.



# Свет и цвет



- Свет - это электромагнитное излучение и представляет собой энергию.
- Продукт взаимодействия этой энергии с веществом есть цвет.
- Свет имеет волновую структуру.





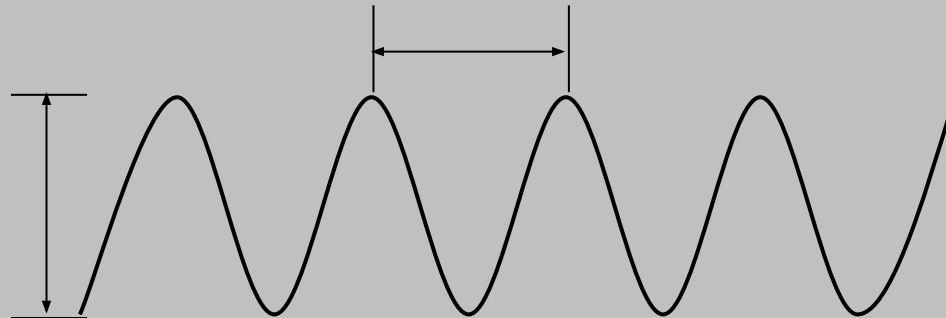
# Свет и цвет



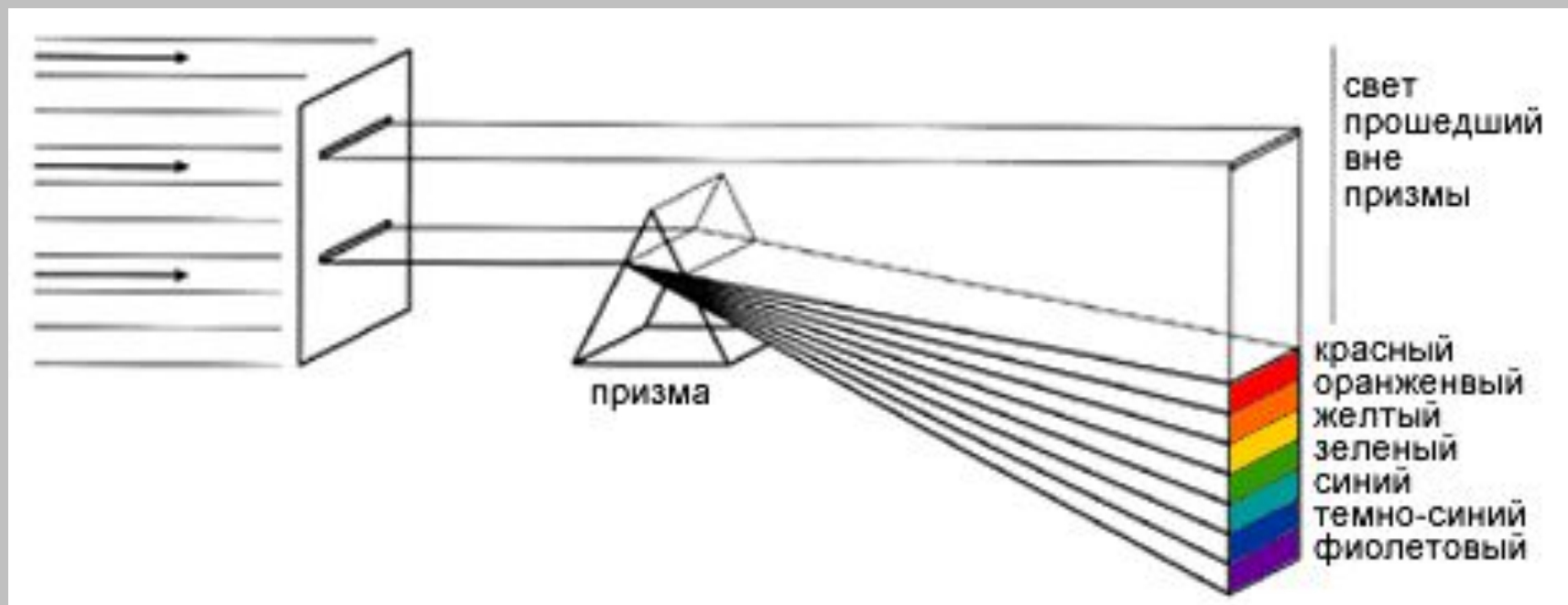
- В качестве характеристики световых волн используют длину волны - расстояние между двумя гребнями, и амплитуду - расстояние между гребнем и впадиной. Разные длины волн воспринимаются как разные цвета.

Амплитуда

Длина волны



# Разложение белого солнечного света на цветовой спектр



1676 год. Исаак Ньютон.



# Цвета спектра



Цвет	Диапазон <u>длин</u> <u>волн</u> , нм	Диапазон частот, ТГц	Диапазон энергии <u>фотонов</u> Диапаз он энергии фотонов, <u>эВ</u>
<u>Красный</u>	625—740	405—480	1,68—1,98
<u>Оранжевый</u>	590—625	480—510	1,98—2,10
<u>Жёлтый</u>	565—590	510—530	2,10—2,19
<u>Зелёный</u>	500—565	530—600	2,19—2,48
<u>Голубой</u>	485—500	600—620	2,48—2,56
<u>Синий</u>	440—485	620—680	2,56—2,82
<u>Фиолетовый</u>	380—440	680—790	2,82—3,26

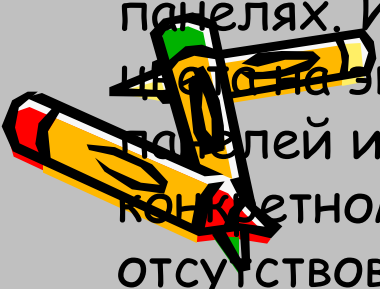
$$1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$$





Стоит отметить, что цвета, которые мы видим в таблице - смесь частот излучаемых светодиодами мониторов. Все цвета, которые мы можем получить на этих экранах, будут являться суммой цветов всего трёх люминофоров (излучателей), используемых в этих панелях. Именно таким образом воспроизводятся все цвета на экранах

ЭЛТ Стоит отметить, что цвета, которые мы видим в таблице - смесь частот излучаемых светодиодами мониторов. Все цвета, которые мы можем получить на этих экранах, будут являться суммой цветов всего трёх люминофоров (излучателей), используемых в этих панелях. Именно таким образом воспроизводятся все цвета на экранах ЭЛТ, ЖК-дисплеев, плазменных панелей и т. д., а частота, соответствующая в спектре конкретному видимому цвету, может при этом отсутствовать.



# Параметры света

В теории цвета, телевидении, компьютерной графике применяются два параметра:

- **Яркость** (интенсивность) света - это сумма энергий всех составляющих его цветового спектра. Это количественная характеристика цвета.
- **Цветность** - доминирующие длины волн в этом спектре. Это качественная характеристика.



# Излученный свет



- **Излученный свет** - это свет, испускаемый активным источником (солнце, лампа, экран монитора). В основе действия - нагревание металлических тел либо химические или термоядерные реакции. Цвет любого излучателя зависит от спектрального состава излучения.



# Отраженный свет



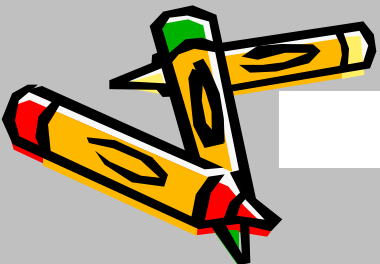
- **Отраженный свет** возникает при отражении поверхностью предмета световых волн, падающих на него от источника света. Механизм отражения зависит от типа поверхностей: ахроматические или хроматические.







- **Ахроматические** (бесцветные) цвета: черный, белый и все серые. Это **нейтральные** цвета. Такие поверхности или отражают все падающие лучи (идеально белая поверхность) или поглощают все цвета (идеально черная поверхность). Все остальные варианты равномерно поглощают световые волны разной длины. Отраженный от них цвет не меняет своего спектрального состава, изменяя только интенсивность.
- **Ахроматические** цвета характеризуются только **яркостью**.





- **Хроматические поверхности** - это поверхности, окрашенные в хроматические цвета, которые по-разному отражают волны разной длины.
- Если осветить белым светом зеленую бумагу, то бумага будет выглядеть зеленой, потому что ее поверхность поглощает все световые волны, кроме зеленой, который входит в состав белого цвета.
- Если осветить зеленую бумагу красным или синим светом, она будет выглядеть черной, потому что она не отражает синий и красный цвета.



# Характеристики цвета

Каждый цвет обладает количественно измеряемыми физическими характеристиками (спектральный состав, яркость):

## Яркость

Одинаково насыщенные оттенки, относимые к одному и тому же цвету спектра, могут отличаться друг от друга степенью яркости. К примеру, при уменьшении яркости синий цвет постепенно приближается к чёрному.



# Насыщенность

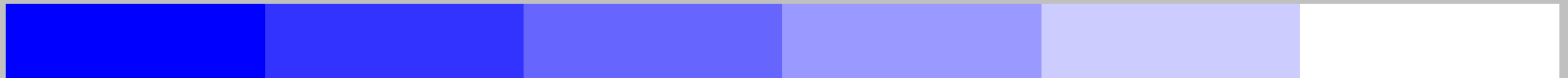


- Два оттенка одного тона могут различаться степенью блёклости. Например, при уменьшении насыщенности синий цвет приближается к серому.



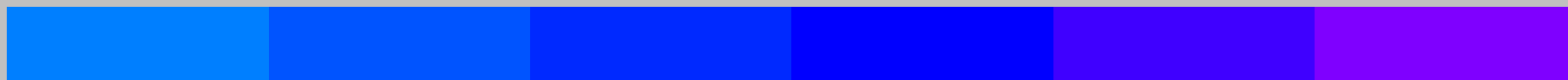
# Светлота

- Степень близости цвета к белому называют светлотой. Любой оттенок при максимальном увеличении светлоты становится белым.



# Цветовой тон

- **Цветовой тон** — совокупность цветовых оттенков, сходных с одним и тем же цветом спектра. Любой хроматический цвет может быть отнесён к какому-либо определённомu спектральному цвету. Оттенки, сходные с одним и тем же цветом спектра (но различающиеся, например, насыщенностью и яркостью), принадлежат к одному и тому же тону. При изменении тона, к примеру, синего цвета в зеленую сторону спектра он сменяется голубым, в обратную — фиолетовым.



# Цвет и окраска



- **Окраска** - способность предмета отражать излучение в том или ином диапазоне длин волн.
- **Цвет** включает в себя окраску и условия освещения. Каждый источник света имеет свой спектральный состав, который ассоциируется с **цветовой температурой**.
- Цветовая температура определяет **чистоту** цвета.



# Восприятие цвета человеком

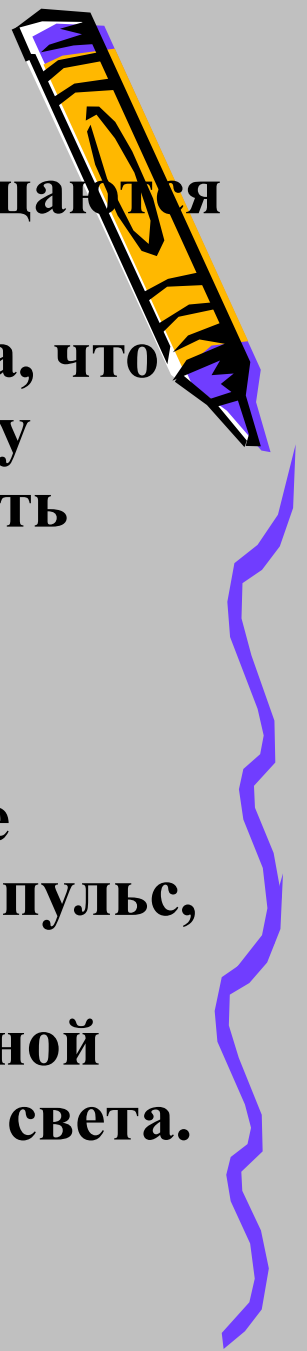


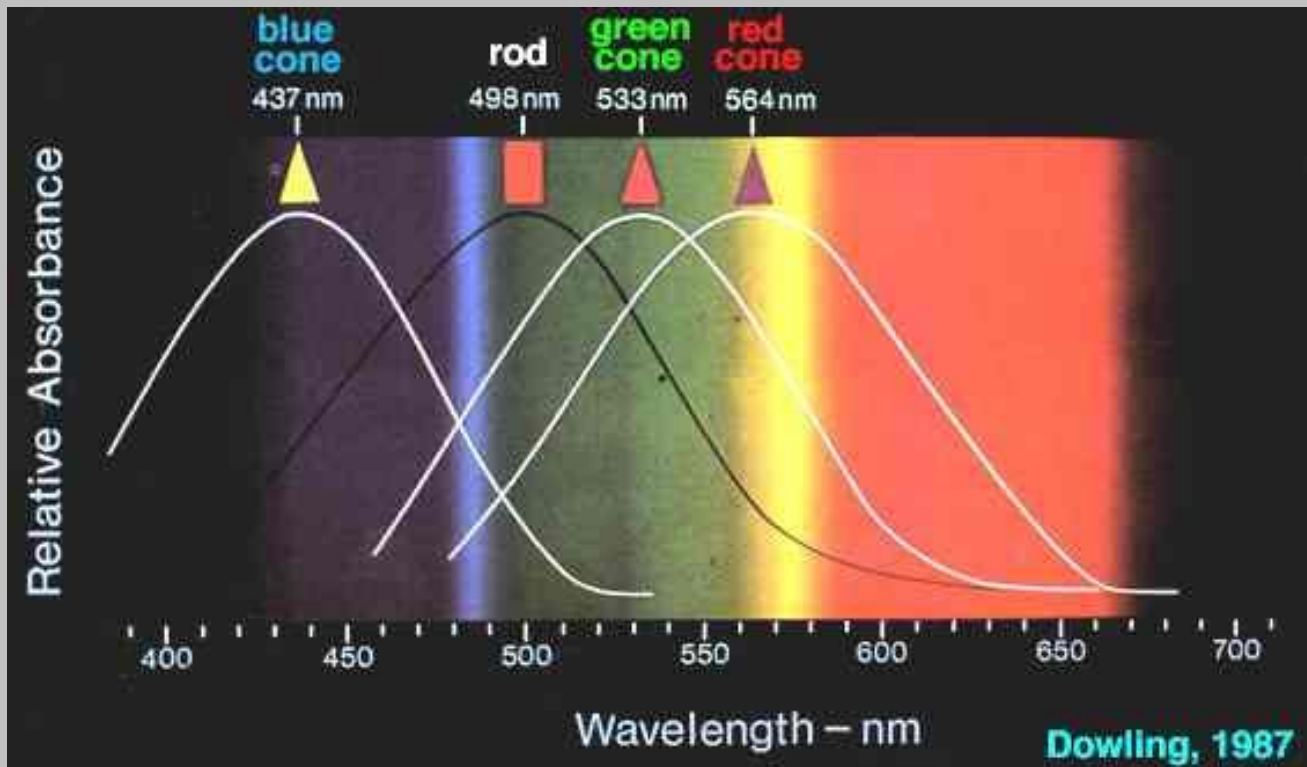
- **Световые волны** собираются хрусталиком и проецируются на сетчатку. На сетчатке находятся два вида нервных клеток (рецепторов): палочки и колбочки.
- **Палочки** «отвечают» за черно-белое зрение, поскольку реагируют только на яркость - суммарную энергию света.
- **Колбочки** распознают цветную информацию. Имеется 3 вида колбочек, каждая реагирует на определенный диапазон волн: красный, зеленый, синий.



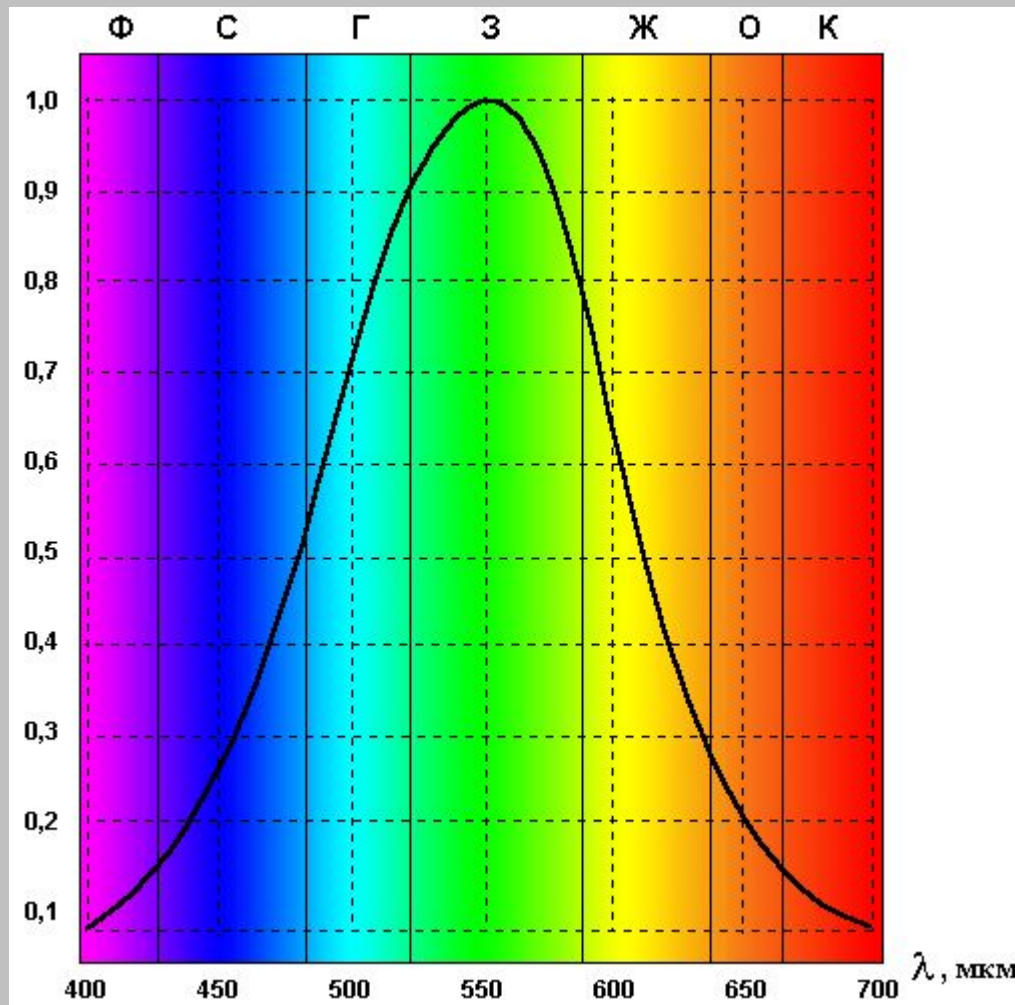


- **Световые лучи, проникая через зрачок, поглощаются светочувствительными веществами.**
- **Энергия, поглощаемая молекулами так велика, что молекулы расщепляются. На каждую молекулу приходится световая энергия, способная нагреть молекулу газа до  $20000\text{C}^\circ$ .**  
**При этом происходит процесс химического разложения.**
- **Продукты разложения вызывают раздражение нервных клеток. Возникает электрический импульс, который по нервным волокнам передается в зрительный центр, расположенный в затылочной части головного мозга, и возникает ощущение света.**

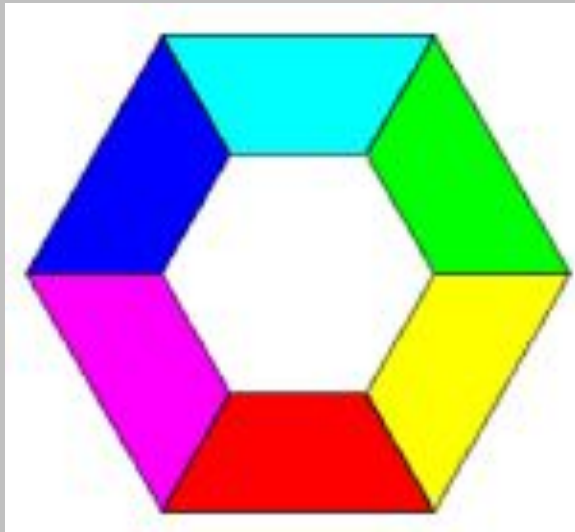




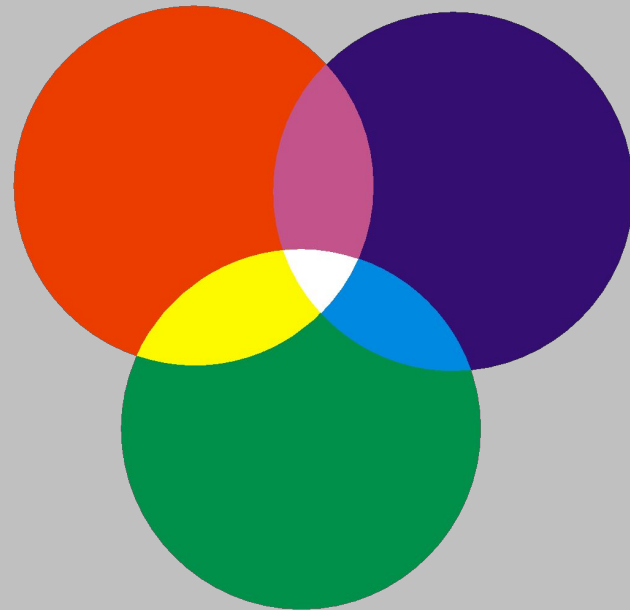
Зависимость относительной  
чувствительности глаза к  
монохроматическому свету от длины волны  
(в миллимикронметрах, ммкм)



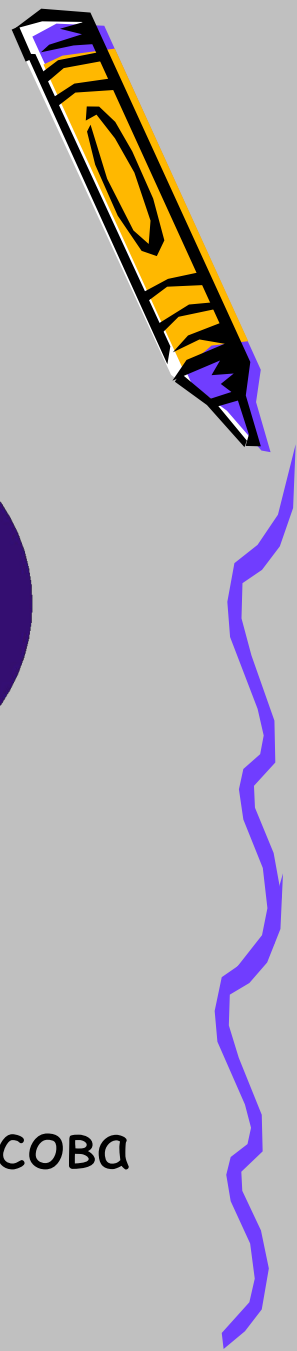
# Модели деления спектра



Модель Ньютона



Модель М. Ломоносова



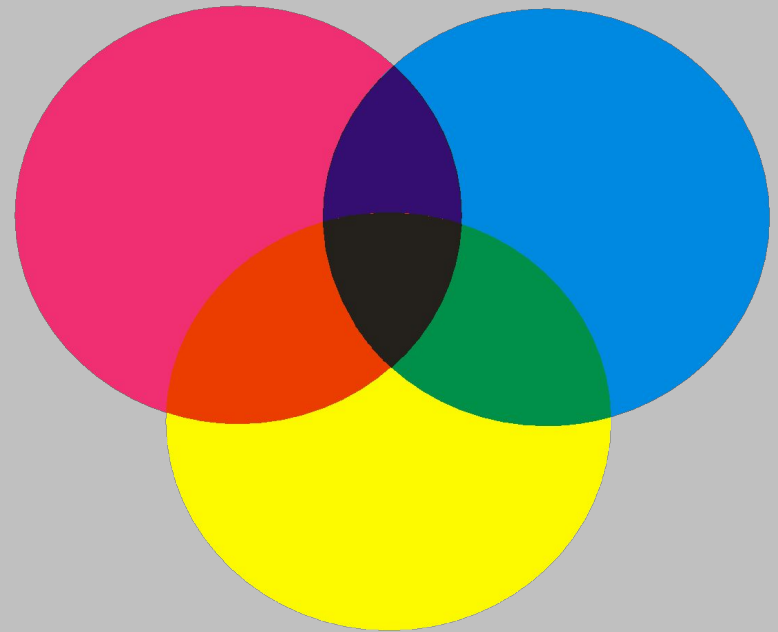
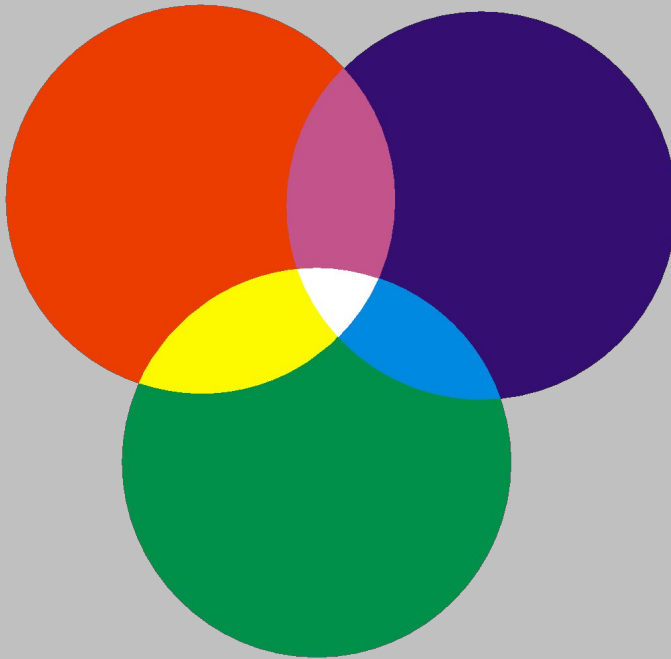
## A stylized illustration of a yellow pencil with a purple eraser and a purple band near the tip. The pencil is oriented diagonally from the top-left towards the bottom-right. It features black outlines and decorative black lines along its length. The eraser is at the top-left, and the sharp lead tip is at the bottom-right.

чёрный

# Цветовые модели

**RGB**: red, green, blue

**CMY**: cyan, magenta, yellow



# Типы цветковых моделей



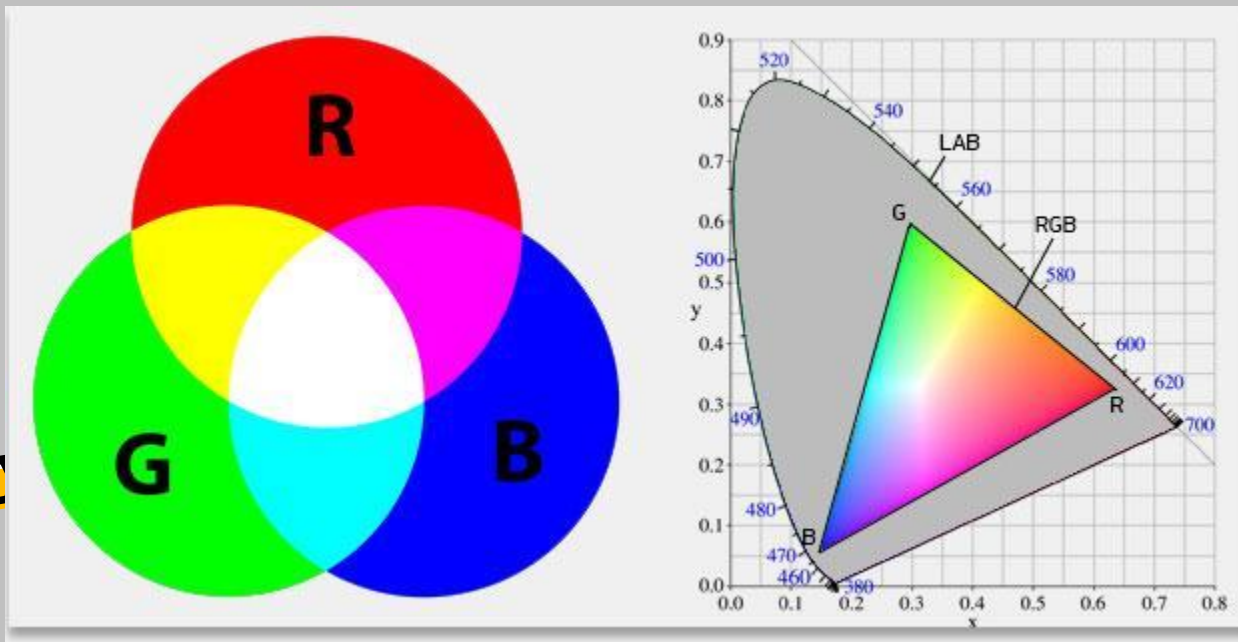
- Цветовые модели используются для математического описания определенных цветковых областей спектра.
- **Аддитивные** (RGB), основаны на сложении цветов.
- **Субтрактивные** (CMY, CMYK) основаны на операции вычитания цветов.
- **Перцепционные** (HSB, Lab) базируются на восприятии.





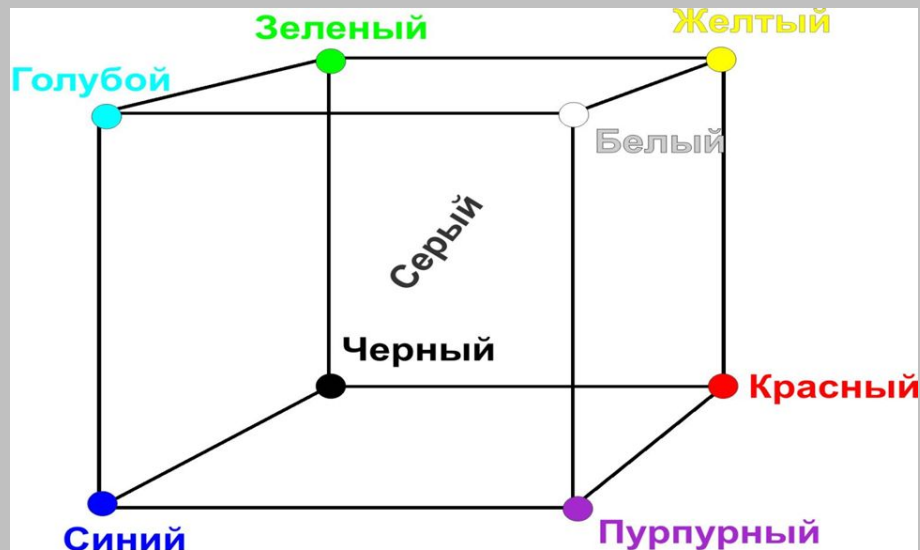
# АДДИТИВНЫЕ ЦВЕТОВЫЕ МОДЕЛИ

- Первичные цвета: красный, зеленый, синий.
- Вторичные цвета (попарное смешивание первичных цветов): голубой, пурпурный, желтый.
- Первичные и вторичные цвета относятся к базовым цветам.

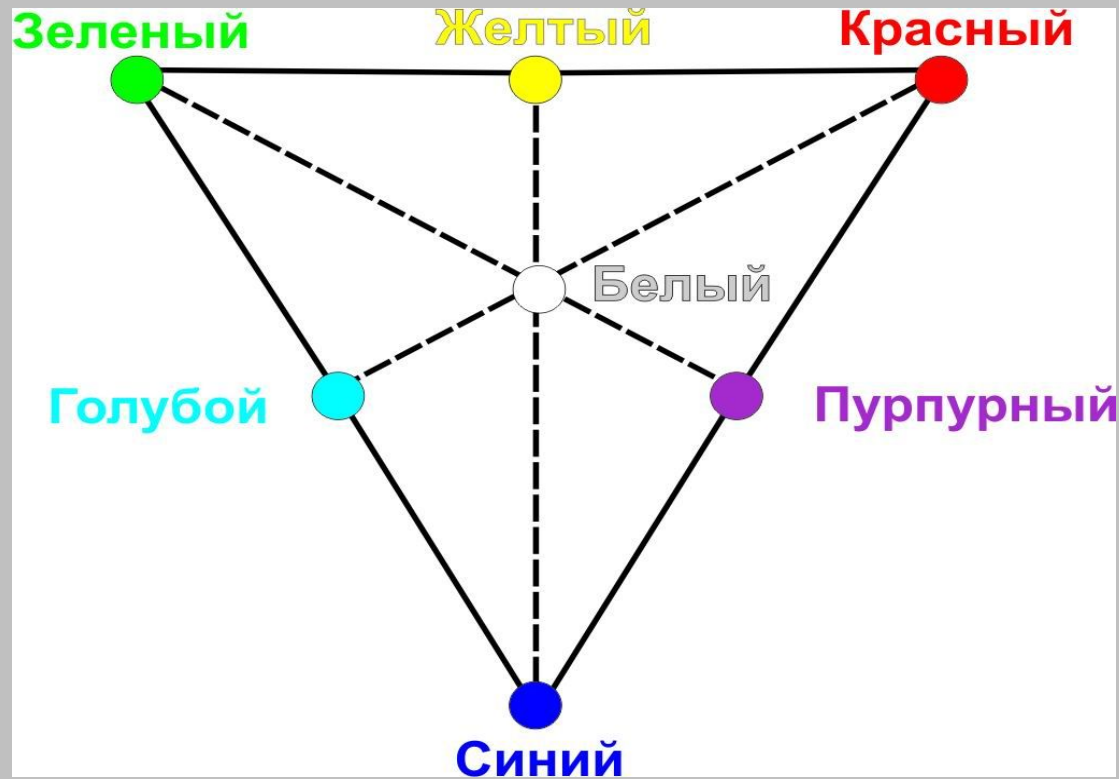


# Модель RGB

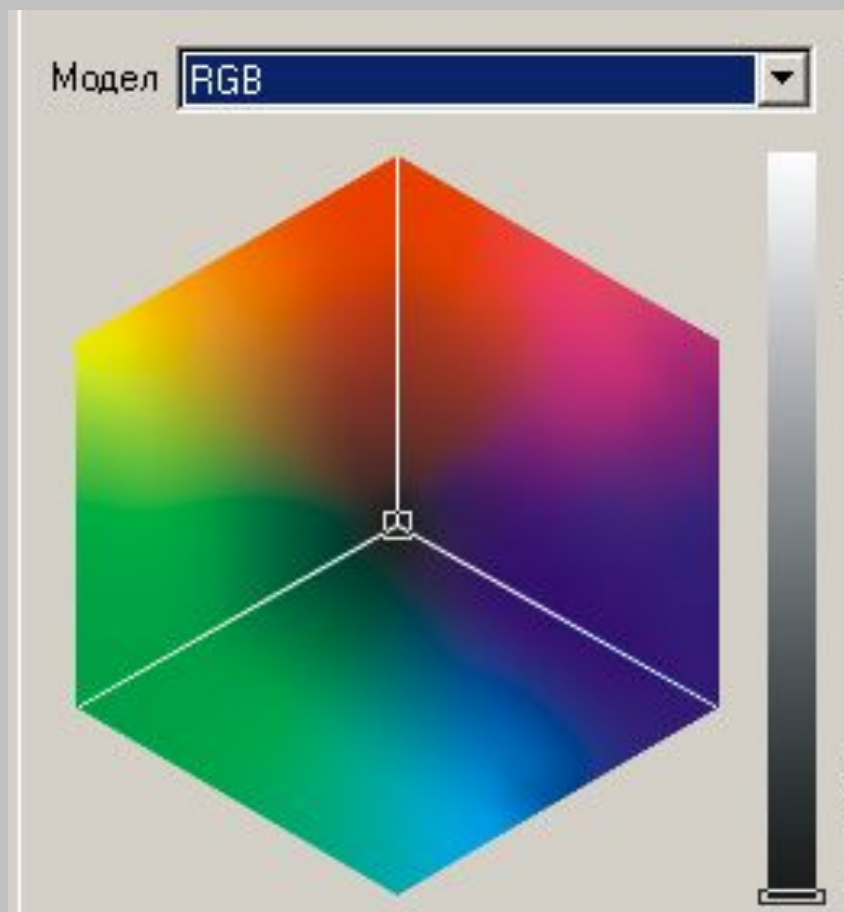
- Цветовое пространство (совокупность всех цветов) модели RGB может быть представлено в виде куба, на гранях которого и внутри него расположены все цвета, которые можно воспроизвести в рамках этой цветовой модели.



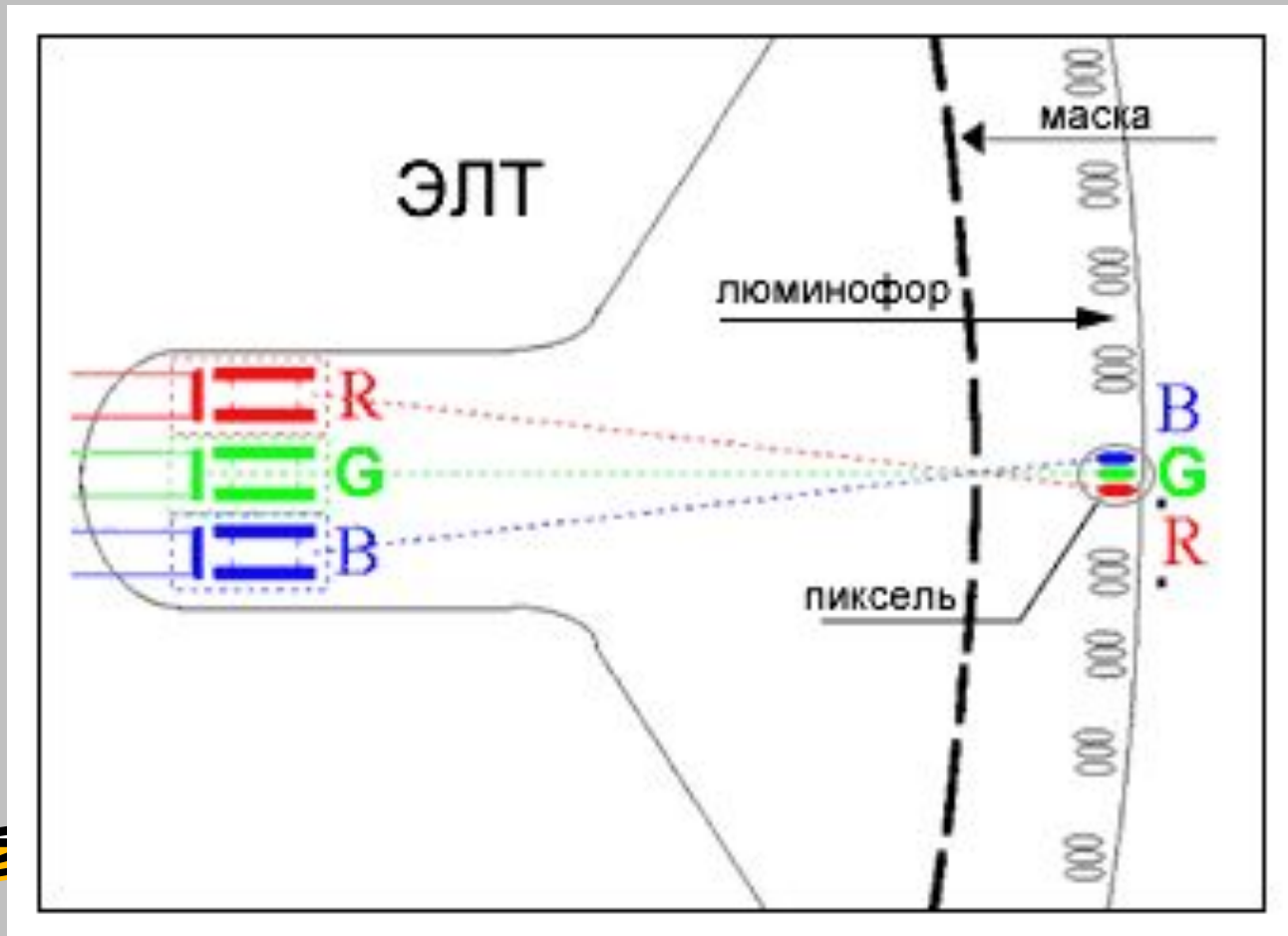
# Колориметрическая схема получения цветового пространства RGB-модели



# Практическая реализация RGB в окне диалога



# Цветовая модель RGB



# ЭЛТ (CRT)-мониторы



- Для цветного изображения используется три пушки и специальное покрытие, состоящее из отдельных точек, которые сгруппированы по три штуки (триады) и имеют три разных цвета свечения (красный, синий, зелёный), при смещении которых можно получить любой цвет.
- Белый цвет - это не что иное, как зажженные все три цветные точки в триаде, чёрный получается, когда ни одна из точек не светится. Любые другие цвета занимают промежуточное положение, всё зависит от яркости цвета и его оттенка.



# ЭЛТ-мониторы



- В CRT мониторах электронный луч движется слева направо и сверху вниз по строкам; траектория перемещения луча называется *растром*.
- В процессе *развёртки* – перемещения по экрану луч воздействует на те участки люминофорного покрытия, в которых должно появиться изображение.
- Благодаря инерционности нашего зрения (изображение на сетчатке глаза сохраняется некоторое время), мы видим не отдельно бегающую точку, а цельное изображение.



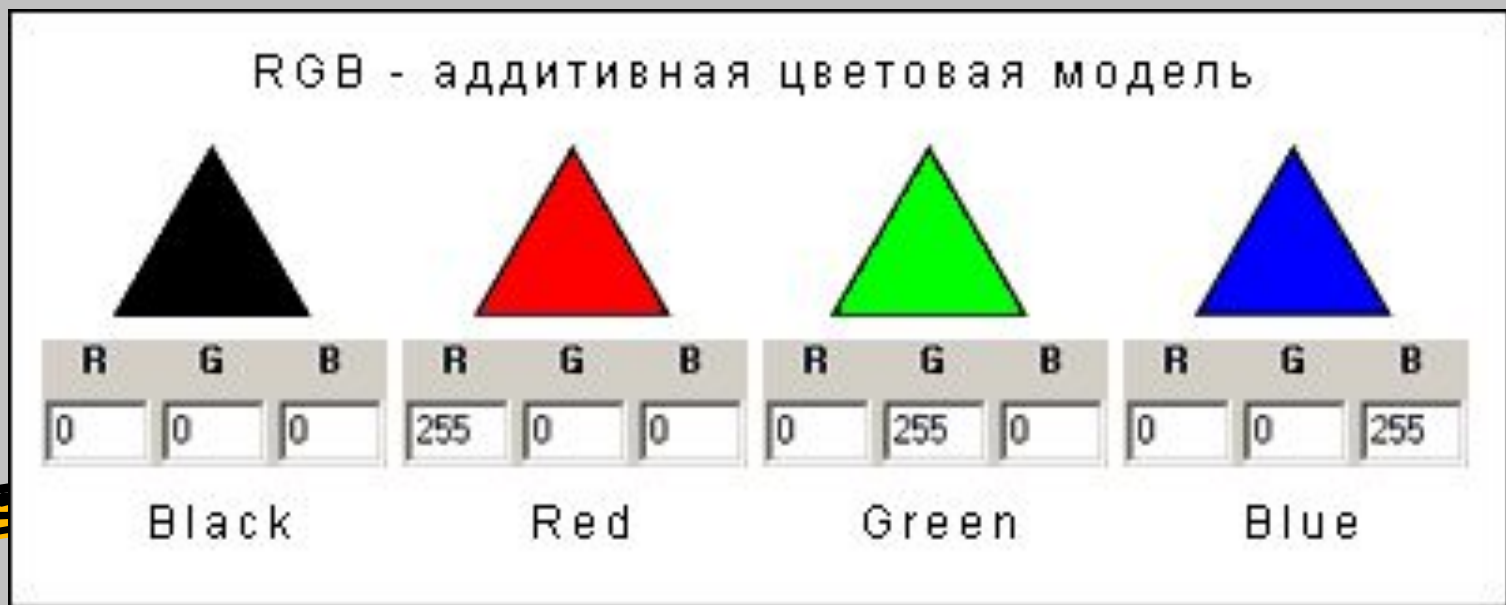
# LCD-мониторы

- Экран ЖК-панели состоит из матрицы LCD-элементов. В ЖК-мониторе триады расположены так же, рядами в виде матрицы, но они уже не сами светятся, а лишь определяют свет какого цвета они будут пропускать. За этой матрицей расположена лампа, которая равномерно её подсвечивает. В этом случае, чтобы получить белую точку триада полностью открыта и пропускает весь свет. Чтобы получить чёрную точку - триада полностью закрывается и не пропускает свет. Все остальные цвета, также как и в случае с ЭЛТ-мониторами, получаются, когда в триаде точки светятся с разной интенсивностью.



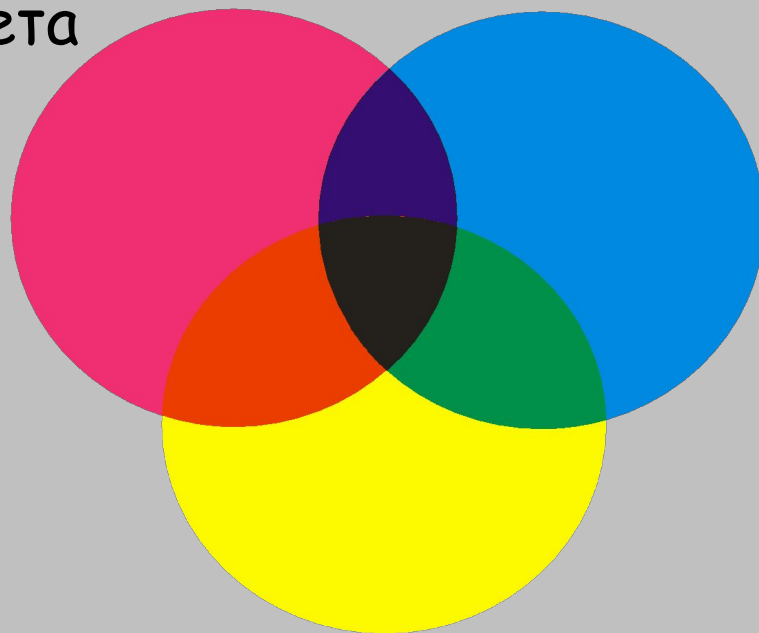


Три параметра аддитивной цветовой модели, описывающие интенсивность излучения базовых цветов модели, могут принимать значения от 0 до 256. Следовательно, для их хранения в памяти достаточно 3 байт, или 24 бит. Поэтому цветовая разрешающая способность аддитивной модели составляет 24 bpp.



# Цветовая модель СМУ

- В этой модели основные цвета образуются путем вычитания из белого цвета основных **аддитивных** цветов модели **RGB**.



# Цветовая модель СМУ

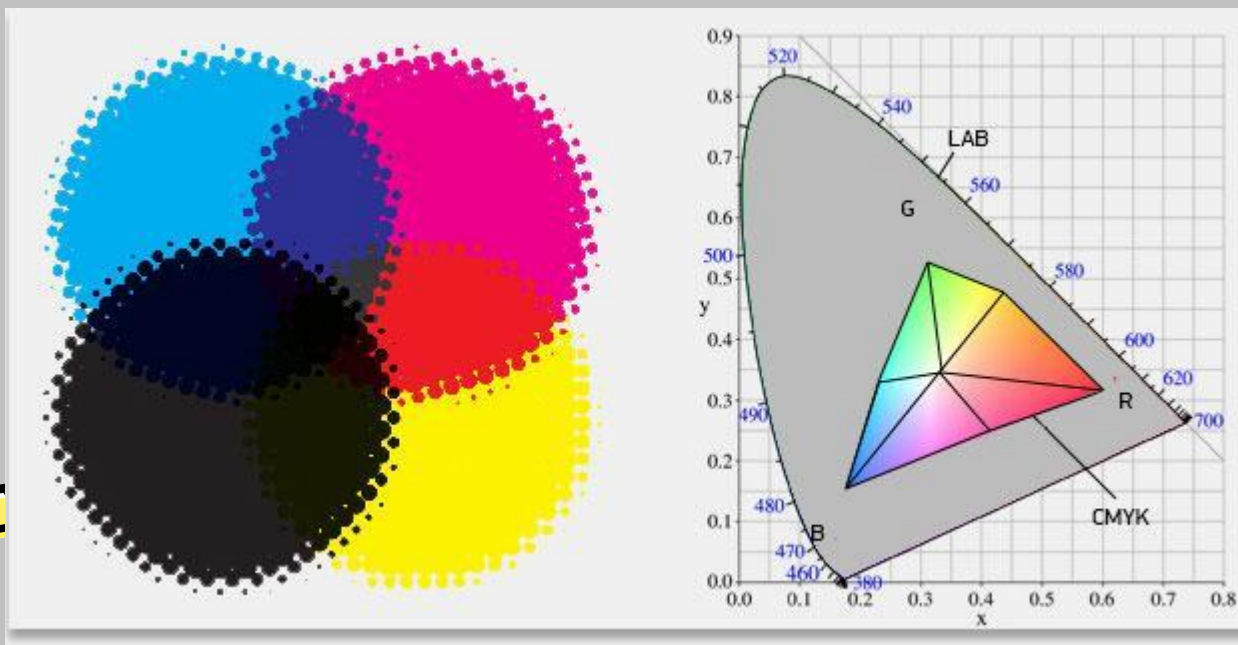


- Модель СМУ обратна модели RGB и при нулевых значениях составляющих (отсутствии краски) образуется белый цвет. Смешение равных значений трех компонентов даст оттенки серого. При смешении максимальных значений трех составляющих (Cyan+Magenta+Yellow) должен получиться черный цвет.



# Цветовая модель СМУК

- Данная модель - основная модель для полиграфии. Для типографского воспроизведения цветного рисунка компьютерное изображение делится на составные компоненты модели **СМУК**. Всего их четыре: cyan+magenta+yellow+black





# Цветовая модель СМУК

СМУ - субтрактивная цветовая модель

																																																			
<table><tr><th>C</th><th>M</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><th>R</th><th>G</th><th>B</th></tr><tr><td>255</td><td>255</td><td>255</td></tr></table>	C	M	Y	0	0	0	R	G	B	255	255	255	<table><tr><th>C</th><th>M</th><th>Y</th></tr><tr><td>255</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><th>R</th><th>G</th><th>B</th></tr><tr><td>0</td><td>255</td><td>255</td></tr></table>	C	M	Y	255	0	0	R	G	B	0	255	255	<table><tr><th>C</th><th>M</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>255</td><td>0</td></tr><tr><th>R</th><th>G</th><th>B</th></tr><tr><td>255</td><td>0</td><td>255</td></tr></table>	C	M	Y	0	255	0	R	G	B	255	0	255	<table><tr><th>C</th><th>M</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>255</td></tr><tr><th>R</th><th>G</th><th>B</th></tr><tr><td>255</td><td>255</td><td>0</td></tr></table>	C	M	Y	0	0	255	R	G	B	255	255	0
C	M	Y																																																	
0	0	0																																																	
R	G	B																																																	
255	255	255																																																	
C	M	Y																																																	
255	0	0																																																	
R	G	B																																																	
0	255	255																																																	
C	M	Y																																																	
0	255	0																																																	
R	G	B																																																	
255	0	255																																																	
C	M	Y																																																	
0	0	255																																																	
R	G	B																																																	
255	255	0																																																	



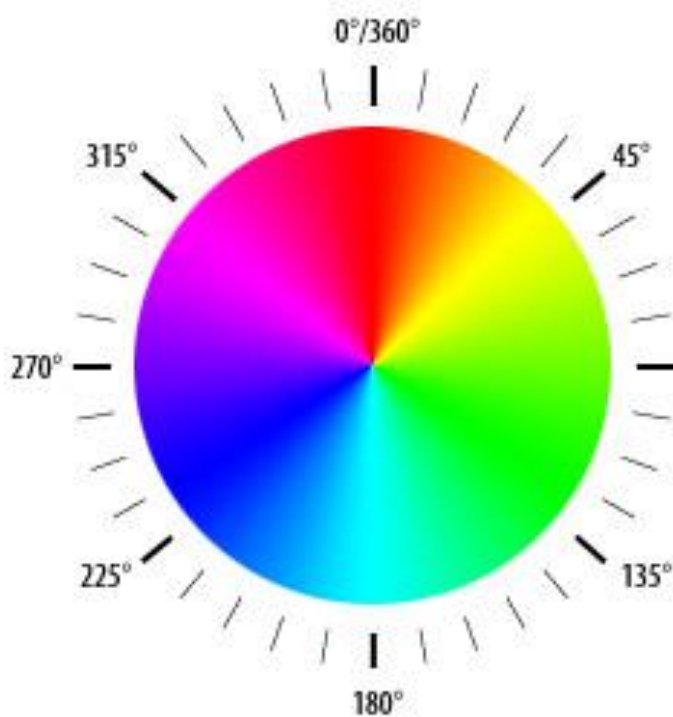
# Цветовая модель HSB



- В основе модели Hue (тон), Saturation (насыщенность), Brightness (яркость) лежит модель RGB.
- Модель HSB призвана упростить работу с цветами, так как она максимально приближена к принципу восприятия цвета человеческим глазом.



# Цветовая модель HSB



**Тон** - спектральные цвета (чистые цвета солнечного спектра) или цветовые тона (Hue) располагаются по цветовому кругу и характеризуются положением на нем, которое определяется величиной угла в диапазоне от 0 до 360°:

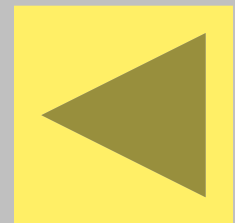
- 0° соответствует красному
- 120° - зеленому
- 240° - синему



# Цветовая модель HSB



- Перемещение движка цвета по горизонтали меняет оттенок (H), по вертикали — контрастность (S). Перемещение треугольного движка по отдельной вертикальной линейке меняет яркость (V).
- **Оттенок** — это цвет на радуге.
- **Контрастность** (насыщенность) — это содержание в цвете серой примеси. Цвет максимальной насыщенности не содержит серого вообще, а при нулевой насыщенности — все цвета серые.
- **Яркость** — это интенсивность, с которой излучается цвет. При максимальной яркости все цвета превращаются в белый цвет, а при нулевой — в черный.





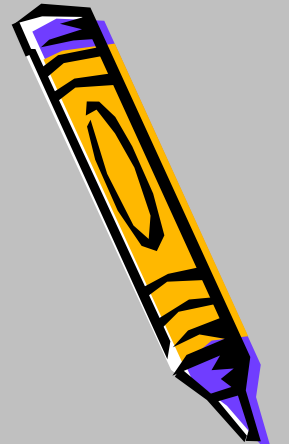
# Цветовая модель HSB



- **Насыщенность (Saturation)**  
изменяется в горизонтальной плоскости от 0 до 100%. При значении насыщенности 0% любой цвет становится белым. Показывает в процентах насколько оттенок отличается от нейтрального серого.



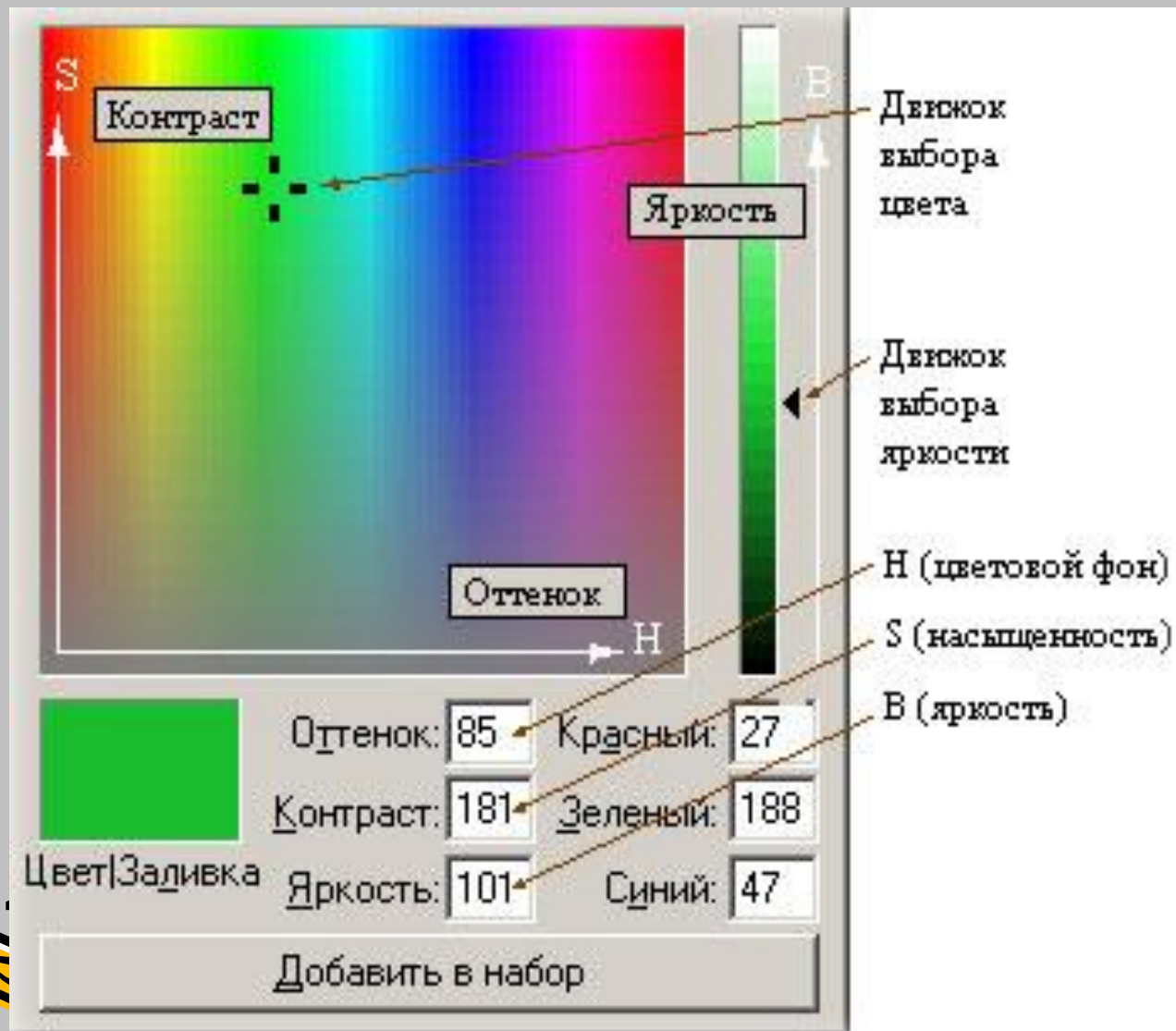
# Цветовая модель HSB



- Яркость (Brightness) - параметр определяющий затемненность или освещенность тона, изменяется в вертикальной плоскости. При значении яркости 0% любой цвет становится черным.



# Цветовая модель HSB



# Модель $L^*a^*b$



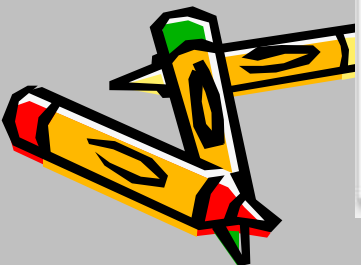
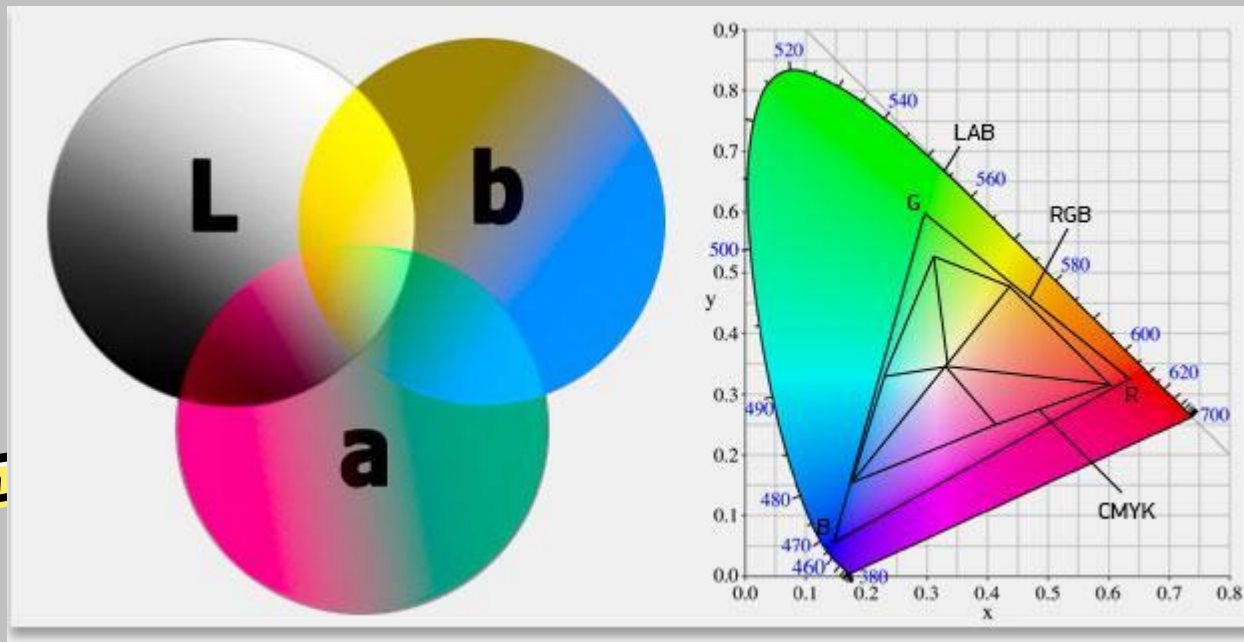
- Цветовая модель  $L^*a^*b$  так же, как предыдущая, имеет три параметра для описания цвета, но, в отличие от нее, разрабатывалась специально как *аппаратно-независимая*, то есть определяющая цвета без учета особенностей технологии цветовоспроизведения (на мониторе, на принтере, на печатном станке).



# Модель $L^*a^*b$



- Модель Lab основана на трех параметрах:  $L$  — яркость (Luminosity) и два цветовых параметра —  $a$  и  $b$ . Параметр  $a$  содержит цвета от темно-зеленого через серый до ярко-розового. Параметр  $b$  содержит цвета от светло-синего через серый до ярко-желтого.

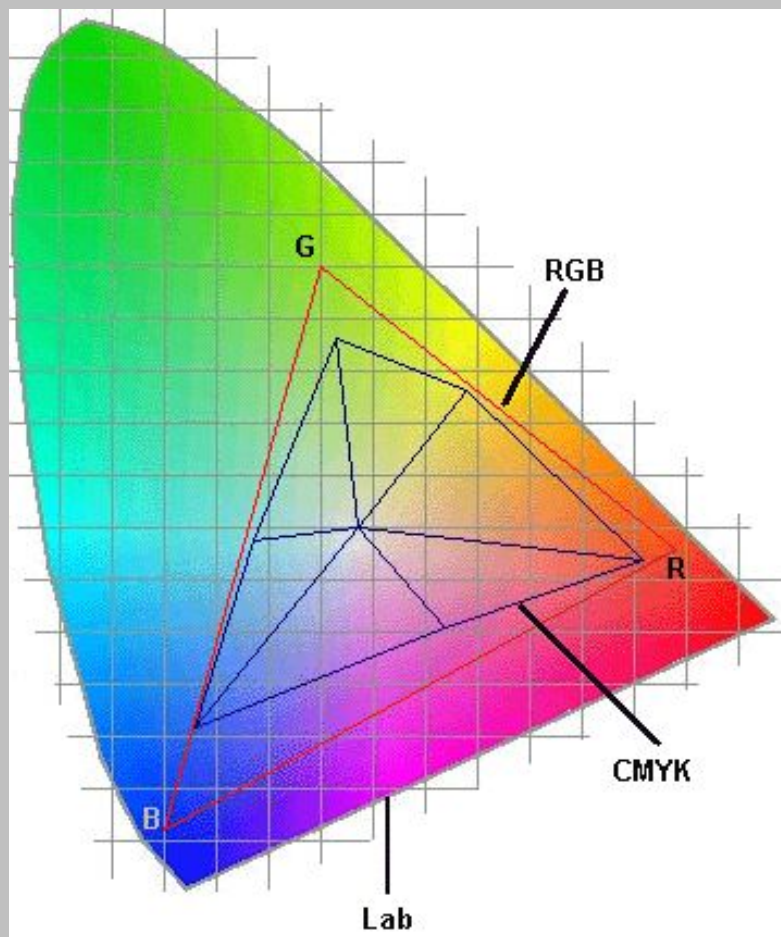


# Цветовой охват

- Наибольшим цветовым охватом обладает модель Lab, в ней можно представить практически все цвета природы, которые способен воспринять человек. Соотношение цветовых охватов моделей Lab, RGB и CMYK представлено на рисунке.



# Цветовой охват различных цветовых моделей







CMYK



RGB





# Разрешающая способность



- Размер пиксела является относительной величиной.
- *Разрешающая способность* растрового изображения определяется количеством точек как по горизонтали, так и по вертикали на единицу длины изображения. Выражается в *dpi* (dot per inch - точек на дюйм), т.е. в количестве точек в полоске изображения длиной один дюйм (1 дюйм = 2,54 см.).



• *Правильнее*: pixel per inch (*ppi*).



# Глубина цвета



- В процессе дискретизации могут использоваться различные **палитры цветов**, т.е. наборы цветов, в которые могут быть окрашены пиксели изображения. Каждый цвет можно рассматривать как возможное состояние пикселя, тогда количество цветов в палитре **N** и количество информации, необходимое для кодирования каждого пикселя и **b**, связаны между собой и могут быть вычислены по формуле:  $N=2^b$ .

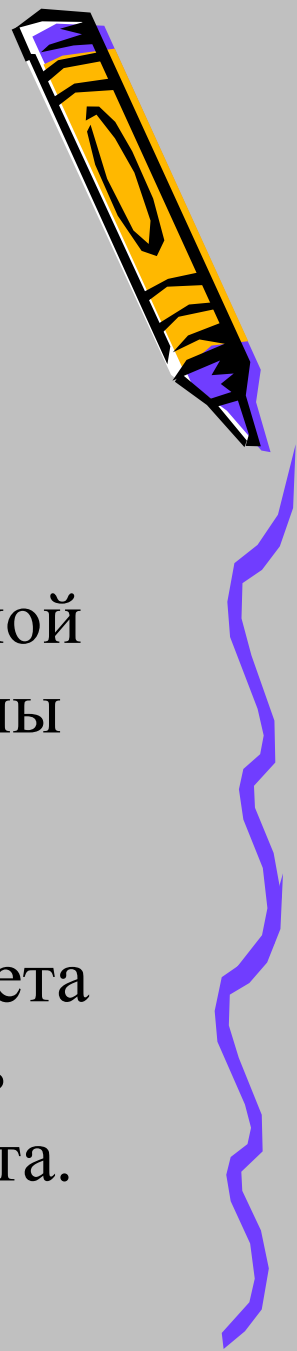


# Цветовые режимы

- Цветовые режимы служат для определения понятия цвета в терминах его **глубины** (то есть **числа битов, используемых для хранения информации о цвете отдельной точки-пикселя**) и/или **цветовых каналов** (то есть базовых цветов, лежащих в основе режима).



# Определение (1 бит)



- Двоичный знак, 0 или 1, используемый в вычислительной технике для машинного представления информации. В компьютерной графике служит в качестве единицы глубины цвета. Одним битом на пиксель кодируется штриховое черно-белое изображение, 8 битами на пиксель — индексированные цвета или градации серого, 24 битами на пиксель можно закодировать 16,7 млн оттенков цвета.



# Глубина цвета



Режим	Число цветов
1-разрядный	2
2-разрядный	4
3-разрядный	8
4-разрядный	16
5-разрядный	32
6-разрядный	64
7-разрядный	128
8-разрядный	256
15-разрядный	32 768
16-разрядный	65 536
24-разрядный	16 777 216





- Для уяснения разницы между растровой и векторной графикой приведем простой пример. Вы решили отсканировать Вашу фотографию размером 10x15 см чтобы затем обработать и распечатать на цветном принтере. Для получения приемлемого качества печати необходимо разрешение не менее 300 dpi.

Считаем:

- 10 см = 3,9 дюйма;                      15 см = 5,9 дюймов.
- По вертикали:                       $3,9 * 300 = 1170$  точек.
- По горизонтали:  $5,9 * 300 = 1770$  точек.
- Итак, число пикселей растровой матрицы  $1170 * 1770 = 2\,070\,900$ .



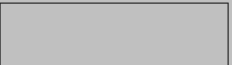

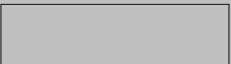



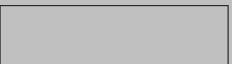

1 дюйм = 2,54 см

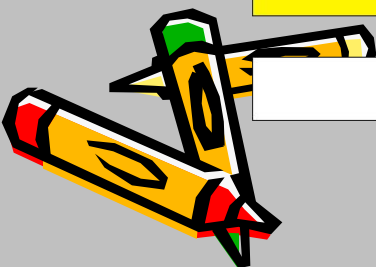
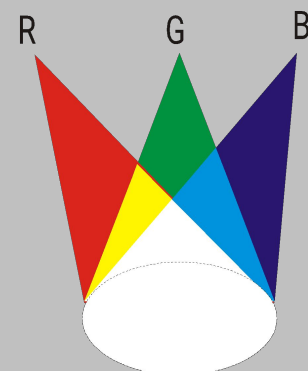
- Теперь решим, сколько цветов мы хотим использовать. Для черно-белого изображения используют обычно 256 градаций серого цвета для каждого пикселя, или 1 байт. Получаем, что для хранения нашего изображения надо 2 070 900 байт или 1,97 Мб.
- Для получения качественного цветного изображения надо не менее 256 оттенков для каждого базового цвета. В модели RGB соответственно их 3: красный, зеленый и синий. Получаем общее количество байт - 3 на каждый пиксель. Соответственно, размер хранимого изображения возрастает в три раза и составляет 5,92 Мб.
- Для создания макета для полиграфии фотографии сканируют с разрешением 600 dpi, следовательно, размер файла вырастает еще вчетверо.



# Кодирование информации при трех составляющих

ЦВЕТ    R (красный)   G (зеленый)   B (синий)   Код

				000
				001
				010
				011
				100
				101
				110
				111





# Цветовые режимы



- По названию. Большинство из нас проще запоминает сведения о каком-то предмете, если для него подобрано подходящее название.



# БИТОВЫЙ (МОНОХРОМНЫЙ)



- **Bitmap (1 разряд).** В битовом режиме используется по 1 биту на пиксель изображения, поэтому оказывается возможным передать всего два цвета: черный и белый. Битовые изображения используются главным образом для хранения штриховых рисунков и текста.



# Цветовые режимы



- монохромный (всего два цвета, например белый и черный; один бит на пиксель);
- полутоновый (256 цветов — и все из них являются оттенками серого; это максимально различимое глазом число оттенков серого цвета);
- индексированный (любое число цветов, не превышающее 256);
- режим High Color (тысячи, от 16 000 до более чем 64 000 цветов, 15-16 бит на пиксель);
- режим True Color (миллионы, 16,8 миллиона цветов, 24 бита на пиксель).

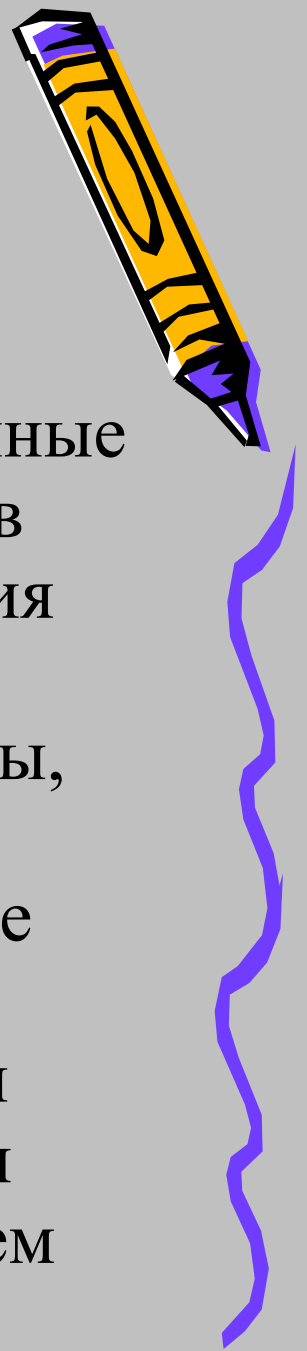


# Градации серого (полутоновый)

- **Grayscale (8 разрядов).** Данный режим используется для представления полутоновых черно-белых изображений, подобных фотографиям. При этом используется до 256 оттенков серого цвета. В градации серого можно преобразовать как битовый, так и другие цветовые режимы.



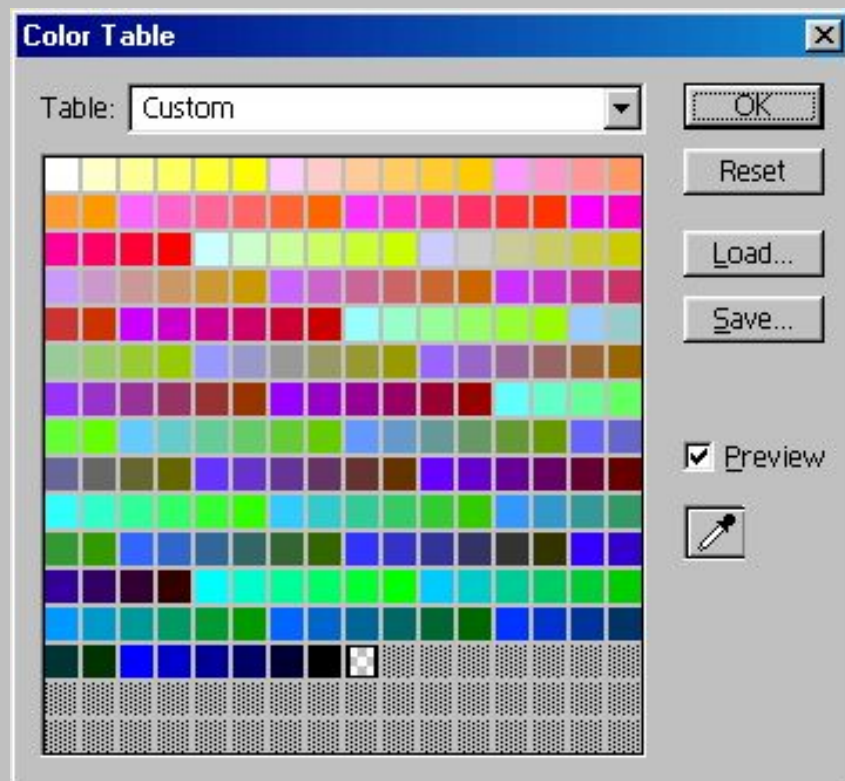
# Индексированный цвет



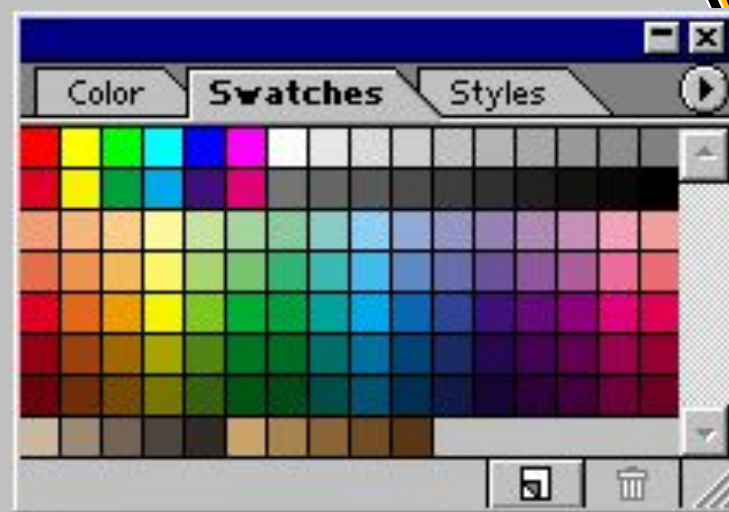
- **Indexed Color (8 разрядов).** Индексированные цвета называются так по той причине, что в этом режиме каждому пикселю изображения присваивается индекс, указывающий на определенный цвет из специальной таблицы, называемой цветовой палитрой. В индексированных палитрах не бывает более 256 цветов, однако может быть гораздо меньше. Чем меньше цветов в палитре, тем меньше битов требуется для представления цвета каждого пикселя и, следовательно, тем меньше размер файла изображения.



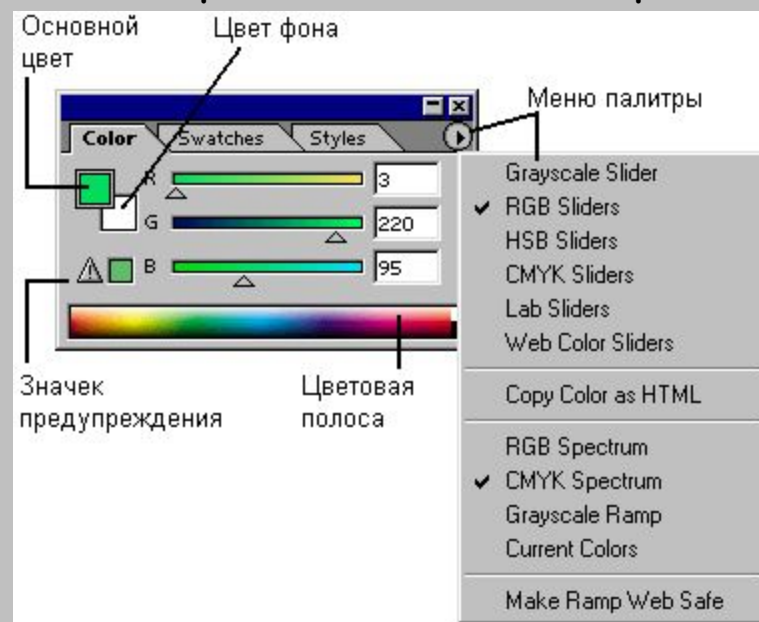
## Индексированные цвета



## Палитра Swatches в Photoshop



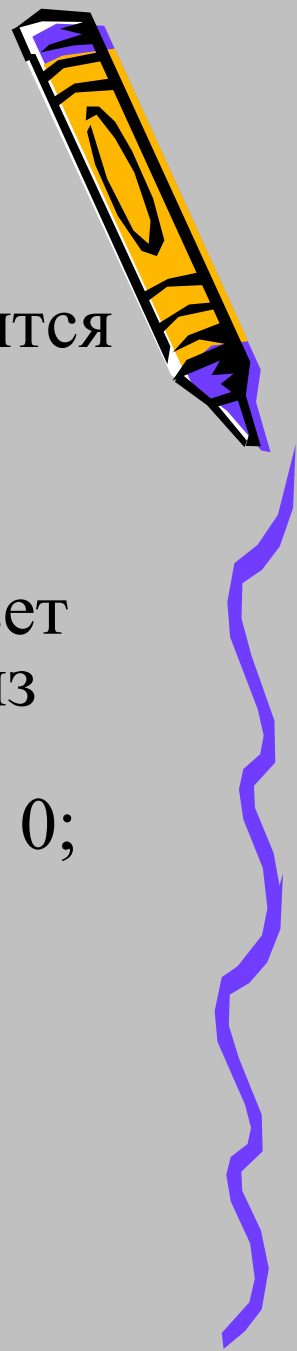
## Палитра Color в Photoshop



# Примеры изображений



# ВЫВОДЫ



- В современных компьютерах воспроизводится 256 (от 0 до 255) значений каждого из трех цветов, следовательно общее количество возможных цветов на мониторе =  $256^3$  в третьей степени = 16,8 млн. Суммарный цвет зависит от того, какое количество каждой из цветовых компонент присутствует в изображении. Красный:  $R = 255, G = 0, B = 0$ ; желтый:  $R = 255, G = 255, B = 0$ ; оттенки серого (от черного к белому) при равных значениях всех трех составляющих. Белый цвет, если все значения равны 255.





# Компьютерные цвета



- Цветное изображение на экране монитора также получается смешиванием красок. Каждый видеопиксель (далее будем употреблять краткое название — пиксель) состоит из трех крупинок люминофора — красного, зеленого и синего цветов. Получается, что механизм цветопередачи монитора практически повторяет устройство человеческого глаза.



# Компьютерные цвета



- Сетку из горизонтальных и вертикальных столбцов, которые на экране образуют пиксели, называют графическая сетка, или *растр*.
- Размер графической сетки  $M \times N$  определяет разрешающую способность экрана, от которой зависит качество изображения.





- Система кодирования цвета при помощи трех составляющих — красной, зеленой и синей — носит название RGB (от Red — красный, Green — зеленый, Blue — синий). Метод кодирования цвета RGB, как правило, применяется при кодировании изображений, выводимых на экран цветного дисплея



Связь между количеством различных цветов —  $K$  (размером палитры) и количеством битов для их кодировки (битовой глубиной цвета)  $b$  выражается формулой:  $K = 2^b$ .



- Под *интерактивной компьютерной графикой* понимают раздел компьютерной графики, изучающий вопросы динамического управления со стороны пользователя содержанием изображения, его формой, размерами и цветом на экране с помощью интерактивных устройств взаимодействия.



- Под *компьютерной геометрией* понимают математический аппарат, применяемый в компьютерной графике.



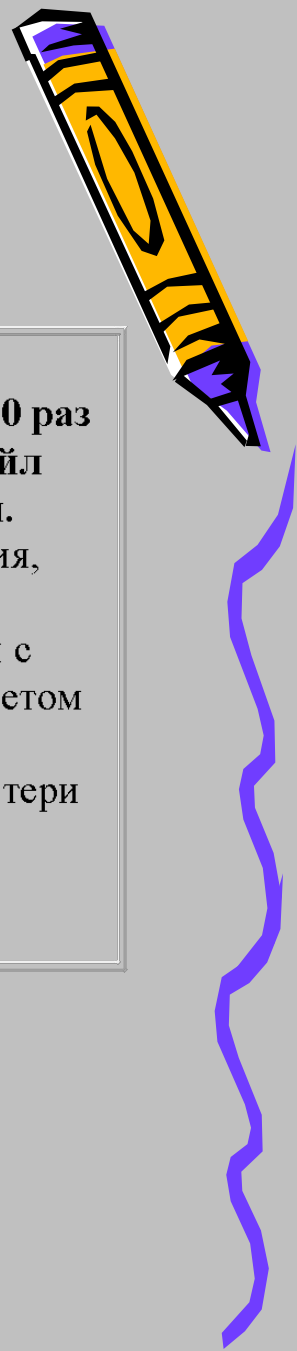
# Форматы файлов



Формат	Основное применение	Комментарий
Графические растровые форматы		
TIFF	Хранение исходников и другой информации, которая может быть использована для дальнейшей работы, последовательности изображений	Сжимает без потерь качества. Позволяет хранить большие файлы. Могут быть сохранены слои и альфа-каналы!!! (Выделение объекта).



# Форматы файлов

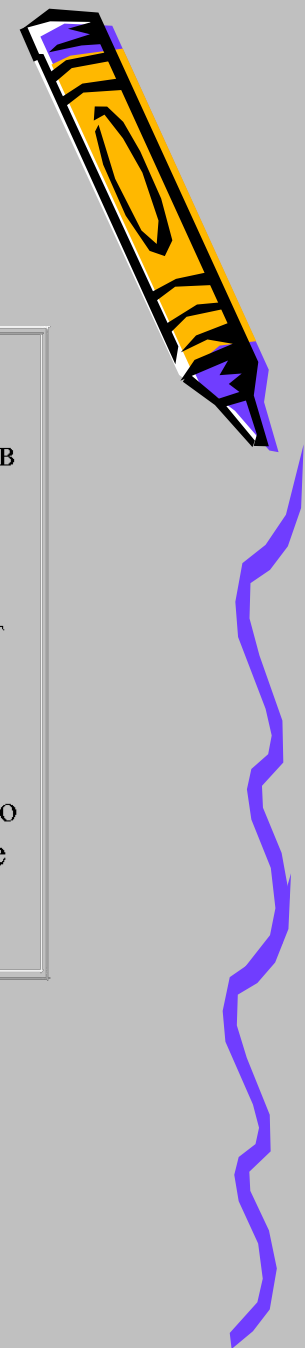


<b>JPEG</b>	<p>Графика для веб, файлы предварительного просмотра, в частности, пересылаемые электронной почтой, хранение фотографий не высокой степени важности.</p> <p><b>Нельзя пересохранять jpg, поскольку при этом теряется качество. Перед сохранением в jpg сохранить исходник в .tiff, .psd или любом векторном формате, если это векторная графика</b></p>	<p>Потеря качества происходит при каждом сохранении изображения. <b>Если просто 10 раз открыть и сохранить один и тот же файл потери качества будут значительными.</b> Использует фрактальный алгоритм сжатия, следствием чего является «грязь» при сохранении в этом формате изображений с поверхностями, закрашенными одним цветом (для этих изображений использовать <b>.gif или .png</b>), а при сохранении фото потери качества мало заметны.</p>
-------------	---	--





# Форматы файлов



GIF

Графика для веб, файлы предварительного просмотра, в частности, пересылаемые электронной почтой, если в них использовано ограниченное количество цветов (например, сосканированный текст), последовательности изображений. **Нельзя сохранять фотографии в этот формат! Перед конвертацией надо сохранить исходник в .tiff!**

Потеря качества происходит только при первом сохранении, когда часть цветов выкидывается (максимальное кол-во цветов 256). **Позволяет делать один из цветов прозрачным, но нет полупрозрачных пикселей** (если в исходном файле пиксель полупрозрачный, то в .gif к его цвету будет добавлен цвет mate color до достижения непрозрачности). Из-за этого края изображений, в которых используется прозрачность могут быть зубчатыми, а само изображение будет окружено ореолом mate color. **При сохранении нужно обращать внимание на градиенты!**



# Форматы файлов



PNG

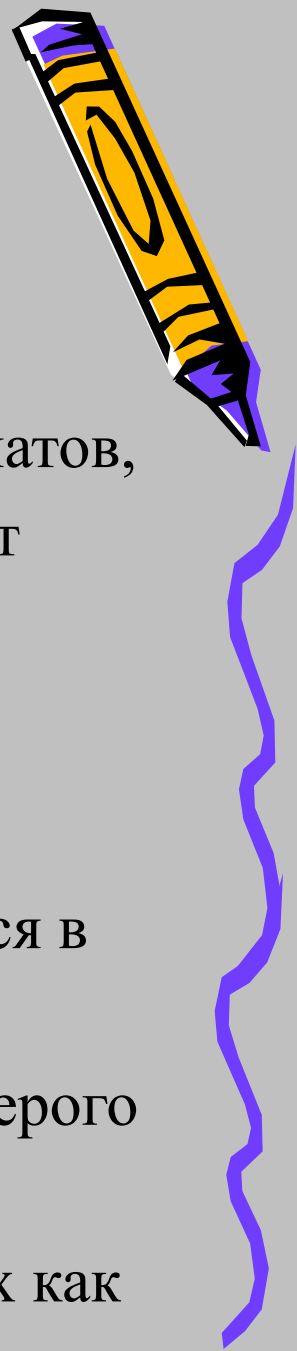
**Идеально для последующего использования в Flash и в работе с видео.** Может использоваться для веб, но вес файла скорее всего будет больше аналогичного .jpg или .gif. Желательно сохранение исходника в .tiff

Аналогичен .gif, но число цветов не ограничено, есть полупрозрачные пиксели.



# Формат TIFF

- Формат TIFF (Tagged Image File Format — формат файлов изображений, снабженных тегами) является одним из наиболее широко распространенных форматов, используемых при подготовке графики. Этот формат является фактически стандартом для подготовки изображений в полиграфии. Файлы этого формата обычно имеют расширение TIF или TIFF.
- В файле формата TIFF изображение может храниться в цветовых моделях CMYK, RGB, Lab в режиме индексированных цветов, а также в виде оттенков серого (grayscale). Это позволяет использовать формат для хранения самых разных изображений, применяемых как для подготовки web-графики, так и в полиграфии.



# Формат TIFF

- Кроме цветовой модели, сохраняется и разрешение, с которым следует выводить изображение на печать. Задав высокое разрешение, можно получить качественные распечатки, если, конечно, принтер поддерживает печать с заданными параметрами.
- Максимальное число битов, которыми описывается один пиксел изображения в формате TIFF, составляет 24. Это позволяет закодировать до 16 777 216 цветов.



# Формат TIFF



- Кроме изображения, в TIFF-файле могут сохраняться каналы прозрачности (alpha-каналы), позволяющие сохранять прозрачные области изображения или выделения объектов между сеансами работы.
- Важное свойство формата TIFF — использование сжатия данных. В большинстве случаев используется алгоритм сжатия LZW (метод Лемпела-Зива-Уолша, сжатие без потерь информации), но может применяться и сжатие с потерями (например алгоритм JPEG). Сжатие данных позволяет существенно снизить размер файла. Особенно сильно это проявляется на изображениях, содержащих большие однотонные пространства, например, на отсканированных текстах и схемах.

