

НОЧУ ВПО

«Институт гуманитарного образования и информационных технологий»

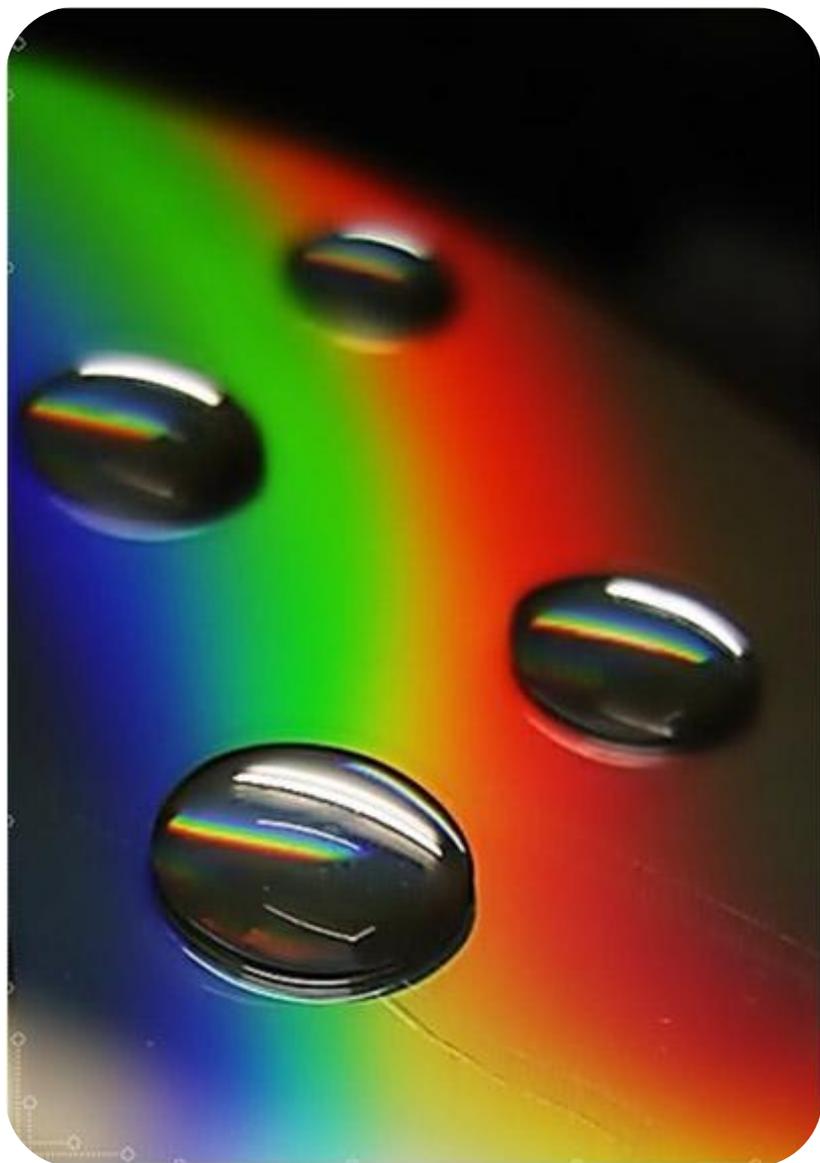
# **Модели цветообразования**

**к.т.н., доц. Манкевич А.В.**

## Определения

**Цветовая модель** - это система представления широкого диапазона цветов на основе ограниченного числа доступных красок в полиграфии или цветовых каналов в мониторах.

**Цветовое разрешение (глубина цвета)** определяет метод кодирования цветовой информации, и от чего зависит то, сколько цветов на экране может отображаться одновременно.



Человеческий глаз лучше  
всего воспринимает  
**красный, зеленый, синий**  
цвета

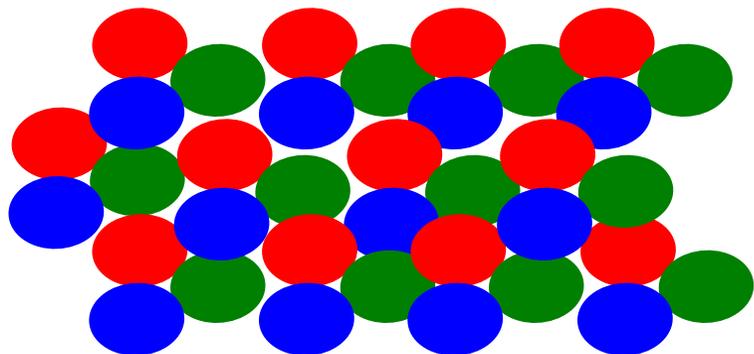
# Формирование изображения



Изображение на экране монитора, телевизора или напечатанное принтером на листе бумаги кажется нам непрерывным, сплошным.

Однако, изображение состоит из отдельных светящихся или отражающих точек, т.е. оно **дискретизировано**.

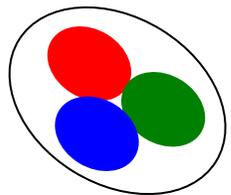
Экран телевизора при близком рассмотрении: изображение состоит из отдельных светящихся точек красного, зеленого и синего цветов.



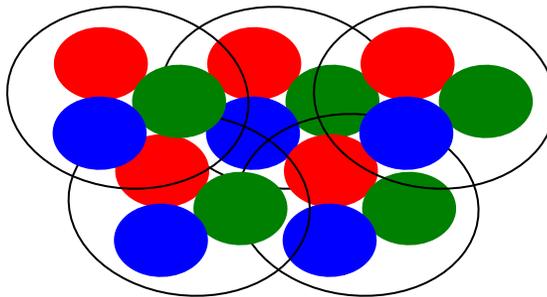
мозаика точек люминофора  
на экране монитора, телевизора

# Формирование изображения

Соседние точки люминофора красного, зеленого и синего цветов образуют **триаду точек**, которая воспринимается нами как одна точка, цвет которой зависит от интенсивности составляющих цветов (**RGB**)



Триада точек на экране

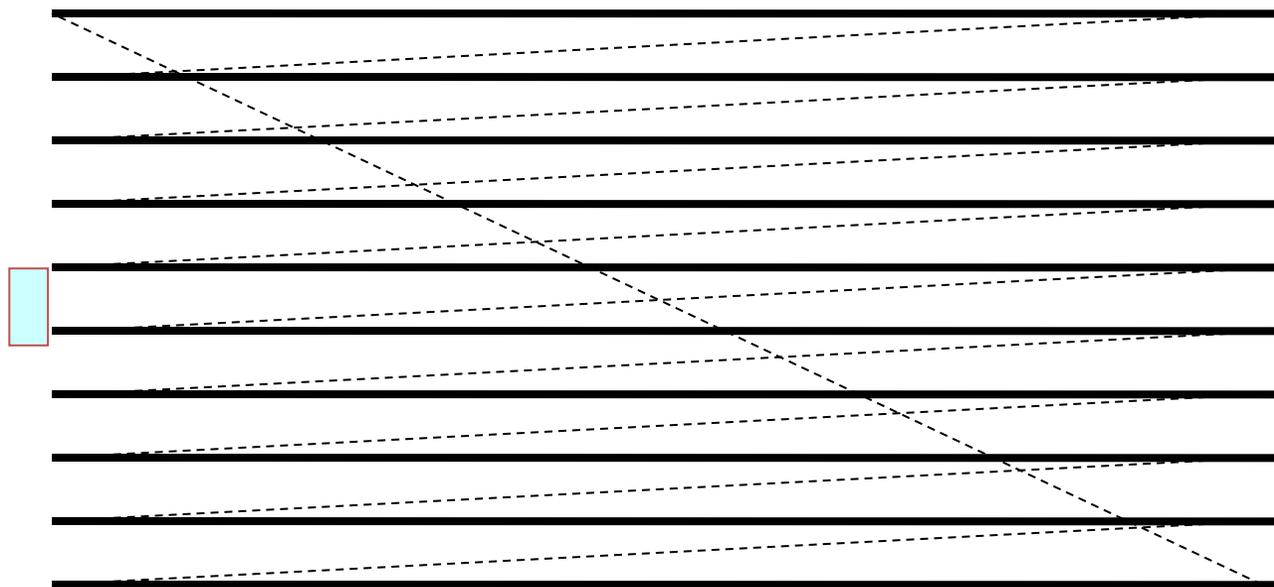


фрагмент экрана монитора из нескольких триад

При формировании изображения на экране используются **свойства нашего зрения**:

1. Объекты, имеющие малое угловое разрешение, глаз не различает – они сливаются в один объект.
2. Инертность зрения – глаз не успевает различить отдельные объекты, если они "мелькают" перед глазами с частотой свыше 20 Гц (больше 20 объектов в секунду).

# Формирование изображения на экране



Модулированный электронный луч очень быстро пробегает экран монитора, формируя один кадр



линии, создающие изображение



линии обратного хода (погашены)

# Формирование одного кадра на экране кинескопа (замедлено)

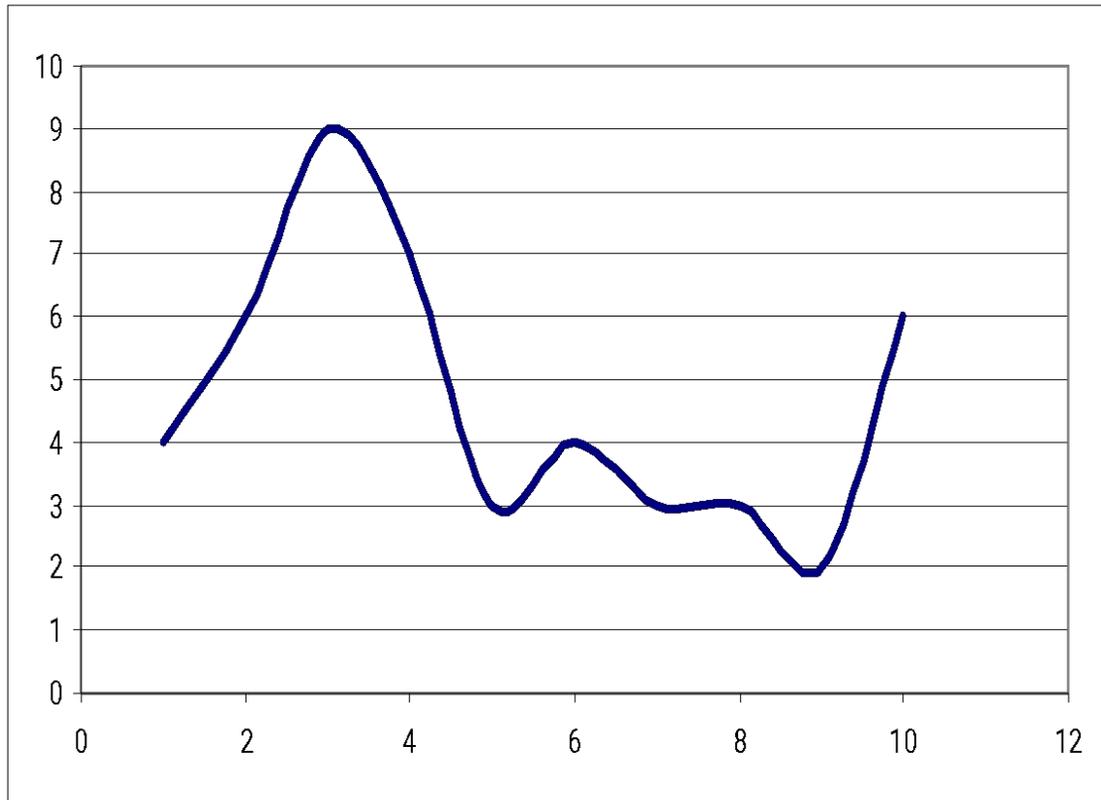
В секунду меняется 50-100 кадров, создавая эффект непрерывного движения

# Формирование изображения

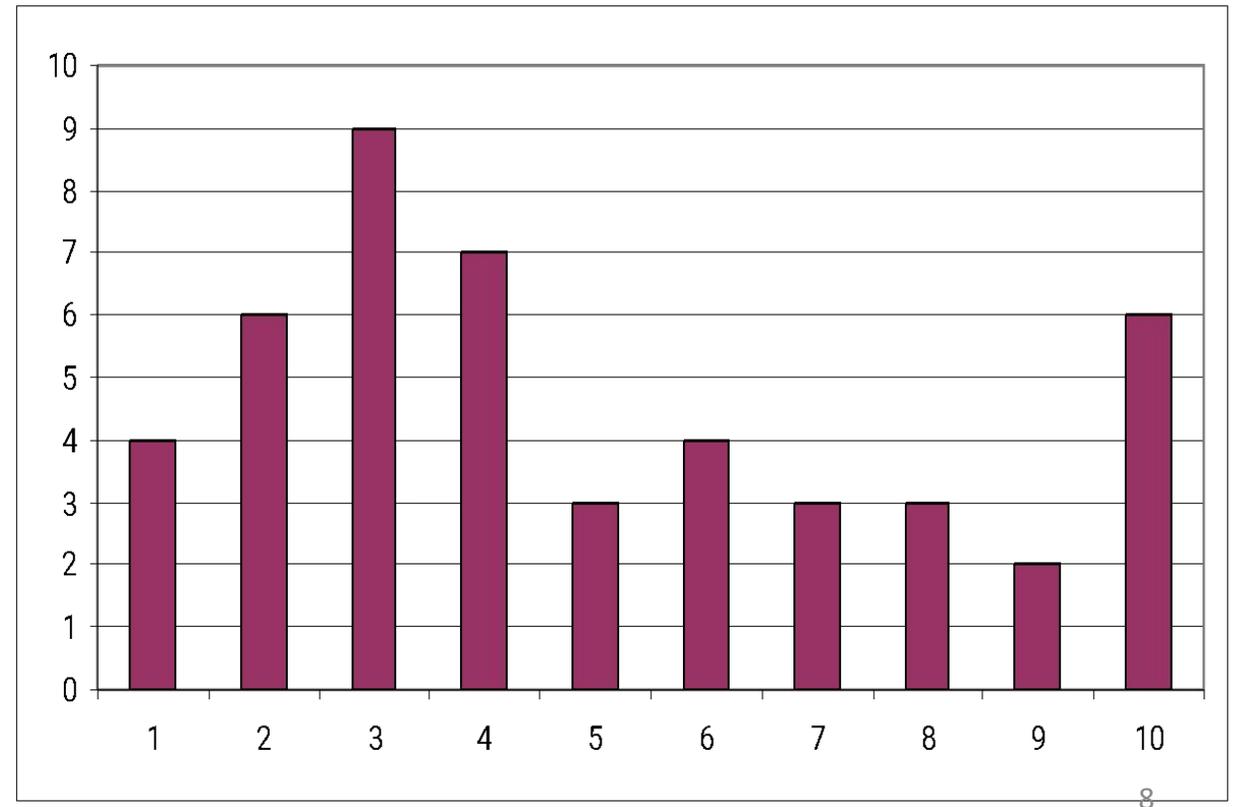
Таким образом, изображение на экране дискретизировано, т.е. разбито на отдельные маленькие участки – **пиксели**, совокупность которых образует **растр**.

ДИСКРЕТИЗАЦИЯ (оцифровка  
сигнала) →

аналоговый сигнал



цифровой сигнал



# Схемы цветообразования

## МОДЕЛИ ЦВЕТООБРАЗОВАНИЯ

**RGB**

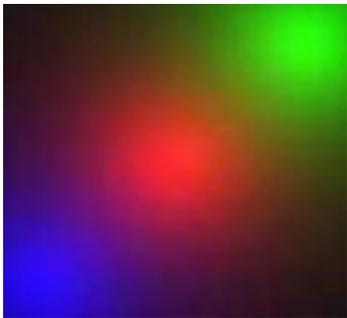
Модель основана на сложении трех основных излучающих цветов

**RED** – красный

**GREEN** – зеленый

**BLUE** – синий

АДДИТИВНАЯ МОДЕЛЬ



**CMYK**

Модель основана на вычитании трех основных отраженных цветов

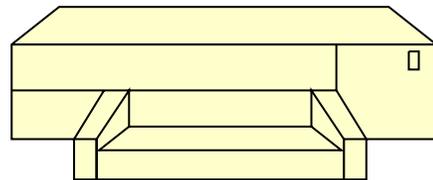
**CIAN** - голубой

**MAGENTA** – пурпурный

**YELLOW** – желтый

**BLACK** -черный

СУБТРАКТИВНАЯ  
МОДЕЛЬ



**HSB**

Модель основана на особенностях восприятия глазом цветов и оттенков

**HUE** – цветовой тон

**SATURATION** – насыщенность

**BRIGHTNESS** - яркость



**LAB**

Аппаратно – независимая модель, соответствующая особенностям человеческого зрения

- **Яркость**

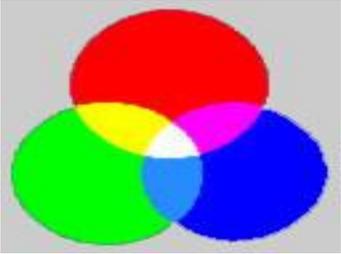
- **Хроматические параметры:**

**a** – от зеленого до красного;

**b** – от синего до желтого

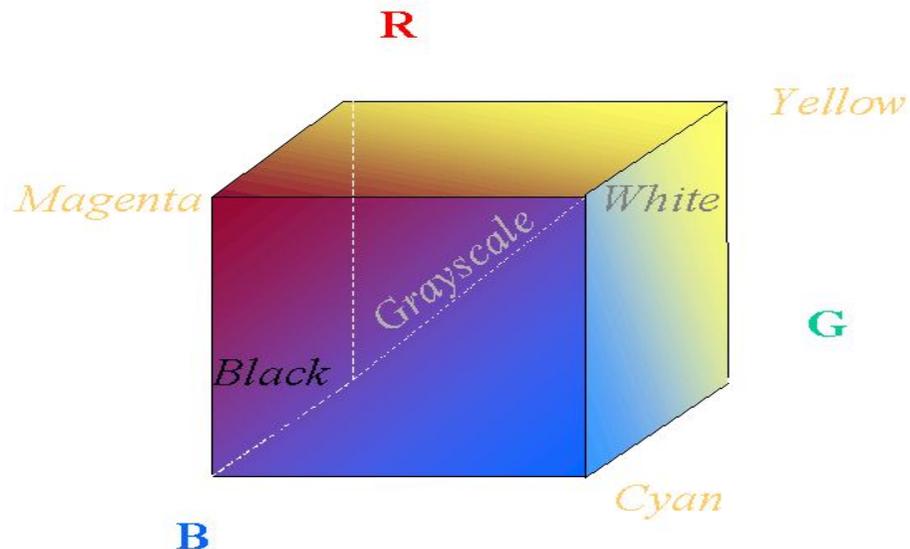
# Схемы цветообразования

## МОДЕЛЬ RGB

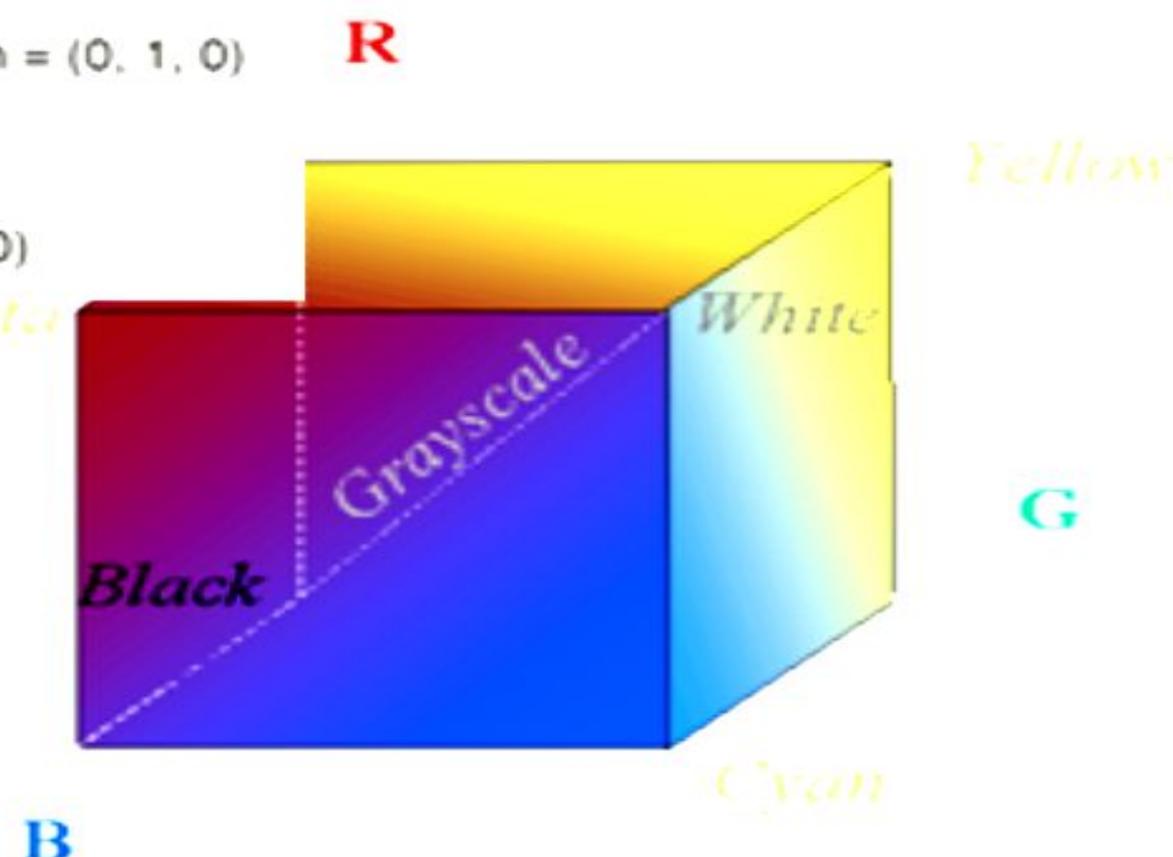
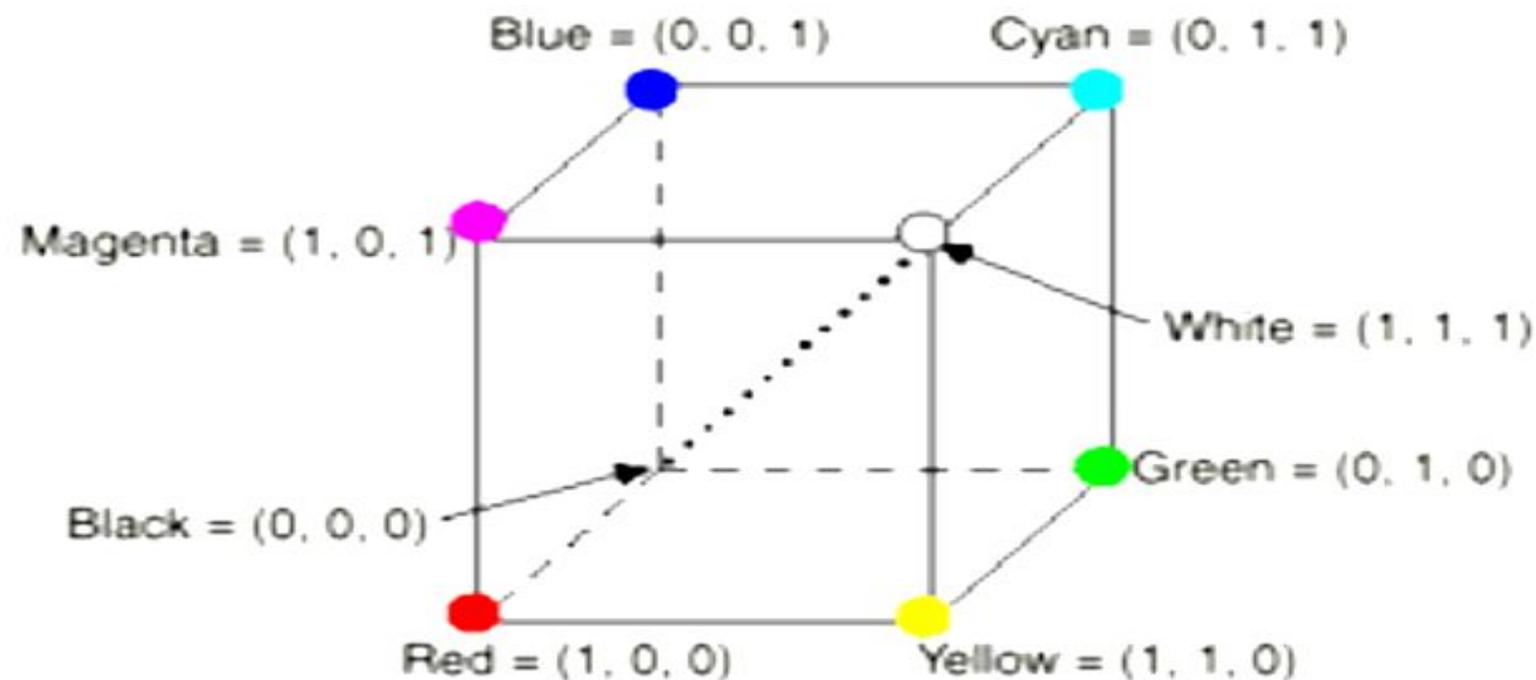


Эта модель описывает излучаемые цвета. Она является трехканальной, основана на трёх основных (базовых) цветах: **красный (Red)**, **зелёный (Green)** и **синий (Blue)**.  
Остальные цвета получаются сочетанием базовых

В компьютере каждый канал кодируется одним байтом, т.е. каждый базовый цвет может принимать значения от 0 до 255 (в десятичной) или от 00 до FF (в шестнадцатеричной)

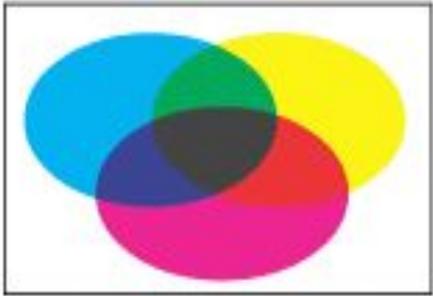


- пространственное представление модели RGB в виде куба



<b>КРАСНЫЙ</b>	<b>ЗЕЛЕНый</b>	<b>СИНИЙ</b>	<b>ЦВЕТ</b>
0	0	0	<b>ЧЕРНЫЙ</b>
255	0	0	<b>КРАСНЫЙ</b>
0	255	0	<b>ЗЕЛЕНый</b>
0	0	255	<b>СИНИЙ</b>
0	255	255	<b>ГОЛУБОЙ</b>
255	0	255	<b>МАЛИНОВЫЙ</b>
255	255	0	<b>ЖЕЛТЫЙ</b>
255	255	255	<b>БЕЛый</b>

# Схемы цветообразования



## МОДЕЛЬ CMYK

Модель описывает поглощаемые цвета. Основные цвета в CMYK - голубой (Cyan), пурпурный (Magenta), жёлтый (Yellow), получаются путем вычитания из белого основных цветов модели RGB

**ГОЛУБОЙ = БЕЛЫЙ - КРАСНЫЙ**

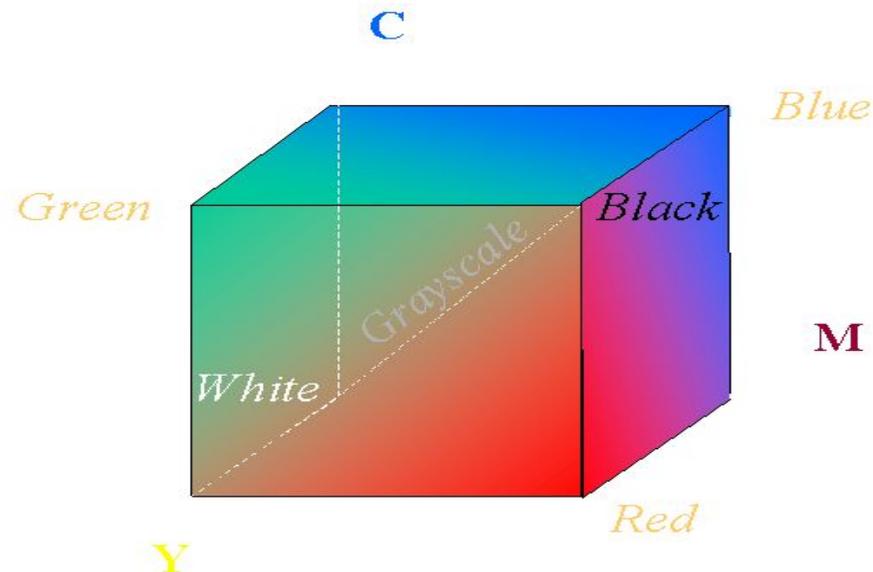
(поглощается бумагой красный)

**ПУРПУРНЫЙ = БЕЛЫЙ - ЗЕЛЁНЫЙ**

(поглощается бумагой зеленый)

**ЖЕЛТЫЙ = БЕЛЫЙ - СИНИЙ**

(поглощается бумагой синий)



- пространственное представление модели CMYK в виде куба

CMYK – основа полиграфии, добавлен черный цвет BLACK, четырехканальная модель



Субтрактивный - при увеличении яркости отдельных цветов результирующий цвет становится темнее.

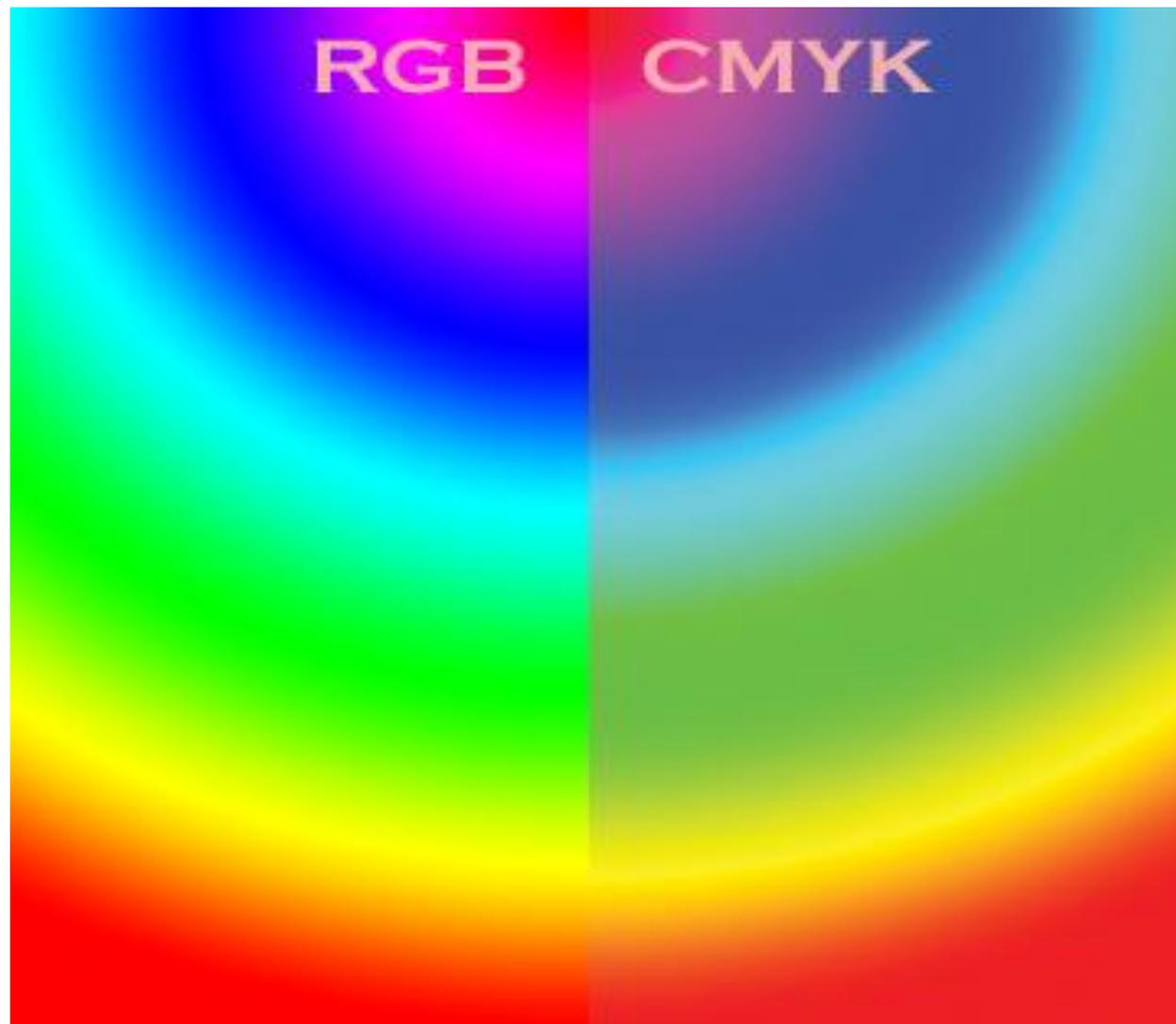
В палитре CMY каждый из цветов может менять свою интенсивность от 0 до 255.

0 – интенсивность цвета минимальна  
255 – интенсивность цвета максимальна

Из-за особенностей типографских красок смесь трех цветов дает не черный, а грязно – коричневый цвет. Поэтому к основным цветам добавляют еще и черный.

<b>ГОЛУБОЙ (НЕТ КРАСНОГО)</b>	<b>МАЛИНОВЫЙ (НЕТ ЗЕЛЕННОГО)</b>	<b>ЖЕЛТЫЙ (НЕТ СИНЕГО)</b>	<b>ЦВЕТ</b>
255	255	255	<b>ЧЕРНЫЙ</b>
0	255	255	<b>КРАСНЫЙ</b>
255	0	255	<b>ЗЕЛЕНый</b>
255	255	0	<b>СИНИЙ</b>
255	0	0	<b>ГОЛУБОЙ</b>
0	255	0	<b>МАЛИНОВЫЙ</b>
0	0	255	<b>ЖЕЛТЫЙ</b>
0	0	0	<b>БЕЛЫЙ</b>

# Отличие в воспроизведении цветов в моделях **RGB** и **CMYK**



# Схемы цветообразования

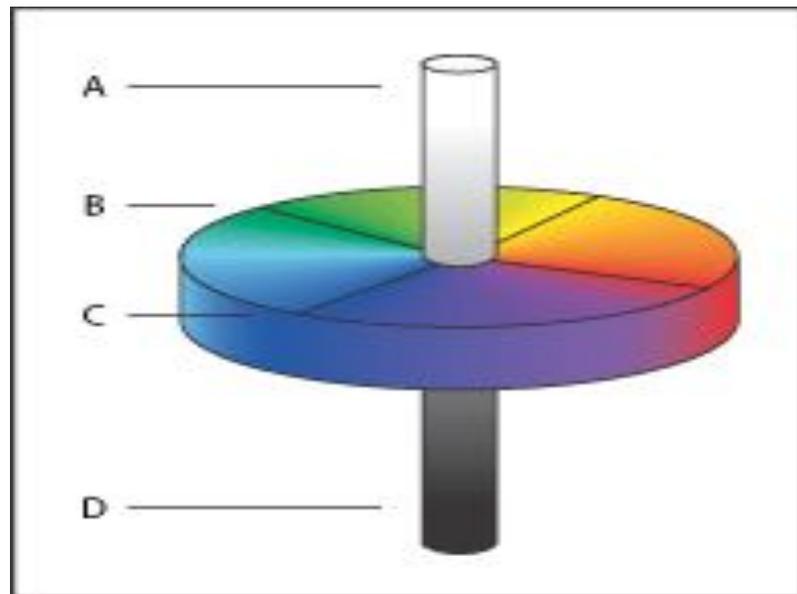


## МОДЕЛЬ HSB

**HSB** - модель, которая в принципе является аналогом RGB, основана на её цветах, но отличается системой координат.

**HSB** – 3-х канальная модель, характеризующаяся параметрами:

1. **HUE** – цветовой тон (цвет)
2. **SATURATION** – насыщенность (процент добавленной к цвету белой краски)
3. **BRIGHTNESS** – яркость (процент добавленной к цвету чёрной краски)



Любой цвет в HSB получается добавлением к основному спектру чёрной или белой, т.е. фактически серой краски

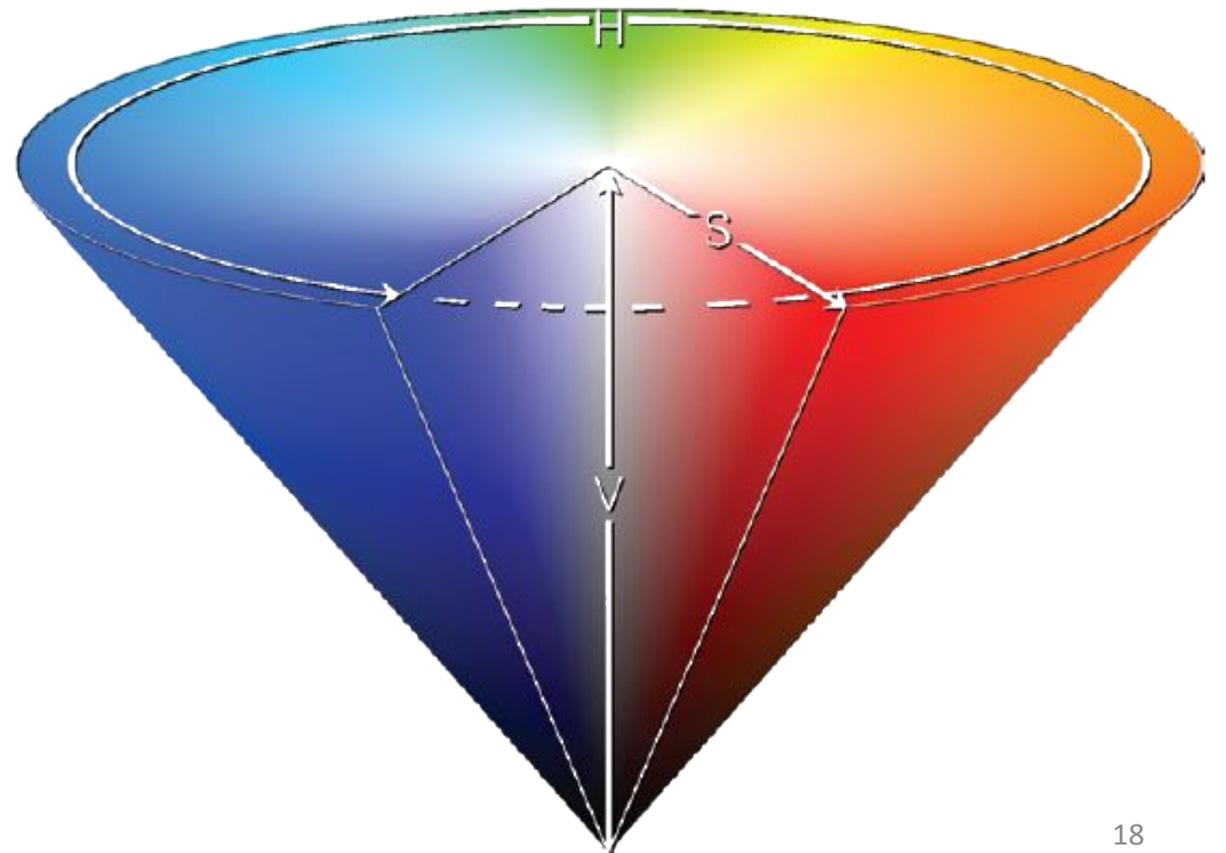
# Цветовая модель HSB

При работе в графических программах с помощью этой модели очень удобно подбирать цвет, так как представление в ней цвета согласуется с его восприятием человеком.

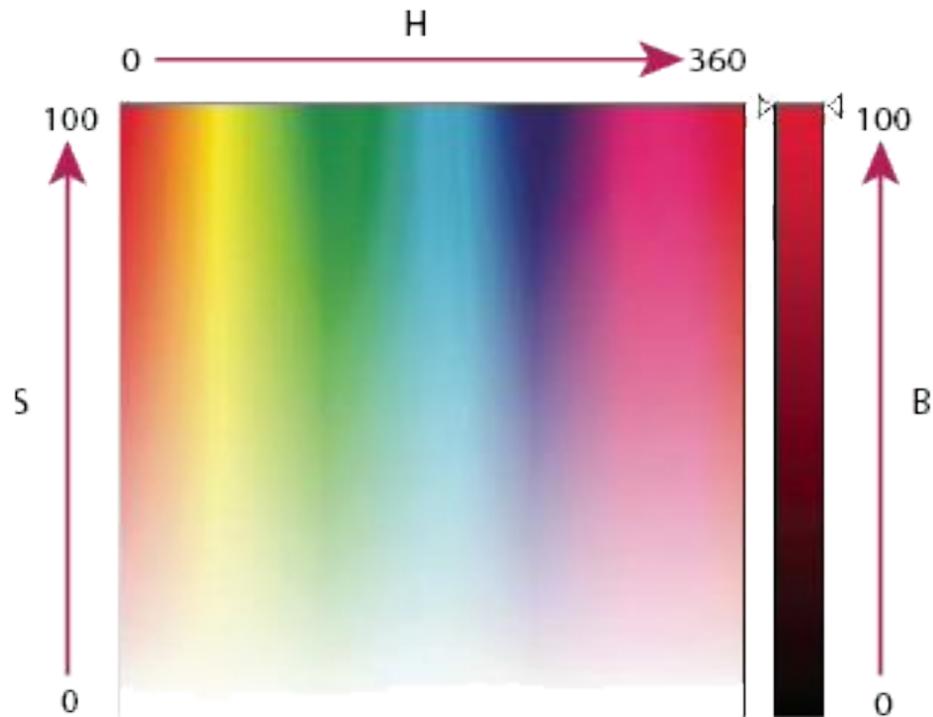
**Hue** — цветовой тон

**Saturation** — насыщенность

**Brightness** — яркость

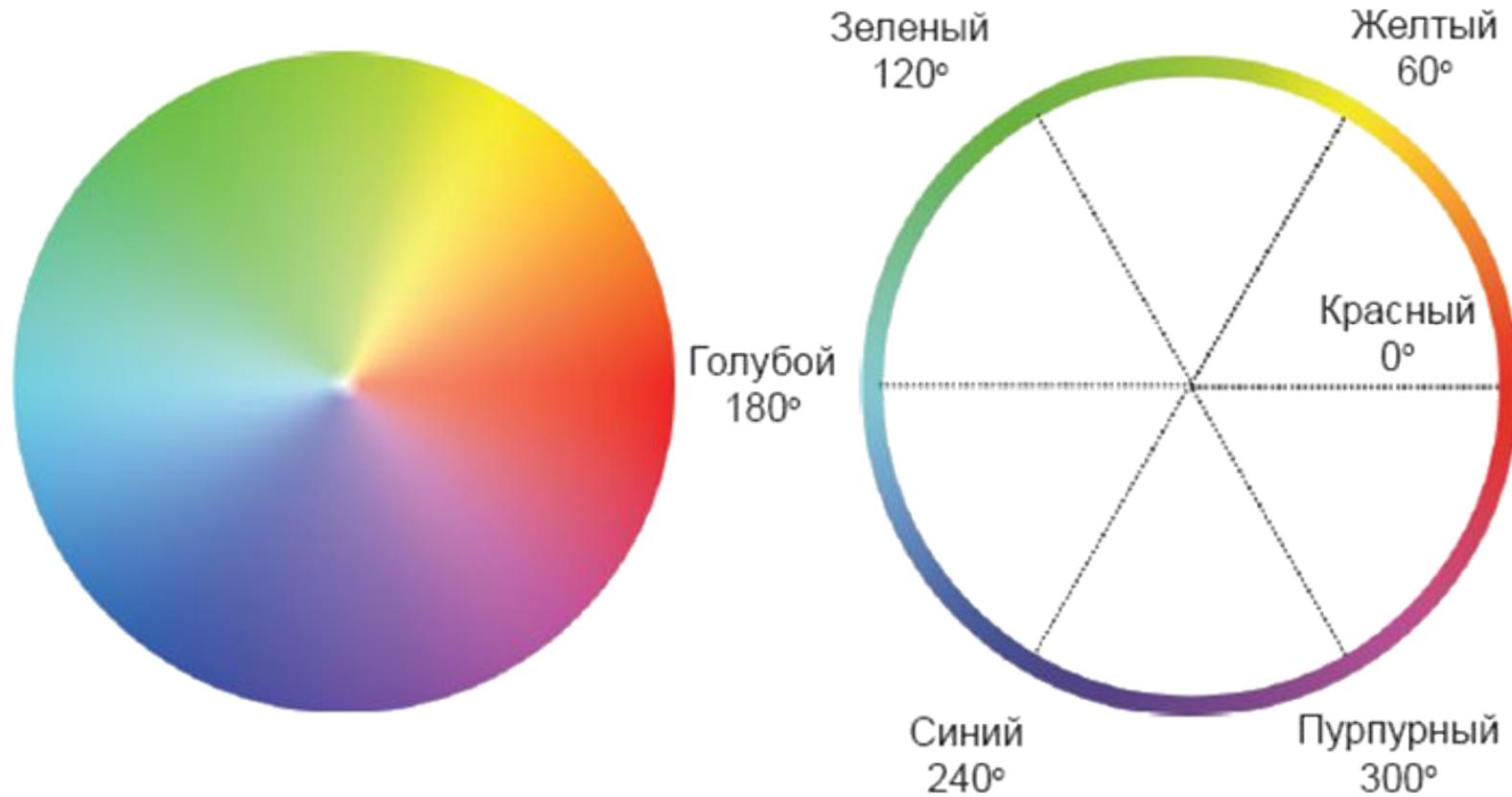


Тон имеет 360 уровней,  
а цвет и яркость по 100  
уровней.

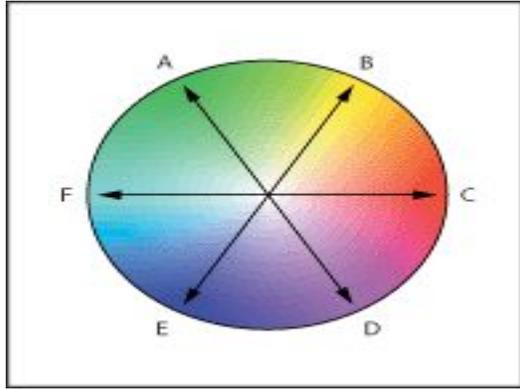


Цвет представляется  
как комбинация  
параметров цвета:  
тона, насыщенности и  
яркости.

# Круговое расположение цветов модели **HSB**



#### МОДЕЛЬ LAB



Цветовая модель LAB, была специально разработана для получения предсказуемых цветов, т.е. она является аппаратно-независимой и соответствующей особенностям восприятия цвета глазом человека.

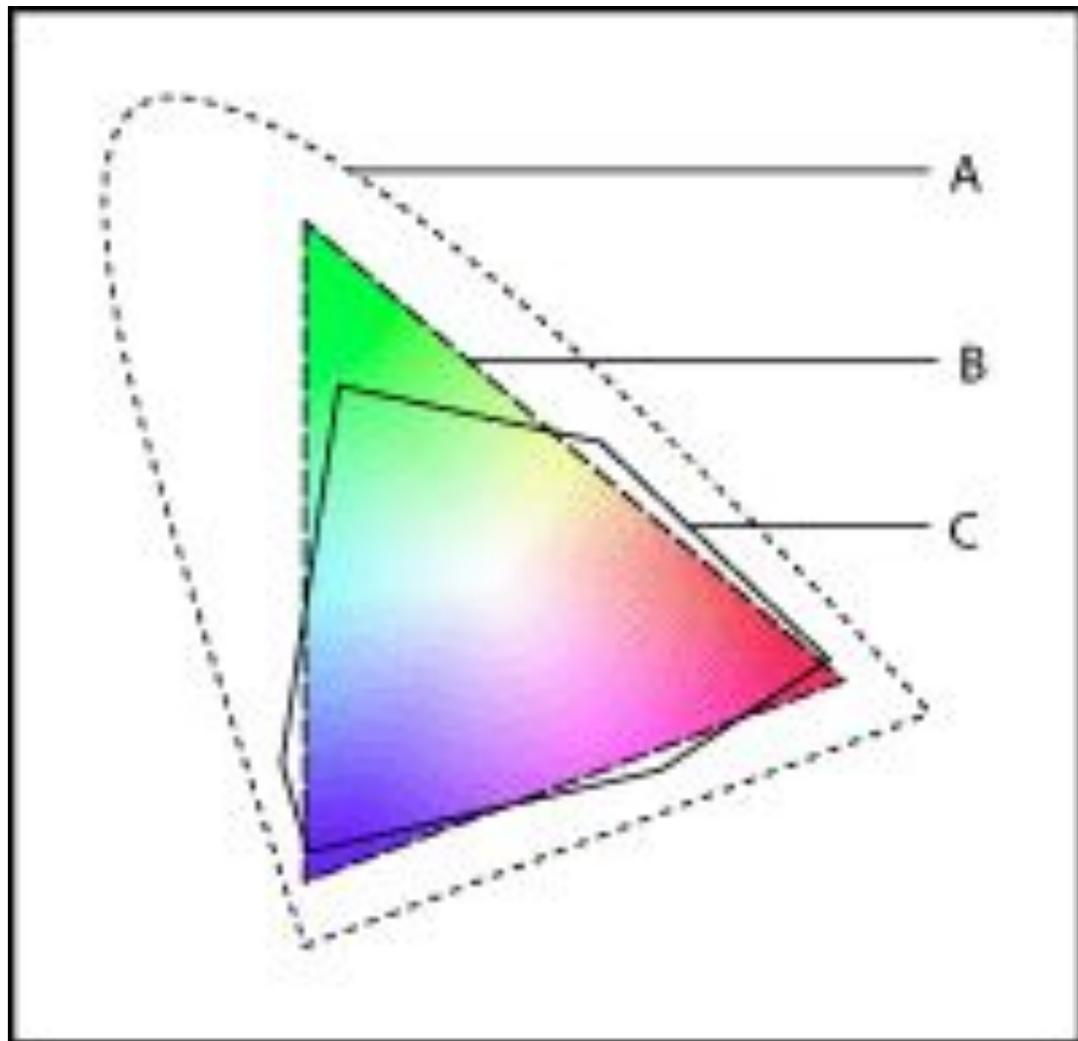
Модель содержит 3 канала передачи цвета:

1. Яркость (Свет, Light)
2. Хроматический параметр  $a$ , характеризующий изменение цвета от зеленого до красного ТОНОВ
3. Хроматический параметр  $b$ , характеризующий изменение цвета от синего до желтого ТОНОВ

Модель LAB имеет большой цветовой охват, включая RGB и CMYK, поэтому используется в полиграфии для перевода изображений из одной модели в другую, между устройствами.

# Схемы цветообразования

## СРАВНЕНИЕ ЦВЕТОВЫХ МОДЕЛЕЙ



**Цветовым охватом** называется максимальный диапазон цветов, который может быть сохранен и воспроизведен цветовой моделью

**На рисунке:**

A – цветовой охват человеческого глаза ( $\approx$  Lab)

B – цветовой охват модели RGB (то, что мы видим на экране монитора, телевизора)

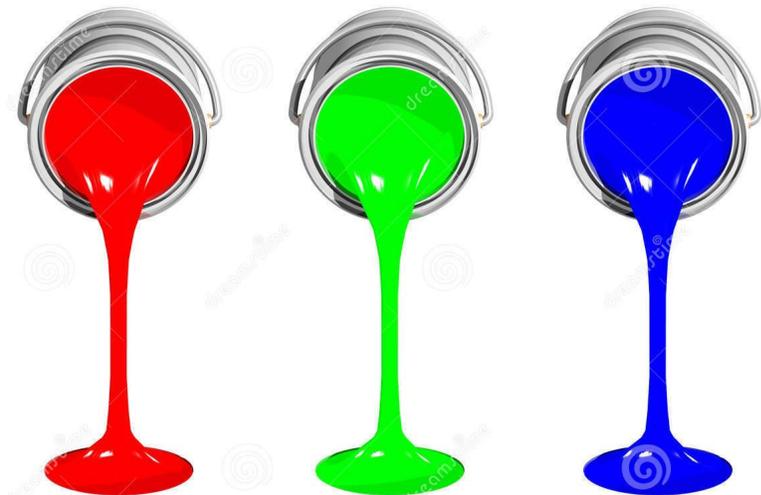
C – цветовой охват модели CMYK (то, что мы видим на листе бумаги при распечатке изображения на принтере)

# МОДЕЛЬ

□ **RGB** – удобна для компьютера

□ **CMYK** – для типографий

□ **HSB**- для человека



# Расчет графического файла

Объем графического файла (картинки) зависит:



1. От числа пикселей в картинке, которое равно произведению ширины изображения (в пикселях) на его высоту
2. От того, сколько бит информации необходимо для кодирования одного пикселя. Эта величина называется **глубиной цвета  $I$**

---

$$\text{ОБЪЕМ ФАЙЛА} = A \times B \times I$$

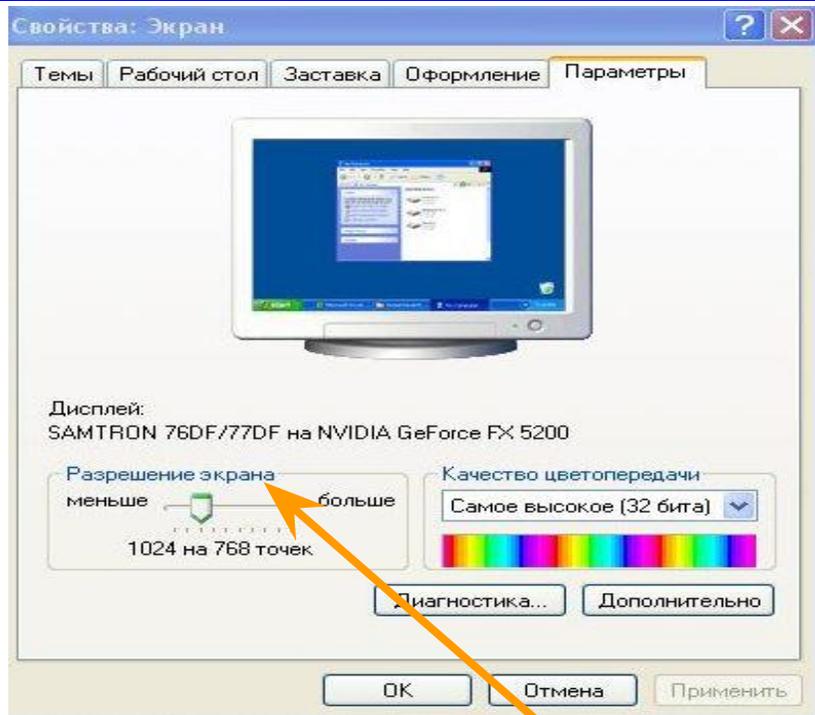
Где:  **$A$**  – ширина изображения в пикселях;

**$B$**  – высота изображения в пикселях;

**$I$**  - глубина цвета в битах

---

# Расчет графического файла



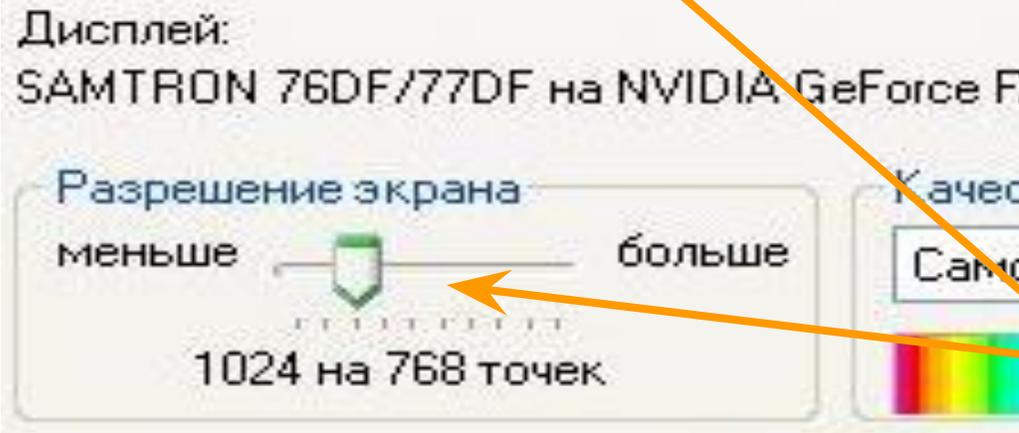
**Разрешение экрана** определяет количество отображаемых на экране пикселей по ширине и высоте

**Разрешение экрана** зависит во многом не от монитора, а от параметров видеокарты компьютера (объема ее видеопамяти)

Мониторы (и видеокарты) могут работать в различных графических режимах. Наиболее часто используемые режимы разрешения:

1024 × 768 пикселей

1920 x 1080 пикселей

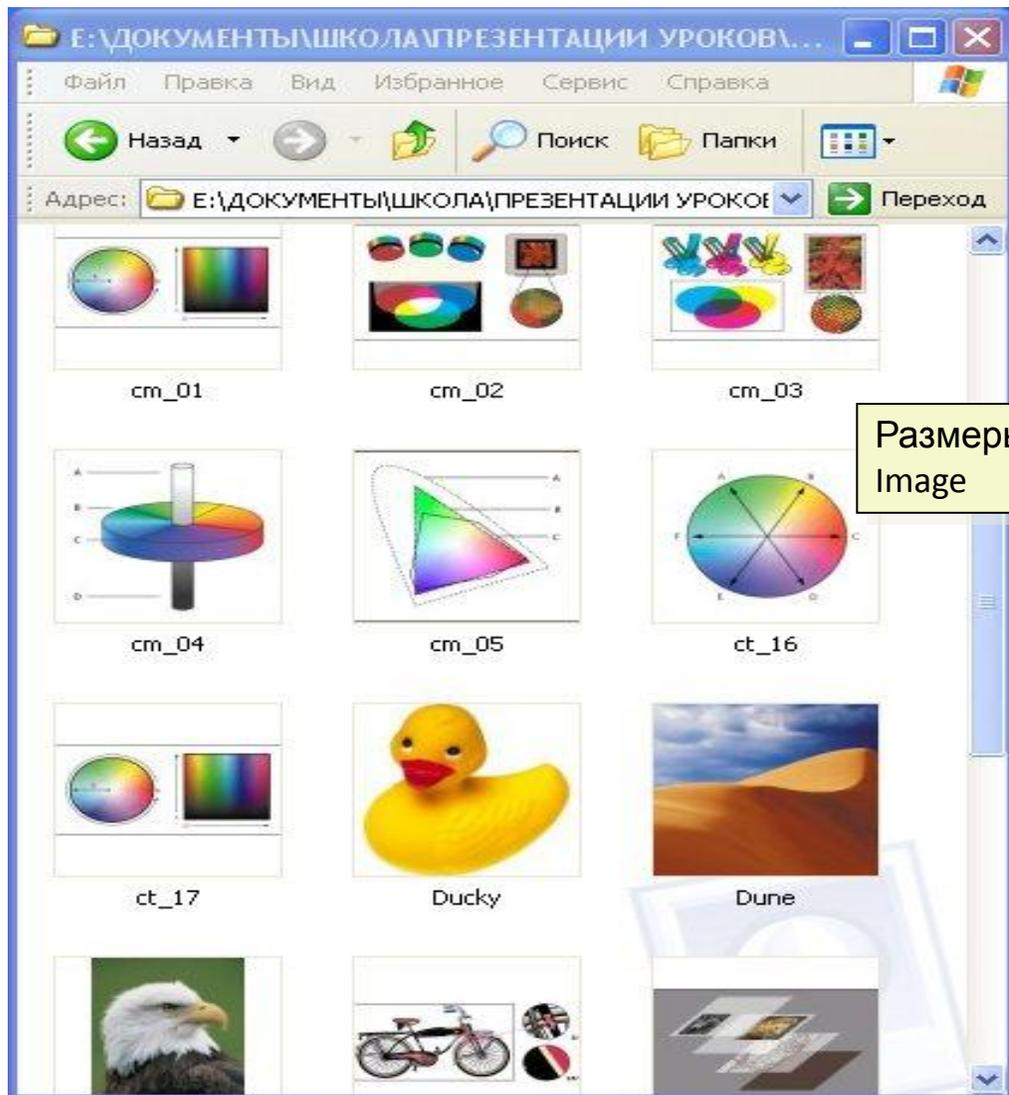


**Как посмотреть и изменить разрешение экрана**

# Расчет графического файла

## РАЗМЕР КАРТИНКИ:

При задержке курсора на графическом файле, находящемся в папке, появляется подсказка о размерах файла



Параметры картинки (ширину А и высоту В в пикселях) легко определить и изменить с помощью любого графического редактора, открыв в нем нужный графический файл

# Расчет графического файла

**ГЛУБИНА ЦВЕТА I** – это количество бит, отводимых для кодирования одного пикселя

---

Если для кодирования одного пикселя взять 1 бит, то с его помощью мы можем получить только 2 цвета: черный (0) и белый (1), т.е. черно-белое изображение

Если 2 бита – 4 цвета (00,01,10,11)

8 бит -  $2^8$  цветов = 256 цветов

...и т.д.

---

Таким образом, число цветов можно определить по формуле:

$$N = 2^I$$

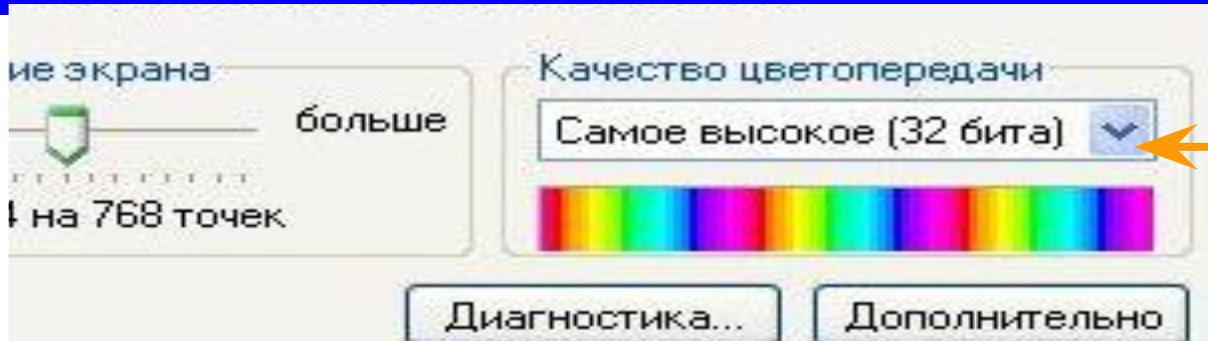
$N$  – количество цветов

$I$  – битовая глубина цвета

---

**Вывод:** чем больше бит применяется для кодирования 1 пикселя, тем больше цветов и реалистичнее изображение, но и размер файла тоже увеличивается

# Расчет графического файла



**КАЧЕСТВО ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ**  
монитора можно определить и  
изменить

**ТАБЛИЦА ЦВЕТОВ** при различной глубине цвета

Глубина цвета (I)		Количество цветов (N)	
(бит)	(байт)		
8	1	$2^8$	256
16 (high color)	2	$2^{16}$	65 536
24 (true color)	3	$2^{24}$	16 777 216
32 (true color)	4	$2^{32}$	4 294 967 296

## ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ГРАФИЧЕСКИХ ФАЙЛОВ

# Расчет графического файла

**Пример 1:** Определить размер 24 - битного графического файла с разрешением 800×600

---

## РЕШЕНИЕ:

Из условия файл имеет следующие параметры:

1. Ширина  $A = 800$  пикселей
  2. Высота  $B = 600$  пикселей
  3. Глубина цвета  $I = 24$  бит (3 байта)
- 

$$\text{ОБЪЁМ ФАЙЛА}(V) = A \times B \times I$$

$$V = 800 \times 600 \times 24 = 11520000 \text{ бит} = 1440000 \text{ байт} = 1406,25 \text{ Кбайт} = 1,37 \text{ Мбайт}$$

---

Ответ:  $V = 1,37 \text{ Мб}$

# Расчет графического файла

**Пример 2:** Определить необходимый объём памяти видеокарты для реализации 32 – битного режима монитора с разрешением 1024×768

---

## РЕШЕНИЕ:

Объём видеопамати для отображения экрана с заданными параметрами определяется по той же формуле:

$$\text{ОБЪЁМ ФАЙЛА}(V) = A \times B \times I$$

$$V = 1024 \times 768 \times 32 = 25165824 \text{ бит} = 3145728 \text{ байт} = 3072 \text{ Кбайт} = 3 \text{ Мбайт}$$

---

Ответ: Объём видеопамати должен быть не менее 3 Мбайт

**Пример 3:** В процессе оптимизации изображения количество цветов было уменьшено с 65536 до 256. Во сколько раз при этом уменьшился объем файла

РЕШЕНИЕ:

Из формулы

$$N = 2^l$$

следует, что глубина цвета

$$l = \log_2 N$$

Тогда глубина до оптимизации  $l_1 = \log_2 65536 = 16$  бит, после оптимизации  $l_2 = \log_2 256 = 8$  бит, а размеры картинки в пикселях не изменились.

Поэтому  $V_1 = a \times b \times 16 = 16 ab$

$$V_2 = a \times b \times 8 = 8 ab$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{16ab}{8ab} = 2$$

Ответ: Размер файла уменьшился в 2 раза

# Расчет графического файла

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

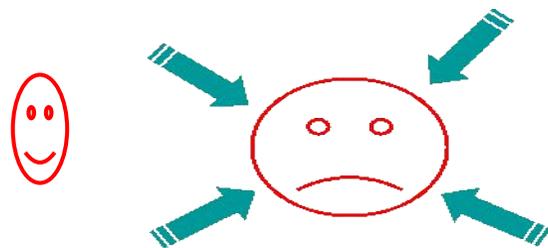
Итак, размер графического файла зависит от размеров изображения и количества цветов.

При этом качественное изображение с 24 или 32-битным кодированием получается довольно большим (мегабайты)

---

Это очень неудобно для хранения и передачи изображений (особенно в сети Интернет)

---



Поэтому графические файлы подвергают  
**ОПТИМИЗАЦИИ**

**Спасибо за  
внимание!**