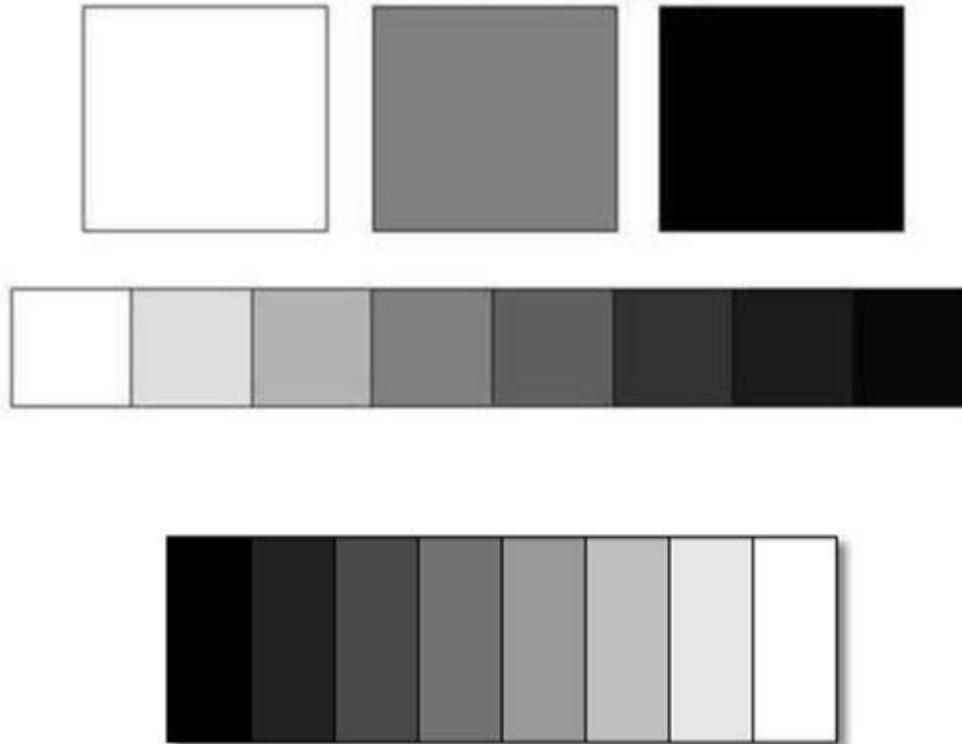




Тема

**Компьютерные цветовые
модели**

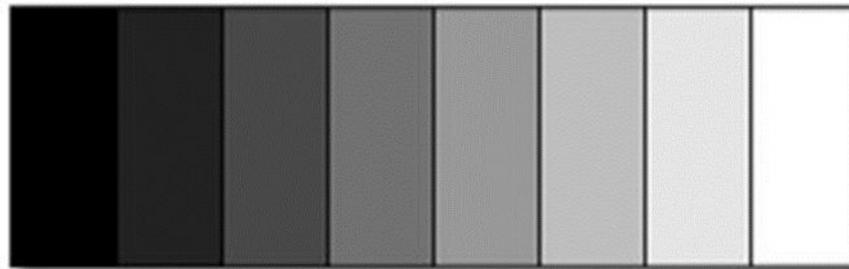
Ахроматические цвета



принято считать серый, черный и белый - оттенками одного и того же цвета, называемого **ахроматическим** (не содержащим цветовой составляющей)

Ахроматические цвета

- Для описания изображений, содержащих только ахроматические цвета, используются **две информационные модели – штриховая и монохромная.**



Глубина цвета

- Число двоичных разрядов, которые отводятся в информационной модели цвета для хранения информации о цвете одного элемента изображения, называют **глубиной цвета** или **цветовой разрешающей способностью модели**.
- **Глубина цвета измеряется в битах на элемент**
(в пиксельной модели изображения – в битах на пиксел, сокращенно *bpp*).

Глубина цвета

- **Глубина цвета** (качество цветопередачи, битность изображения) – объем памяти в количестве бит, используемых для хранения и представления цвета при кодировании одного пикселя растровой графики или видеоизображения.
- Часто выражается единицей бит на пиксель (англ. **bpp** – bits per pixel).

Глубина цвета

- Чтобы определить, какое количество цветов содержит цветное пространство модели, достаточно **возвести двойку в степень, равную глубине цвета**.
- Следовательно, **глубина цвета монохромной модели**, в которой шкала разбита на 256 участков, **равна восьми**.

$$2^8 = 256$$

- Для штриховой модели с двумя базовыми цветами **глубина цвета равна единице**.

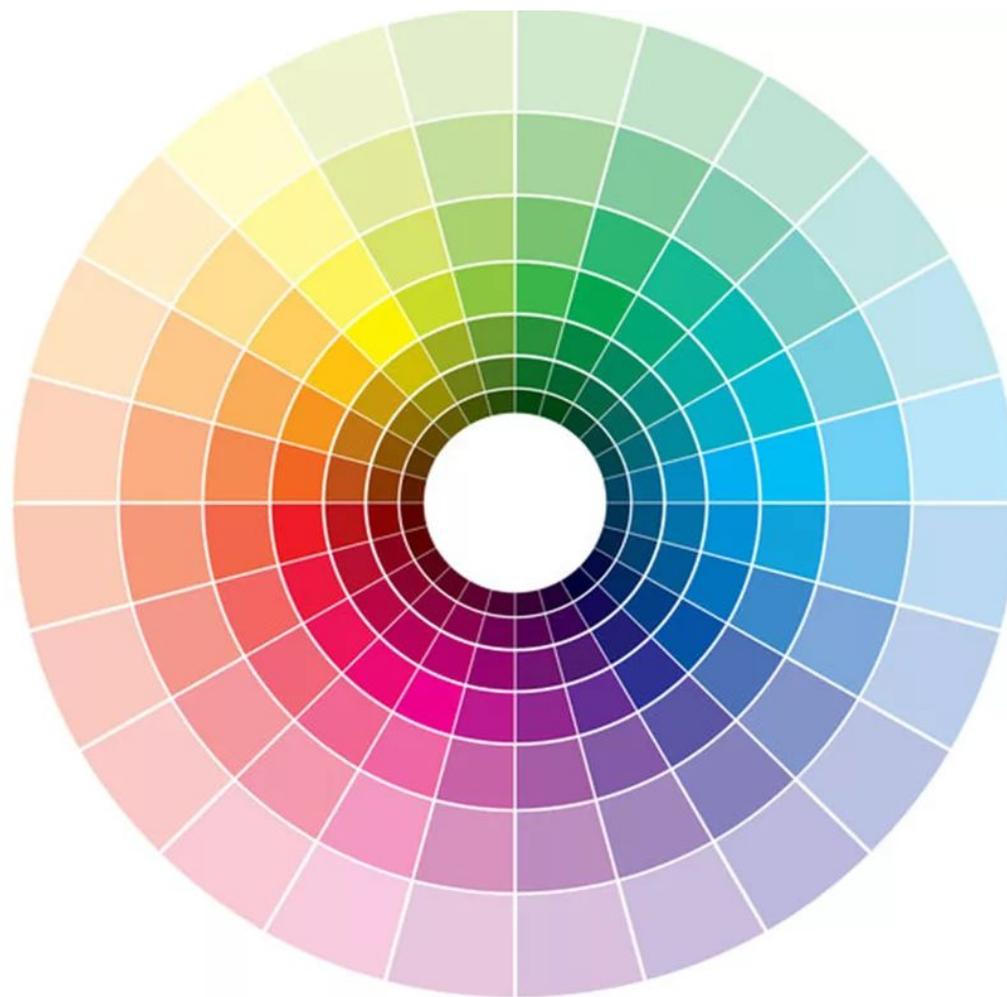
$$2^1 = 2$$

Глубина цвета

$N=2^I$, где N - кол-во цветов, а I - глубина цвета.

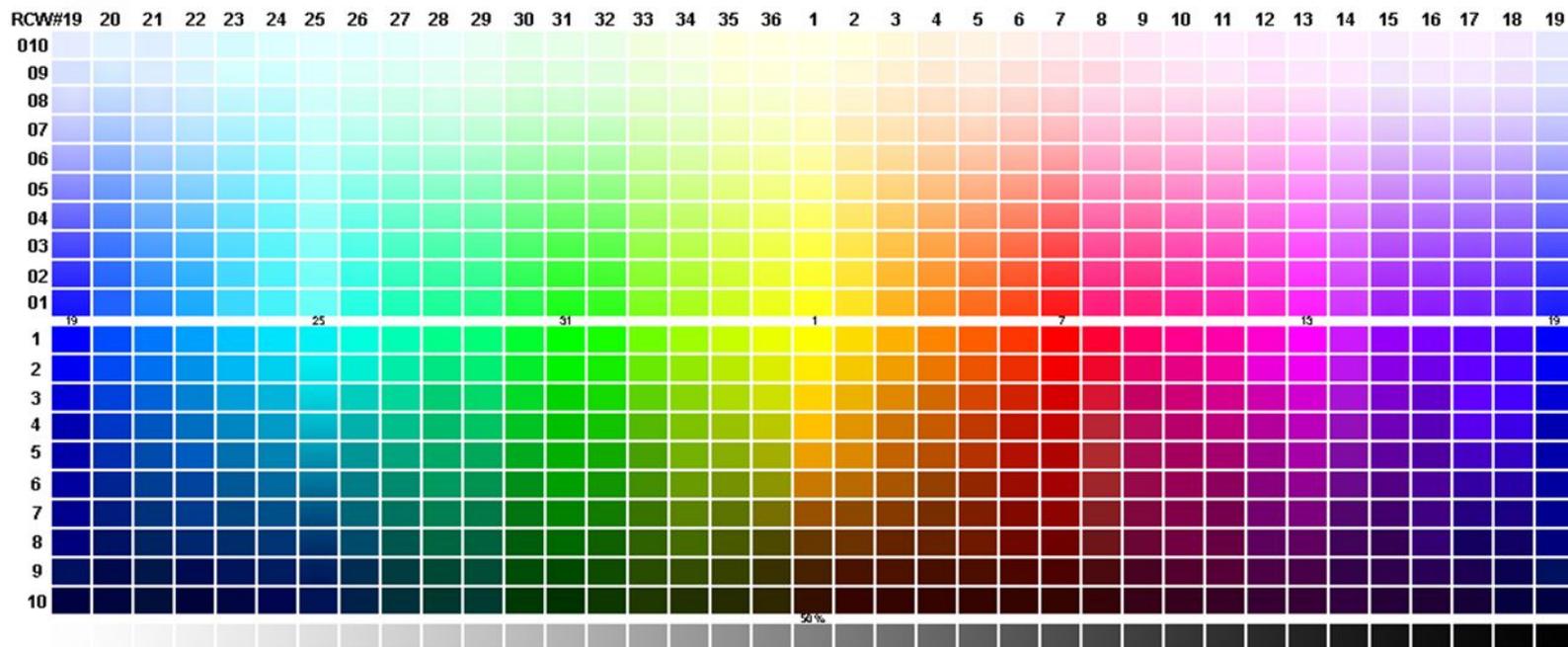
Глубина цвета	Количество отображаемых цветов
1 (монохромная)	$2^1=2$
2	$2^2=4$
4	$2^4=16$
8	$2^8=256$
16 (High Color)	$2^{16}=65\ 536$
24 (True Color)	$2^{24}=16\ 777\ 216$
32 (True Color)	$2^{32}=4\ 294\ 967\ 296$

Хроматические цвета



Модель индексированного цвета

- В модели индексированного цвета цветовое пространство не является непрерывным.
- Так же, как в штриховой модели, **число цветов здесь ограничено.**



Модель индексированного цвета

- Число цветов в модели индексированного цвета может выбираться при составлении палитры.
- Как правило, размер палитры представляет собой целую степень двойки (4, 8, 16, 32, 64, 128 или 256 цветов).
- В палитру всегда включают черный и белый цвета.
- Одна из ячеек палитры резервируется под "прозрачный" цвет.

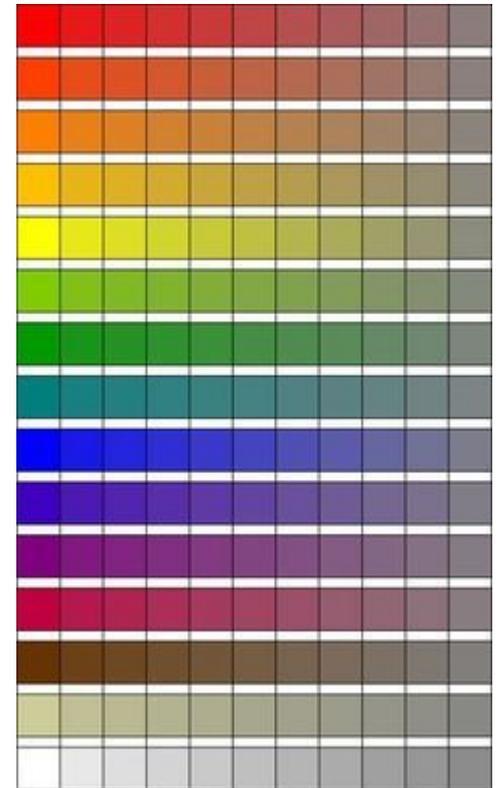
Модель индексированного цвета

- В зависимости от размера палитры **меняется глубина цвета индексированной модели.**
- Она может составлять от **2** до **8** битов на элемент изображения.
- При глубине цвета, равной **1**, индексированная модель цвета превращается в **штриховую.**

Палитра индексированного изображения

Палитра индексированного изображения может быть:

- стандартной
- локальной.



Стандартные палитры

- Стандартные палитры составляются заранее.
- Имеются стандартные палитры для наиболее распространенных операционных систем, обозревателей Web, шкалы градаций черного цвета и др.
- При работе со стандартными палитрами нет необходимости включать их в информационную модель изображения, поскольку они входят в состав прикладного и системного программного обеспечения.

Локальные палитры

- Локальные палитры строятся на основе анализа конкретного изображения.
- Эта процедура может проводиться вручную, но чаще средствами графических редакторов.
- При автоматическом построении палитры выбирается ее размер и алгоритм выбора образцов цвета.

Локальные палитры



На рис. представлено одно и то же изображение, преобразованное в индексированную модель с различной глубиной цвета.

а – глубина цвета 6 битов; *б* – глубина цвета 5 битов;
в – глубина цвета 4 бита

Индексированные модели

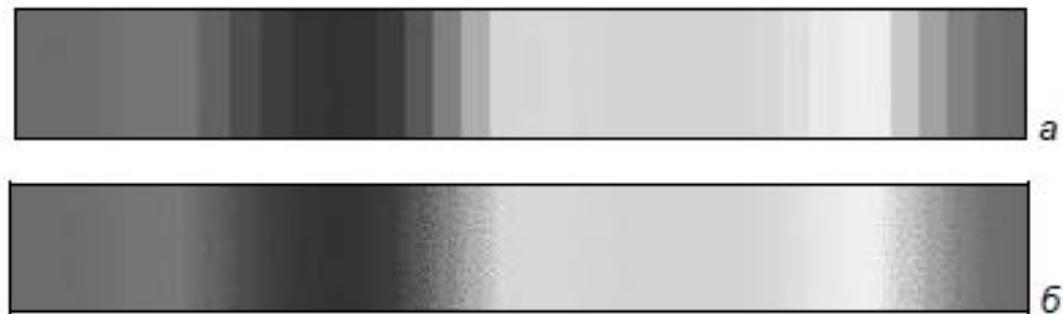
- Сегодня изображения с индексированной моделью цвета еще остаются в анимации и WWW, но для экранных приложений (компьютерных игр, тренажеров, мультимедийных презентаций) разработаны более совершенные цветовые модели.

Имитация цвета

- **Размер палитры ограничивает число цветов, которые могут одновременно присутствовать в изображении на основе индексированной модели цвета.**
- **Однако при работе с пиксельными изображениями и достаточно малом размере пикселей **визуально может восприниматься значительно больше цветов, чем имеется в палитре.****
- **Это достигается за счет имитации цвета (dithering) – приема, основанного на явлении визуального смыкания.**

Имитация цвета

- При имитации цвета **смежные пиксели изображения**, окрашенные цветами, выбранными из палитры, **визуально воспринимаются в виде более крупного пятна**, причем его цвет, образованный за счет смешивания цветов нескольких пикселей, в палитре не присутствует.
- На рис. в методических целях этот прием представлен для изображения со сравнительно большим размером пикселей.



Имитация цвета для монохромного индексированного изображения:
а – имитация отсутствует; б – имитация цвета по методу диффузии

Имитация цвета

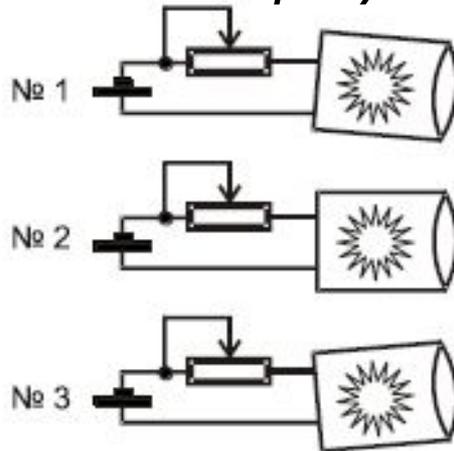
- Имитация цвета – важный прием, использующийся не только совместно с индексированной моделью, но и с **полноцветными моделями.**

Компьютерные цветовые модели

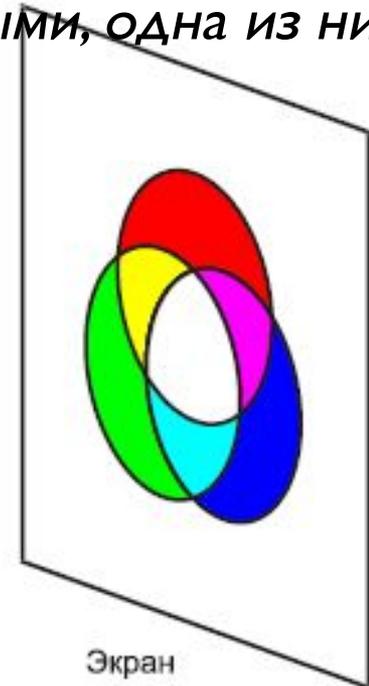
- Цветовые модели позволяют с помощью математического аппарата описать определенные цветовые области спектра.
- Цветовые модели описывают цветовые оттенки с помощью смешивания нескольких основных цветов.

Аддитивная модель

- **Аддитивными моделями цвета** (от англ. add – складывать) называются цветовые модели, в которых световой поток со спектральным распределением, визуально воспринимающимся как нужный цвет, создается на основе операции пропорционального смешивания света, излучаемого тремя источниками.
- *Схемы смешивания могут быть различными, одна из них представлена на рисунке.*



Источники света



Экран

Аддитивная модель

- Аддитивная модель цвета предполагает, что **каждый из источников света имеет свое постоянное спектральное распределение, а его интенсивность регулируется.**
- Существуют две разновидности аддитивной модели цвета: **аппаратно-зависимая и перцептивная.**
- В **аппаратно-зависимой модели** цветовое пространство зависит от характеристик устройства вывода изображения (монитора, проектора). Из-за этого одно и то же изображение, представленное на основе такой модели, при воспроизведении на различных устройствах будет восприниматься визуально немного по-разному.
- **Перцептивная модель** построена с учетом особенностей зрения наблюдателя, а не технических

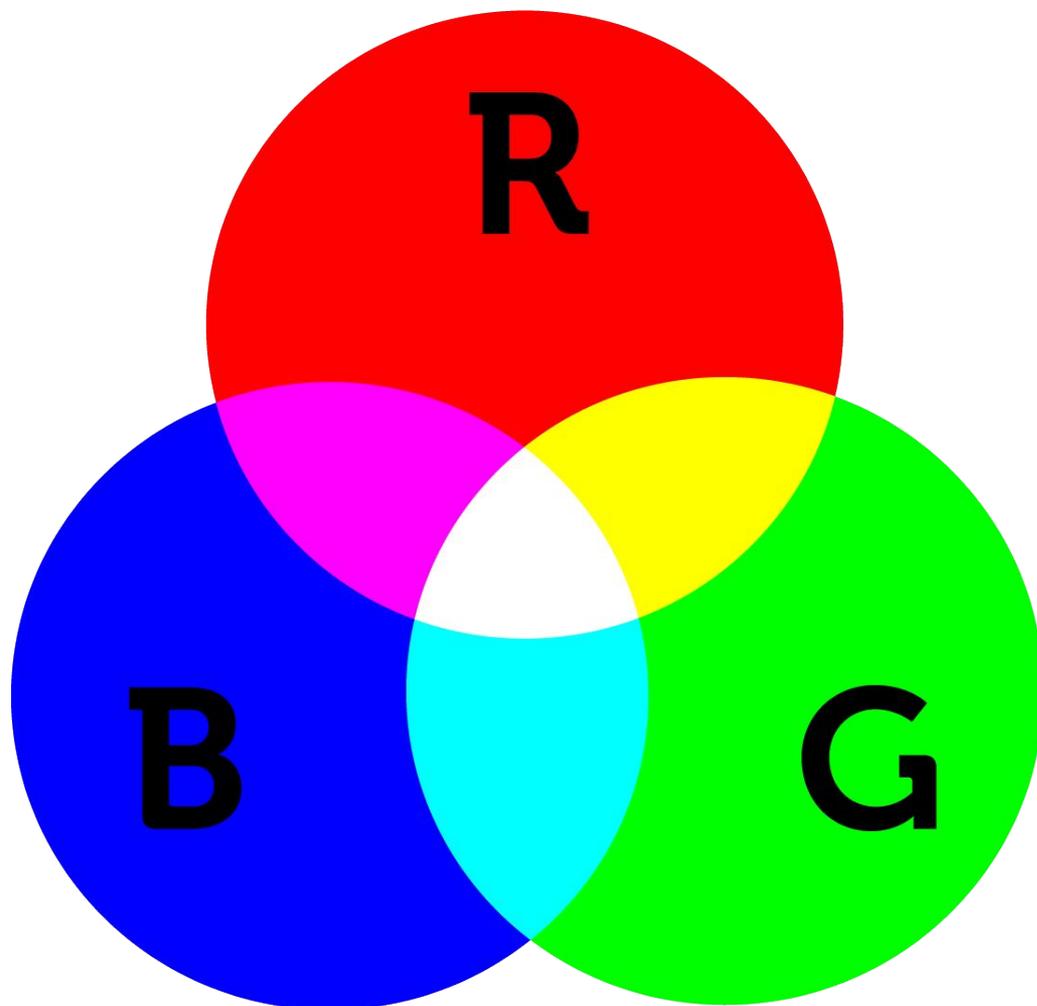
Цветовая модель RGB

Базовые цвета:

красного (Red),

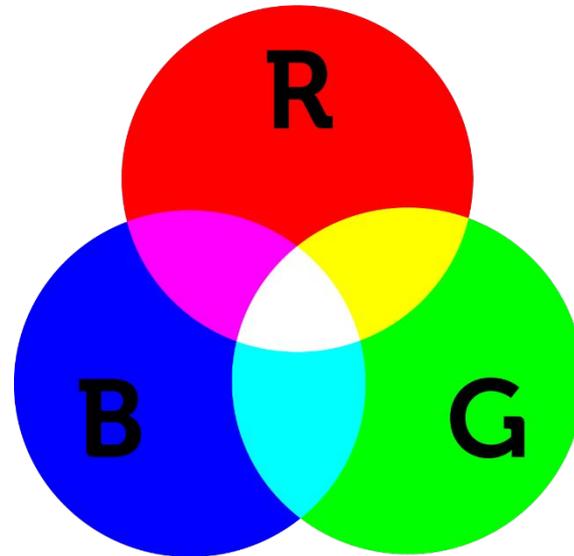
зеленого (Green) и

синего (Blue).



Цветовая модель RGB

- Красный, зеленый и синий цвета были выбраны в качестве базовых потому, что эти волновые диапазоны видимой части спектра максимально удалены друг от друга.
- Кроме того, они близки к диапазонам, на которые избирательно реагируют колбочки сетчатки.

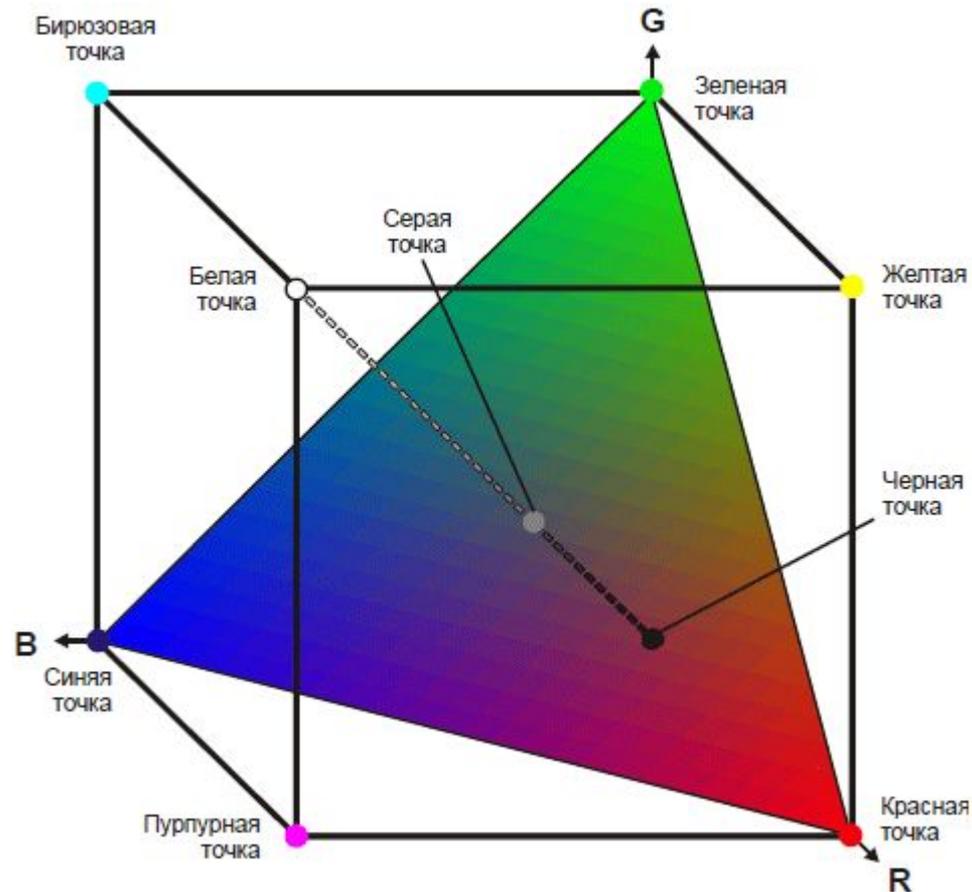


Цветовая модель RGB

- Цветовое пространство модели RGB непрерывно, но принято разбивать диапазоны интенсивности свечения источников на 256 интервалов.
- **Нулевое значение** соответствует **отсутствию свечения.**
- **255** – **максимальной интенсивности,** которую обеспечивает источник света.

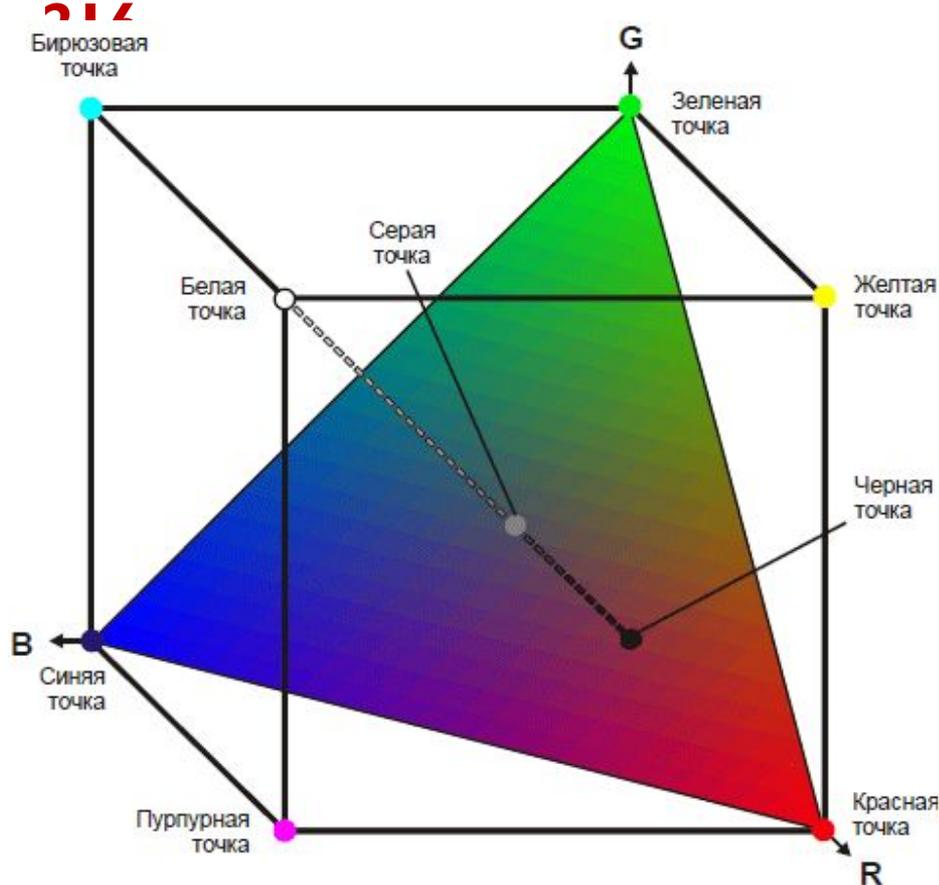
Цветовая модель RGB

- На рисунке цветовое пространство RGB представлено в виде куба в декартовой системе координат, в которой каждая из осей соответствует интенсивности свечения одного из источников базового цвета.



Цветовое пространство модели RGB

- На гранях куба, определяющего цветовое пространство, и внутри него каждой точке соответствует свой цвет.
- При разбиении каждой из осей цветовых координат на 256 интервалов глубина цвета модели составляет **24 бита**. Это означает, что в ней имеется **2^{24} цветов**, т. е. **16 777 216**



$$2^{24} = 16777216$$

Цветовое пространство модели RGB

- В задачах, требующих высокой точности воспроизведения цвета, может устанавливаться удвоенная глубина цвета **48 битов** и даже учетверенная – **96 битов**.

$$2^{48} = 281474976710656$$

$$2^{96} = 79228162514264337593543950336$$

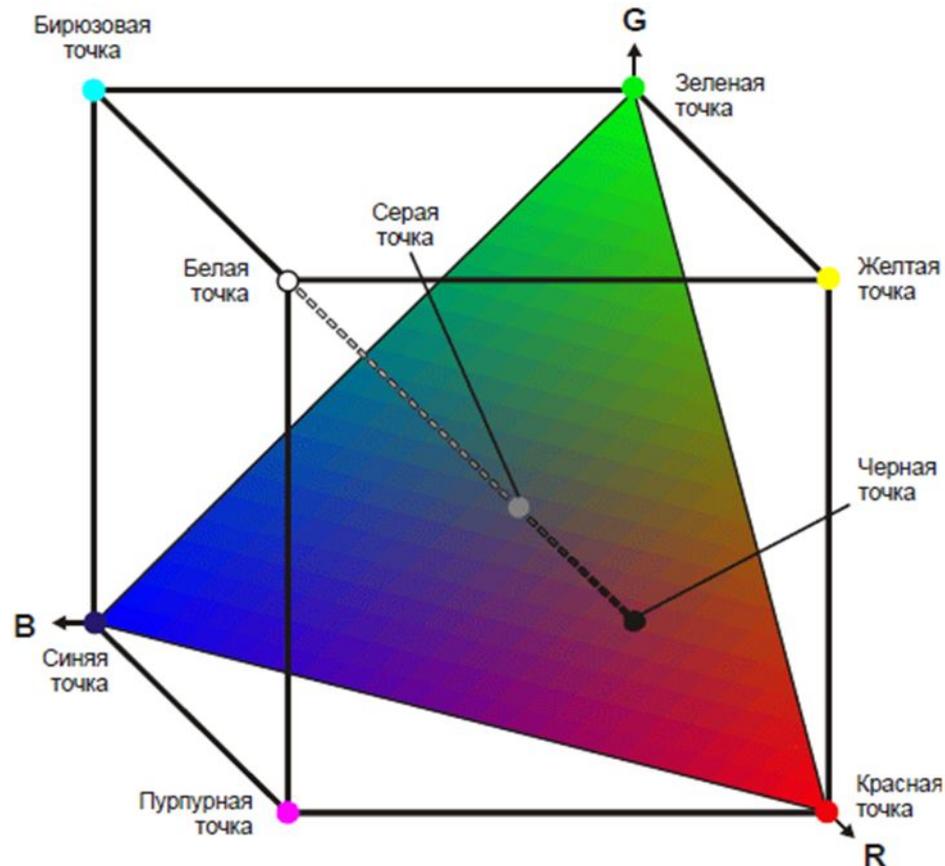
- Конечно, при этом соответственно **вдвое или вчетверо увеличивается объем памяти**, необходимый для размещения информационной модели изображения.

Цветовое пространство модели RGB

- Местоположение любой точки (а значит, и любого цвета) **в цветовом пространстве задается тремя числами**, соответствующими значениям цветовых координат.
- Запись этих чисел в виде **$RxGyBz$** (где x , y и z – целые числа от 0 до 255) называется **формулой цвета RGB**.

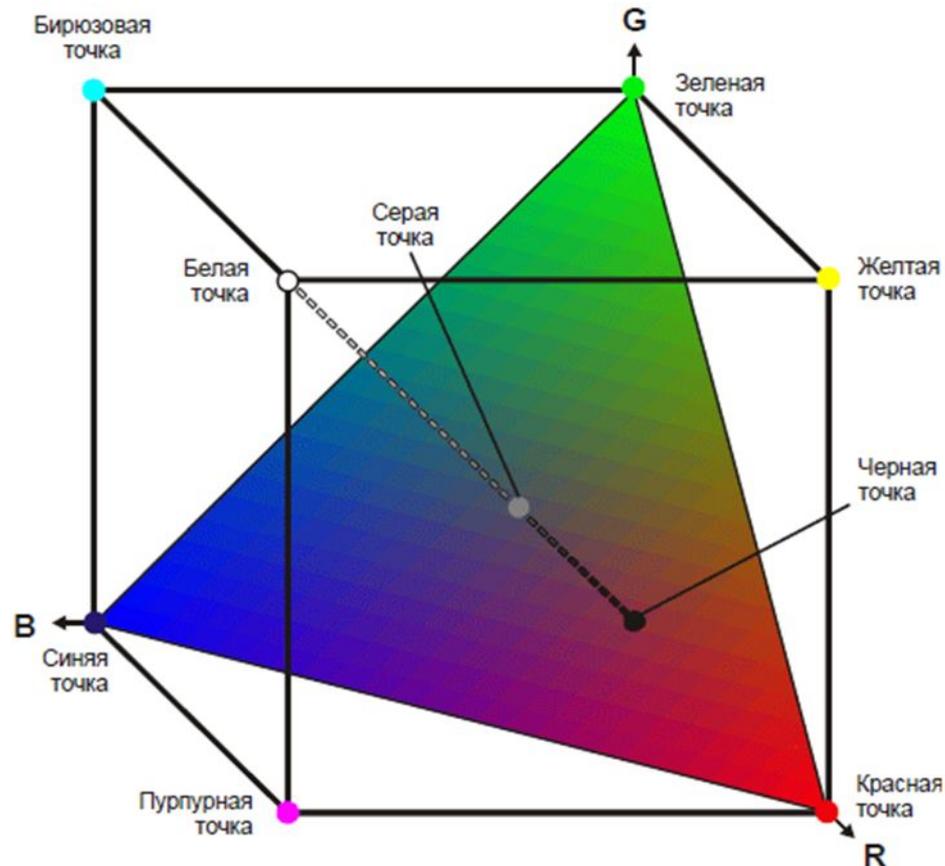
Цветовое пространство модели RGB

- Формуле цвета **R255G255B255** соответствует "белая" точка, в ней интенсивность свечения всех источников максимальна.



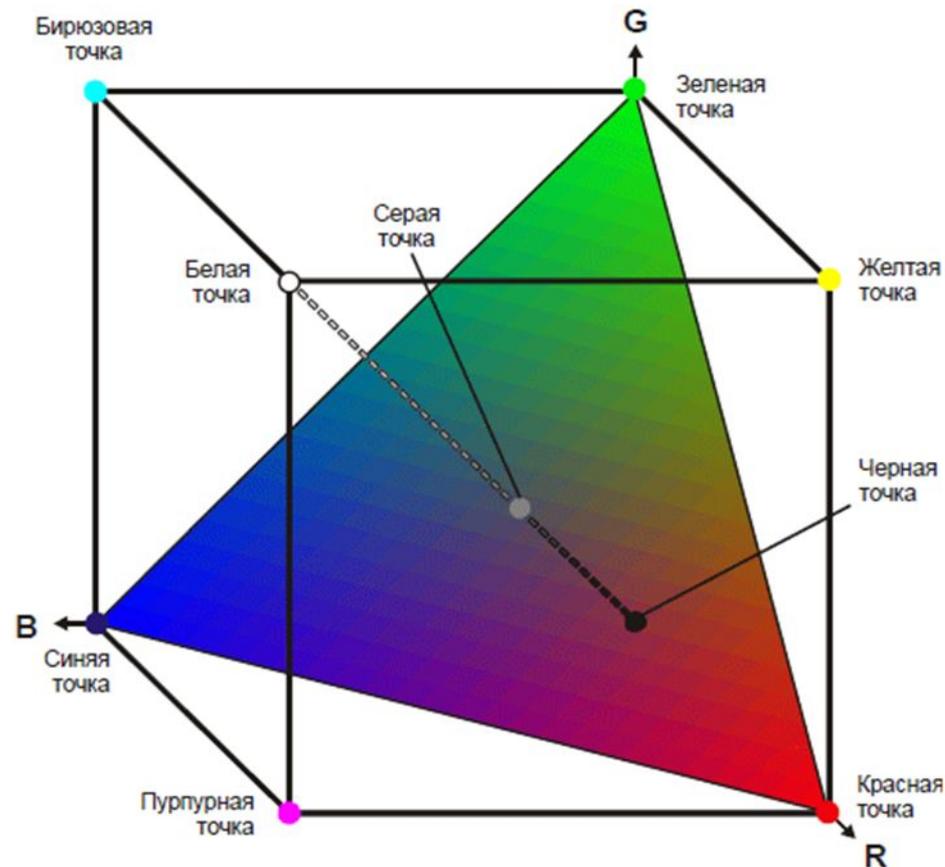
Цветовое пространство модели RGB

- На пересечении диагоналей куба расположена "серая" точка **R127G127B127**, определяющая цвет, который в компьютерной графике называется **нейтральным серым**.



Цветовое пространство модели RGB

- Точки, лежащие на осях цветковых координат, соответствуют оттенкам базовых цветов модели RGB. Наиболее удалены от начала координат "красная" **R255G0B0**, "зеленая" **R0G255B0** и "синяя" **R0G0B255** точки.



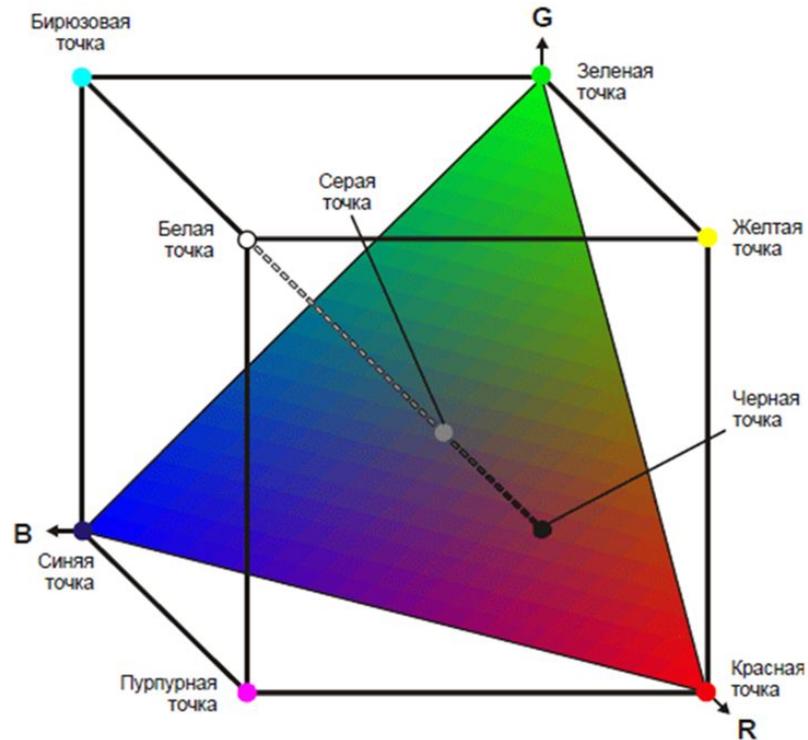
Кодирование цвета

Искомый цвет	10-чный код R,G,B	16-чный код
красный	(255,0,0)	FF0000
зеленый	(0,255,0)	00FF00
синий	(0,0,255)	0000FF
желтый, оранжевый	(255,255,0)	FFFF00
голубой	(0,255,255)	00FFFF
фиолетовый	(255,0,255)	FF00FF
белый	(255,255,255)	FFFFFF
черный	(0,0,0)	000000
серый	(128,128,128)	808080

Цветность и треугольник

цветности

- Большое значение имеет треугольник цветности, представляющий собой лежащую в пределах цветового пространства часть плоскости, проходящей через «красную», «синюю» и «зеленую» точки.



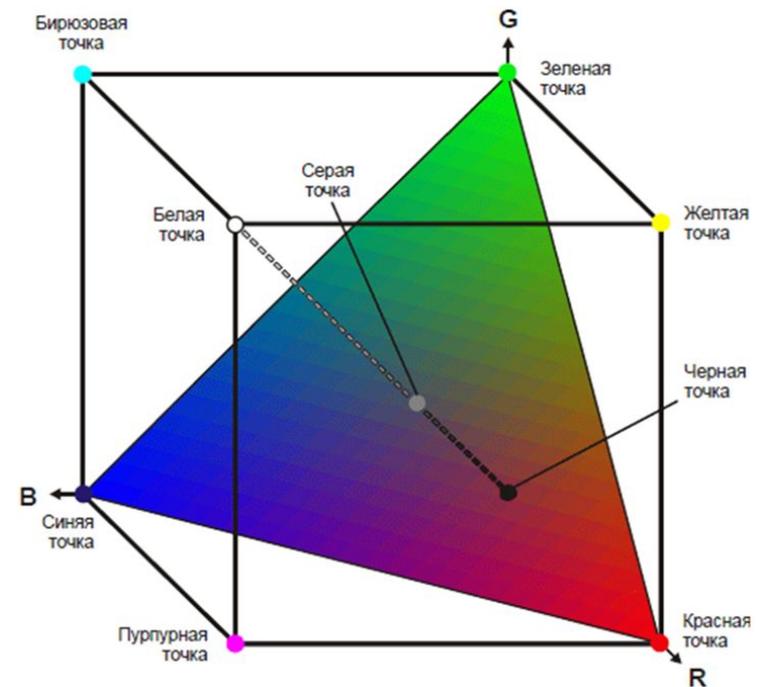
Цветность и треугольник

ЦВЕТНОСТИ

- Принадлежащие треугольнику точки называются **точками единичного цвета**.
- **Цветностью или хроматикой цвета** в компьютерной графике называется характеристика, имеющая одинаковое значение для всех оттенков одного цвета и различные значения для любой пары оттенков разных цветов.

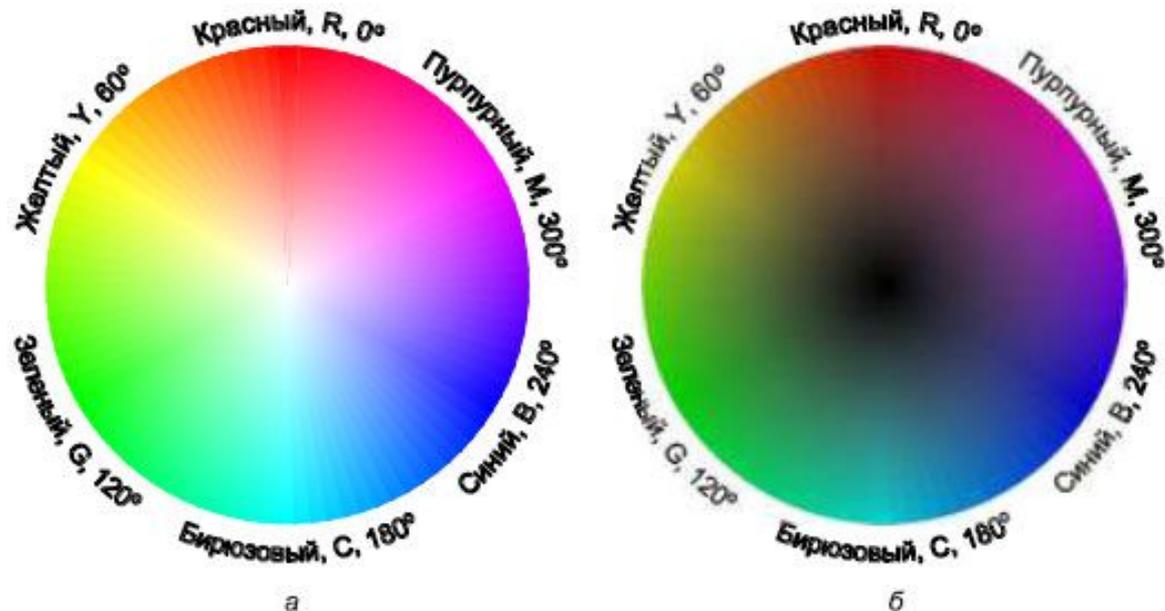
Оттенки получаются из спектрально чистого цвета смешиванием его с черным или белым.

Цветность определяет, в каком месте спектра располагается цвет.



Цветовой круг

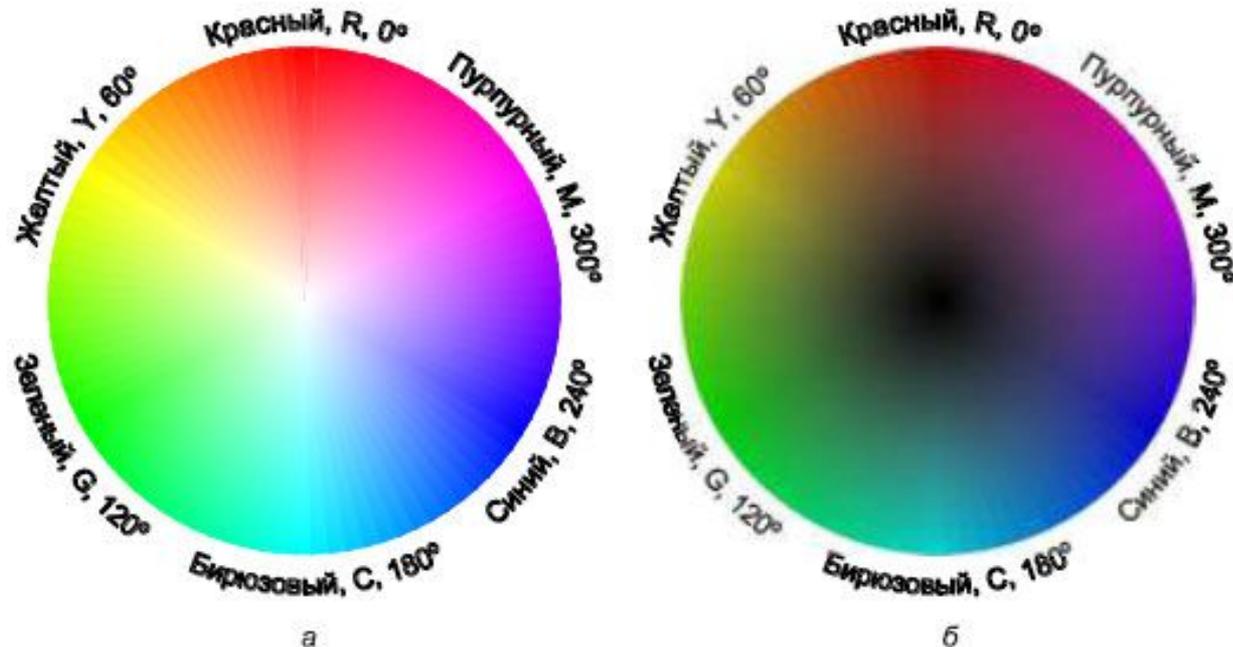
- Понятие цветности лежит в основе очень широко распространенной в компьютерной графике абстракции – **цветового круга**.
- **Цветовым кругом** называется диаграмма, в которой по окружности расположены спектральные цвета, в центре – ахроматическая точка, а радиусам соответствуют монохромные шкалы.



Цветовой круг: а – с белым цветом в центре; б – с черным цветом

Цветовой круг

- Красный цвет условно принято изображать сверху цветового круга, а соответствующему радиусу присваивать нулевое направление.
- На цветовом круге цветность любого цвета выражается величиной угла, который составляет соответствующий ему радиус с нулевым направлением.
- Таким образом, цветность желтого цвета составляет 60° , зеленого – 120° , красного – 0° .



Достоинства модели RGB

- Главные достоинства модели цвета RGB состоят в ее простоте, наглядности и в том, что любой точке ее цветового пространства соответствует визуально воспринимаемый цвет.
- Благодаря простоте этой модели она легко реализуется аппаратно. В частности, в мониторах управляемыми источниками света с различным спектральным распределением служат микроскопические частицы люминофора трех видов. Они хорошо заметны через увеличительное стекло, но при рассматривании монитора невооруженным глазом из-за явления визуального смыкания видно непрерывное изображение.
- Интенсивность светового излучения в мониторах на основе электроннолучевых трубок регулируется с помощью трех электронных пушек, возбуждающих свечение люминофоров.

Недостатки модели RGB

- I. Недостаточность цветового охвата. Независимо от размера цветового пространства модели цвета RGB, в ней невозможно воспроизвести много воспринимаемых глазом цветов (например, спектрально чистые голубой и оранжевый). У таких цветов в формуле цвета RGB имеются отрицательные значения интенсивностей базового цвета, а реализовать не сложение, а вычитание базовых цветов при технической реализации аддитивной модели очень сложно.

Недостатки модели RGB

2. Невозможность единообразного воспроизведения цвета на различных устройствах из-за того, что базовые цвета этой модели зависят от технических параметров устройств вывода изображений. Поэтому, строго говоря, единого цветового пространства RGB не существует, области воспроизводимых цветов различны для каждого устройства вывода. Более того, даже сравнивать эти пространства численно можно только с помощью других моделей цвета.

Стандартные цветовые пространства RGB

Многие программы компьютерной графики позволяют сегодня работать со стандартными цветовыми пространствами RGB, из которых наиболее часто применяются:

- **sRGB** – так называемое стандартное пространство RGB.

Характеристики базовых цветов этого цветового пространства выбраны так, чтобы его можно было без искажений цвета воспроизводить на любых мониторах, даже невысокого класса.

Широко применяется в графике для Web, любительской цифровой фотографии, печати на недорогих цветных принтерах. В профессиональной фотографии и полиграфии практически не применяется из-за сравнительно узкого цветового охвата – за границами этого цветового пространства лежит более половины видимых глазом цветов.

Стандартные цветовые пространства RGB

- **Adobe RGB (1998)** – расширенное цветовое пространство RGB.

Первоначально это цветовое пространство разрабатывалось в рамках стандарта телевидения высокой четкости, затем получило распространение в профессиональной фотографии и сканировании изображений на сканерах высокого качества.

Цветовой охват этого пространства почти на треть шире, чем у sRGB, и за счет этого на устройствах низшего класса (недорогих сканерах, мониторах, фотокамерах) многие цвета этого пространства воспроизводятся неточно.

Стандартные цветовые пространства RGB

- **Adobe RGB (1998)** – расширенное цветовое пространство RGB.

Первоначально это цветовое пространство разрабатывалось в рамках стандарта телевидения высокой четкости, затем получило распространение в профессиональной фотографии и сканировании изображений на сканерах высокого качества.

Цветовой охват этого пространства почти на треть шире, чем у sRGB, и за счет этого на устройствах низшего класса (недорогих сканерах, мониторах, фотокамерах) многие цвета этого пространства воспроизводятся неточно.

Стандартные цветовые пространства RGB

- **Wide Gamut RGB** – цветовое пространство с теоретически максимальным цветовым охватом для модели RGB.

В качестве базовых цветов выбраны чистые спектральные цвета. При стандартной глубине цвета слишком много цветов из цветового охвата этого пространства становятся недоступными, поэтому для работы необходима глубина цвета 48 бит и выше.



Модели XYZ и xyY.

**Субтрактивная цветовая
модель.**

Модель HSB

Перцептивные цветовые модели

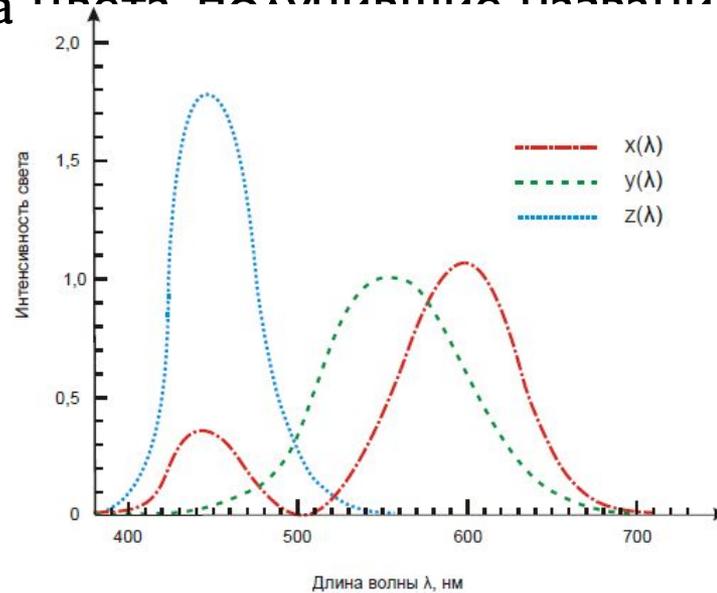
- Для определения и проверки эталонных базовых цветов стандартизированных цветовых пространств **RGB** применяют перцептивные цветовые модели **XYZ** или **Lab**.

Перцептивные цветовые модели - Модели XYZ и xyY

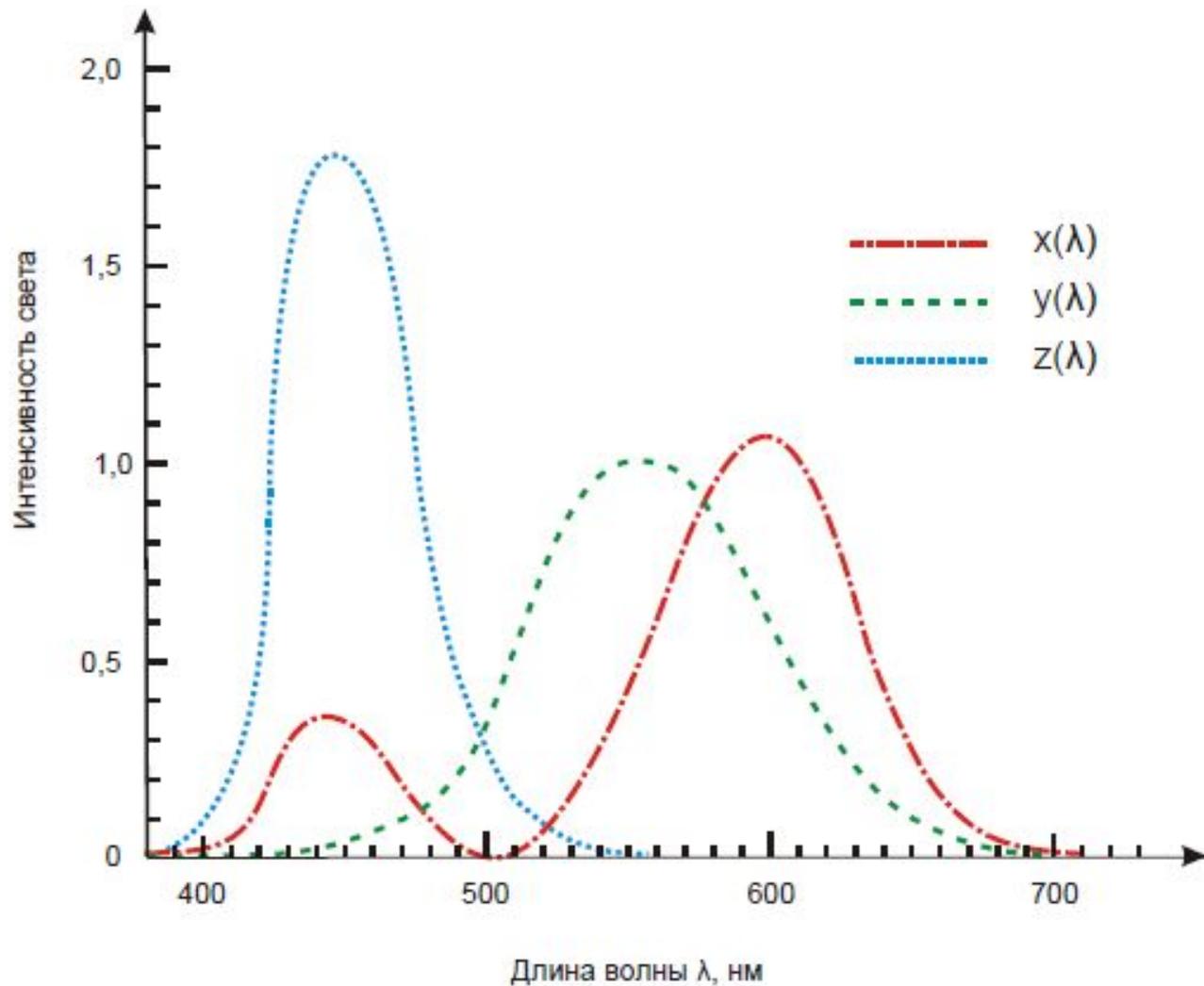
- Термин "**перцептивный**" происходит от слова perception – **восприятие**.
- Таким образом, **перцептивная модель цвета – это модель, основанная на особенностях восприятия цвета человеком.**

Модель XYZ

- По результатам исследований, проведенных над группой наблюдателей, была определена **усредненная цветовая реакция на световые потоки с различным спектральным распределением** (т. н. стандартный наблюдатель).
- В результате были определены спектральные распределения для базовых световых потоков аддитивной схемы синтеза цвета, доминирующие излучения **X, Y и Z**



Модель XYZ



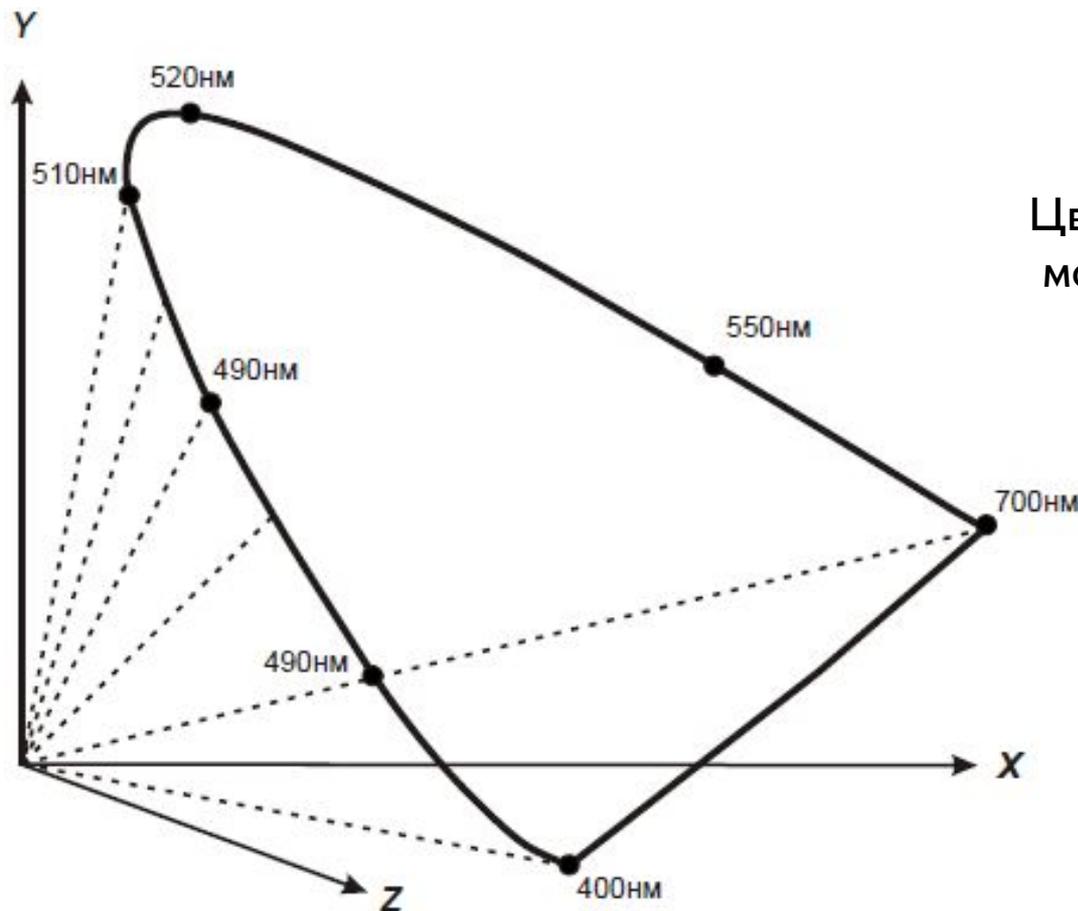
Спектральное распределение источников света в цветовой модели XYZ

Модель XYZ

- Смешивая световые потоки от источников с таким спектральным распределением, можно синтезировать любой цвет спектра.
- Следует отметить, что X, Y и Z нельзя называть базовыми цветами, – **таких цветов в природе не существует.** Кроме того, и не любое сочетание значений этих цветовых координат соответствует видимому цвету.
- Поэтому цветовые пространства моделей цвета XYZ и RGB существенно различаются.

Модель XYZ

- Цветовые пространства моделей цвета XYZ и RGB существенно различаются.



Цветовое пространство модели цвета XYZ

Модель xuY

- Поскольку работать с объемным представлением цветового пространства в виде неправильного конуса не слишком удобно, на практике чаще пользуются нормированным цветовым пространством, получившим название xuY .



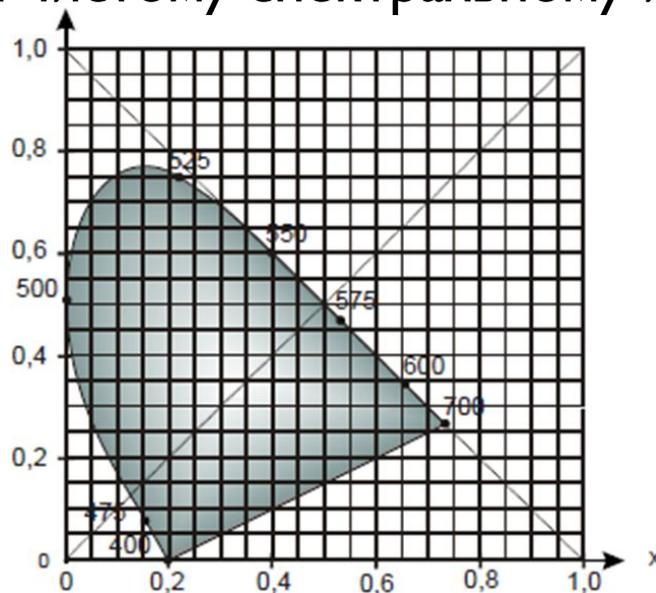
приведено графическое представление нормированной модели цвета xuY - цветовая диаграмма CIE 1931

Особенности цветовой диаграммы CIE x_uY

- Так же, как и треугольник цветности модели RGB, она включает в себя по одному оттенку всех цветов, визуально воспринимаемых стандартным наблюдателем. *Таким образом, диаграмма представляет собой графическое отображение цветового охвата человеческого глаза – **ЛОКУС**.*
- Чистые спектральные цвета, соответствующие излучению только одной из частот видимой части спектра, расположены в ней на криволинейной части границы – **ЛИНИИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЦВЕТНОСТИ**.

Особенности цветовой диаграммы CIE x₁y₁

- В середине хроматической области цветовой диаграммы расположена ахроматическая точка, цветность которой не определена. Эта точка называется также *точкой опорного белого цвета*.
- При смещении из этой точки по прямой, соединяющей ее с любой точкой границы цветовой диаграммы, определяется *насыщенность цвета*, т. е. цвет становится ближе к чистому спектральному и менее бледным.

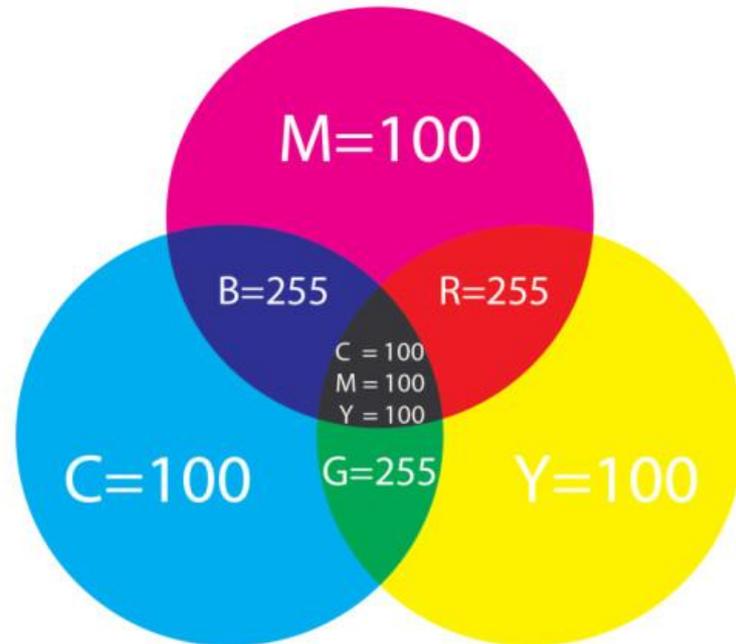


Субтрактивная модель

- **Субтрактивными моделями цвета** (от англ. subtract – вычитать) называются цветовые модели, в которых световой поток со спектральным распределением, визуально воспринимающимся как нужный цвет, создается за счет пропорционального вычитания из исходного белого светового потока его отдельных спектральных диапазонов.

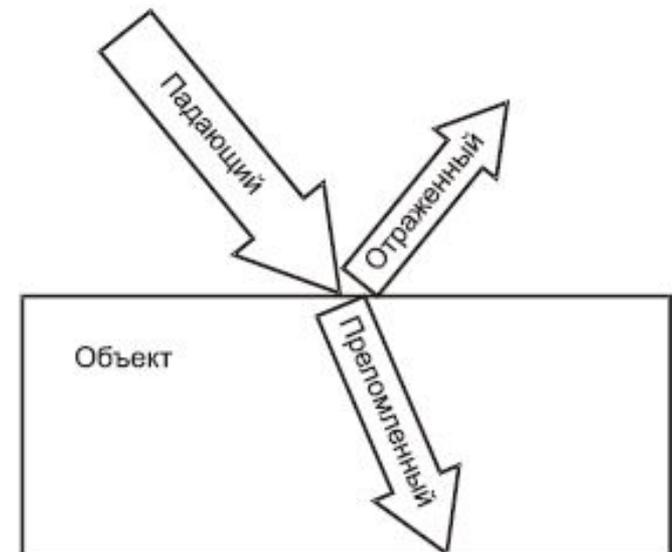
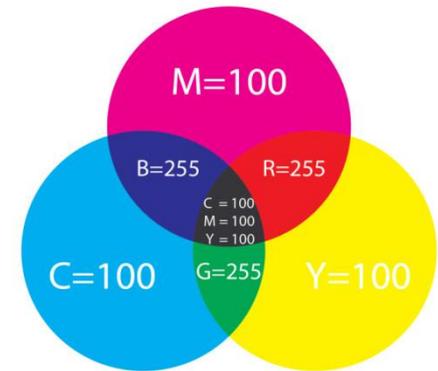
Субтрактивная модель

В компьютерной графике и полиграфии принято обозначать эти цвета по первым буквам их английских названий: Cyan, Magenta, Yellow



Субтрактивная модель

- Выбор именно этих цветов в качестве базовых обусловлен природой образования цвета отраженным светом.
- При отражении светового потока от окрашенного листа бумаги бирюзовая краска избирательно поглощает волны, относящиеся к красному цвету, и отражает все остальные.
- Чем больше этой краски нанесено на лист, тем сильнее поглощается красный спектральный компонент светового потока.
- Таким образом, с помощью бирюзовой краски можно управлять красным спектральным компонентом отраженного потока света.



Субтрактивная модель

- Пурпурная краска поглощает зеленый спектральный компонент светового потока, отражая все остальные световые волны.
- Желтая краска поглощает синий спектральный компонент, отражая все остальное. Отметим, что в цветовом круге бирюзовый и красный, пурпурный и зеленый, желтый и синий расположены на концах соединяющих их диаметров.



Субтрактивная модель

- На любой участок поверхности бумаги можно нанести от 0 до 100 % краски, поэтому цветовые координаты субтрактивной модели принято разделять на 100 интервалов.
- Поэтому **формула цвета** для такой модели выглядит следующим образом: **Ca%Mb%Yc%.**
- *Например:*
формула, соответствующая 50 %-му оттенку красного цвета - **C50%M100%Y100%**

Субтрактивная модель

- К сожалению, на практике даже удовлетворительное воспроизведение **черного** с помощью красок хроматических базовых цветов невозможно.
- В красках имеются примеси, степень размола пигмента в них может меняться, и в результате **при нанесении на бумагу трех базовых красок по 100 % получается не сочный черный цвет, а темный оттенок коричневого.**
- Кроме того, оттенки черного, полученные применением равных количеств красок базовых цветов, оказываются засоренными посторонним цветом на всем протяжении ахроматической шкалы.

Субтрактивная модель

- Из-за этого дешевые струйные принтеры, работавшие с тремя цветными чернильницами СМУ, больше не выпускают.
- Для компенсации описанного недостатка субтрактивной цветовой модели в ее состав ввели **дополнительный базовый цвет – черный**.
- Черная краска применяется в цветной офсетной печати для улучшения качества теней, оттенков черного и воспроизведения ахроматических фрагментов изображения.
- Таким образом, в модифицированной версии **субтрактивной цветовой модели (СМУК)** имеется **четыре базовых цвета – буквой "К" обозначается черный**.

Субтрактивная модель

- Каждый из четырех параметров модели СМҮК представляет собой целое число, которое может изменяться **в пределах от 0 до 100**.
- Для хранения четырех таких чисел в двоичной форме достаточно **4 x 7 = 28 битов**, но в большинстве реализаций под каждое число в дескрипторе информационной модели цвета отводят не 7, а **8 битов**.
- Поэтому считается, что **глубина цвета в модели СМҮК равна 32 битам на элемент изображения**.

Субтрактивная модель

Недостатки субтрактивной модели такие же, как у модели RGB:

- аппаратная зависимость, причем в большей степени, чем у аддитивной модели, и ограниченный цветовой охват.

Для борьбы с этими недостатками применяют:

- дополнительные базовые цвета,
- системы управления цветом ,
- печать плашечными цветами.

Модели HSB и HSL

- Мы уже упоминали такие характеристики цвета, как цветность, насыщенность и яркость. Уточним их определения.
- **Цветность (цветовой тон)** или хроматика – числовая характеристика, имеющая одинаковое значение для всех оттенков одного цвета и различные значения для любой пары оттенков разных цветов. Определяет расположение цвета в спектре.

Цветность

- В компьютерной графике **цветность** обозначают первой буквой слова **hue** (оттенок) – **H**.
- Цвета с различной цветностью описывают названиями на естественном языке (например, голубой, оранжевый) или указывают их местоположение на цветовом круге в градусах.
- Например, **зеленому цвету** соответствует значение **H120°**, а **синему** – **H240°**.



Насыщенность

- **Насыщенность** – числовая характеристика цвета, задающая соотношение между количеством энергии, переносимой световыми волнами, лежащими в диапазоне, соответствующем цветности, и всеми остальными волнами светового потока.
- Она эквивалентна величине, на которую хроматический цвет отличается от равного ему по яркости ахроматического.

Насыщенность

- Цветам с различной насыщенностью ставят в соответствие выраженную в процентах относительную величину, определяющую местоположение заданного цвета на монохроматической шкале, в которой цветом переднего плана является чистый спектральный цвет, а фоновым – белый.
- Насыщенность 50 означает, что мы имеем дело с 50 %-ным оттенком спектрального цвета.
- В компьютерной графике насыщенность обозначают первой буквой слова **saturation** (**насыщенность**) – **S**.

Насыщенность

- На цветовом круге цвета равной насыщенности располагаются вдоль concentрических окружностей, а все степени насыщенности одного цвета можно проследить вдоль радиуса, соединяющего белую точку в центре и точку спектрального цвета на окружности.



Яркость

- **Яркость** – это энергетическая характеристика света, пропорциональная энергии, переносимой световым потоком.
- Визуально она воспринимается как величина, на которую цвет отличается от черного.
- В пределах курса компьютерной графики яркость рассматривается в связи с ее визуальным восприятием как **величина, дополнительная к количеству черного, добавленного в какой-либо другой цвет.**
- В компьютерной графике яркость обозначают первой буквой слова **brightness (яркость) – В.**
- **Яркость измеряется в процентах**, причем 00 % соответствует черному цвету, 100 % – отсутствию добавленного черного.

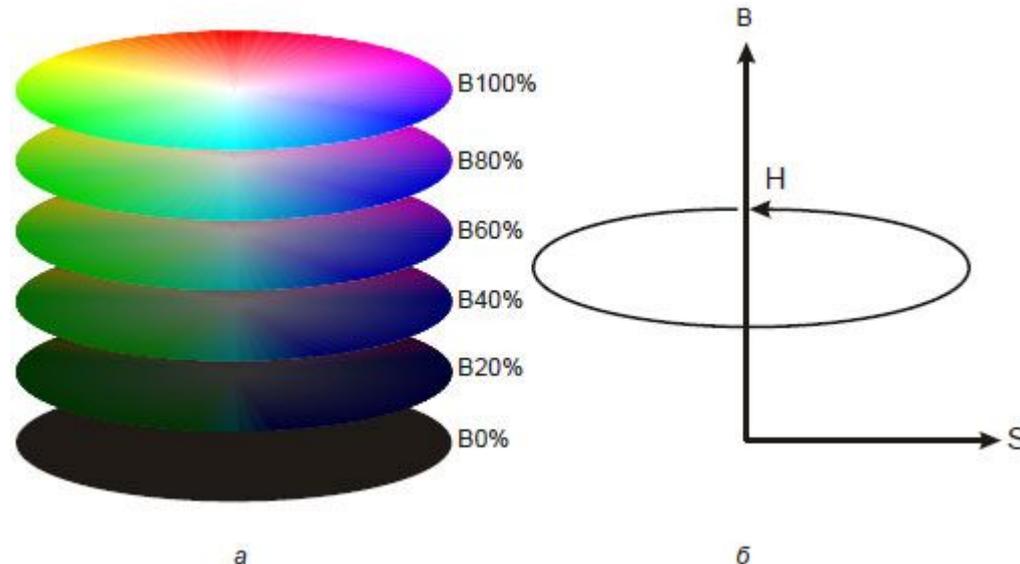
Яркость

- На цветовом круге цвета равной яркости располагаются вдоль концентрических окружностей, а все степени яркости одного цвета можно проследить вдоль радиуса, соединяющего черную точку в центре и точку спектрального цвета на окружности.



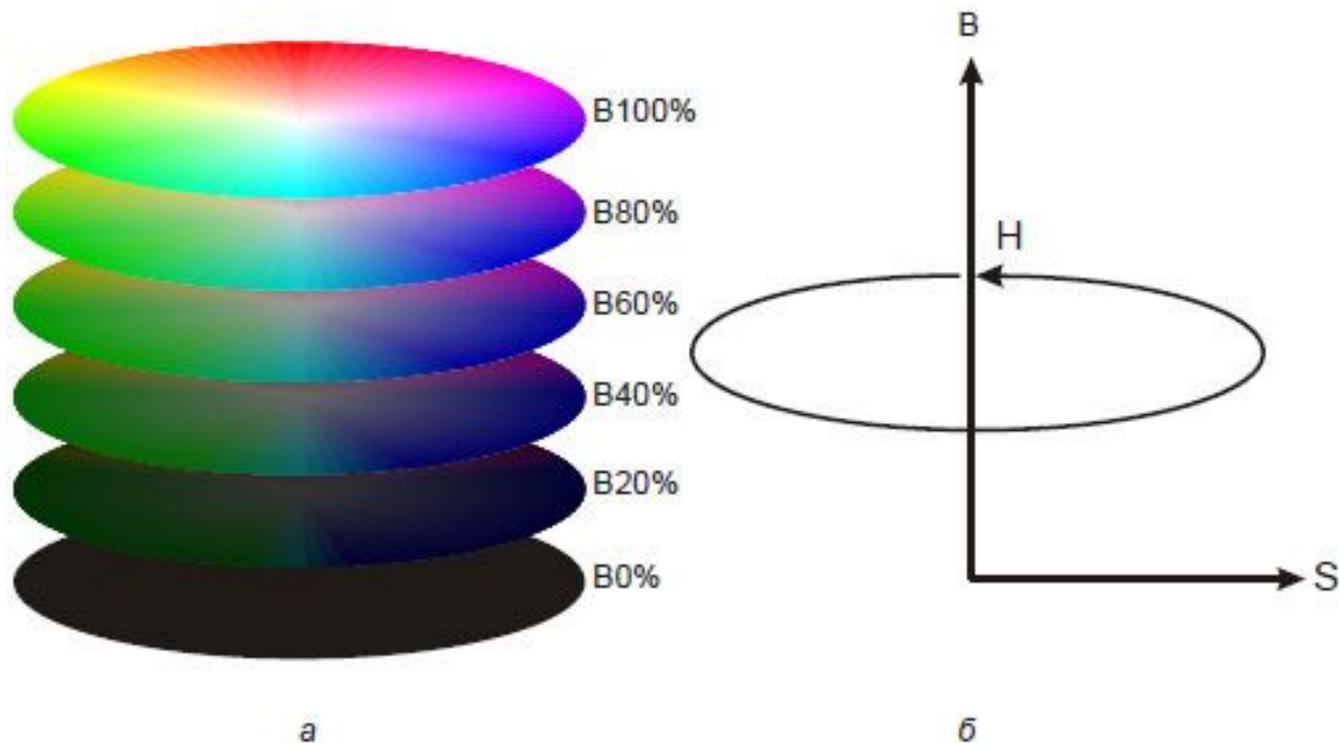
Цветовая модель HSB

- На основе цветности, насыщенности и яркости построена **цветовая модель HSB**.
- Важную роль в ней играет цветовой круг.
- Цветовое пространство этой модели можно рассматривать как "стопку" лежащих друг на друге модификаций цветного круга.



Цветовая модель HSB

- Нижнее основание стопки – цветовой круг с яркостью цветов $V0\%$. Визуально он воспринимается как черный.
- Верхнее основание – цветовой круг, в котором все цвета располагают максимальной яркостью в 100%



а – сечения цветового пространства, соответствующие фиксированным значениям яркости; б – устройство системы цветовых координат

Недостатки модели HSB

- Модель HSB относительно проста и хороша для восприятия, а также удобна в работе, **но перед выводом на экран представленные в соответствии с ней цвета приходится преобразовывать в цветовое пространство RGB**, а перед выводом на печать – в цветовое пространство CMYK.
- Второй существенный недостаток этой модели состоит в **нелинейности визуального восприятия яркости**.

Светлота

- В силу физиологических особенностей зрения, хроматические цвета с одинаковым значением яркости (например, желтый и фиолетовый) не выглядят одинаково светлыми.
- Для устранения этого недостатка была **введена искусственная характеристика цвета – светлота (lightness).**

Модель HSL

- **Светлотой** называется характеристика визуального восприятия яркости цвета. Цвета с равными значениями светлоты выглядят одинаково яркими.
- Модификация цветовой модели HSB с заменой **яркости** на **светлоту** называется **HSL**.

Модель Lab

- В основе концепции цветового круга и построенных на его основе моделей цвета HSB и HSL лежит применение монохромных шкал, в которых в качестве одного из базовых цветов используется ахроматический цвет (черный или белый).
- Именно этот выбор является причиной неравноконтрастности – явления, из-за которого расстояние между точками цветового пространства не пропорционально визуальной степени различия соответствующих им цветов.

Модель Lab

- Для измерения цвета (колориметрии) это очень существенный недостаток, а без колориметрии невозможно точное воспроизведение цвета в полиграфии.
- Поэтому в 1976 году CIE предложила цветовую модель, специально разработанную для достижения равноконтрастности – **Lab**.