



# Компьютерная графика

---

Системы цветопередачи



# Немного физики...

---

Немецкий математик **Герман Грасман** пришел к выводу, что цветовые ощущения можно рассматривать как трехмерные векторы, это было положено в основу современного учения о цвете. Он сформулировал (1853) **законы сложения цветов**:

1. **закон трехмерности** — любой цвет можно представить комбинацией трех основных цветов;
2. **закон непрерывности** — к любому цвету можно подобрать бесконечно близкий;
3. **закон аддитивности** — цвет смеси зависит только от цвета составляющих.



## Еще немного физики ...

---

В 1859 г. **Джеймс Максвелл** представил «Теорию цветного зрения», где показал, что все цвета возникают из смеси трёх спектральных цветов - красного, зелёного и синего.

Еще раньше **Томасом Юнгом** было замечено, что нужно не более 3-х цветов спектра, чтобы воспроизвести все остальные.

**Основные цвета:** красный (**Red**), зеленый (**Green**), синий (**Blue**).

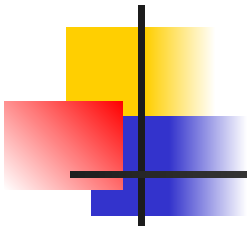


# Цветовые модели

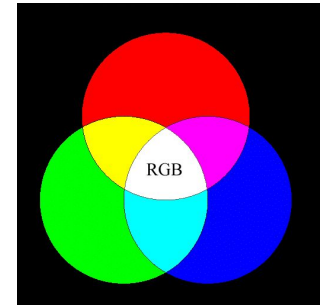
---

Для представления цвета используются **цветовые модели** - правила, по которым может быть вычислен цвет. Другими словами - это способ разделения цвета на составляющие его компоненты.

Для представления цвета в виде числового кода популярны две обратных друг другу цветовые модели: **RGB** или **СМУК**.



# М о д е л ь R G B



**Модель RGB [Red-Green-Blue]** стандартизирована в 1931г. и впервые использована в цветном телевидении.

Применяется для создания графических образов в устройствах, излучающих свет, — мониторах, телевизорах, проекторах, сканерах, цифровых фотоаппаратах... Наиболее простая и распространенная

Модель является **аддитивной** - для получения нового оттенка нужно смешать (сложить) базовые цвета (красный - Red, зеленый - Green, синий - Blue) в определенных пропорциях.

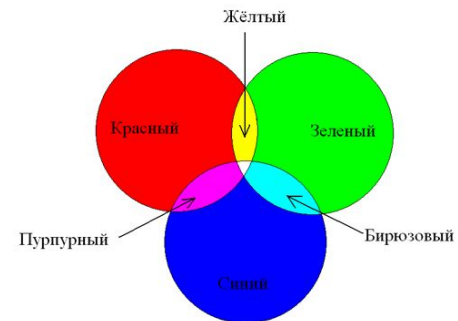
**Глубина цвета (color depth)** — число битов, используемых для представления каждого пикселя изображения.

# Режимы

## представления цветной графики

- Полноцветный (True Color - правдивые цвета)** - режим представления цветной графики, где цвет кодируется 3 байтами. Каждый байт отвечает за яркость красной, зеленой и синей составляющей пикселя. Глубина цвета в этом режиме:  $3 \times 8 = 24$  бита. Всего  $2^{24} \approx 16,7$  млн. цветов, что близко световосприятию нашего зрения.
- High Color** – режим, в котором одну точку растра кодирует двумя байтами ( $2^{16} \approx 65,5$  тысячи цветов). Используется, если не требуется более качественное отображение цвета.
- Индексный** – режим, где для кодирования точки используют один байт (8 бит), в нем различают 256 цветов.

# Формирование цветов в RGB



Цвет в палитре определяется:  $\text{Color} = R + G + B$

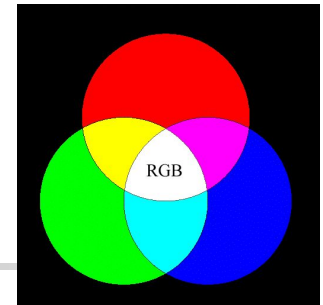
При максимальной интенсивности базовых цветов получают белый, при минимальной – черный.

Красный получается при максимальной интенсивности красного и минимальной зеленого и синего цветов.

В полноцветном режиме (24 бита) интенсивность (яркость) каждого базового цвета задается целым десятичным числом от 0 до 255 или 16-ричным от 00 до FF, или двоичным от 00000000 до 11111111. Например, можно указать цвет пикселя, 255.0.0 (красный) или 255.255.0 (желтый).

Если значения яркостей всех трех составляющих равны, они нейтрализуют друг друга, получим оттенки серого цвета.

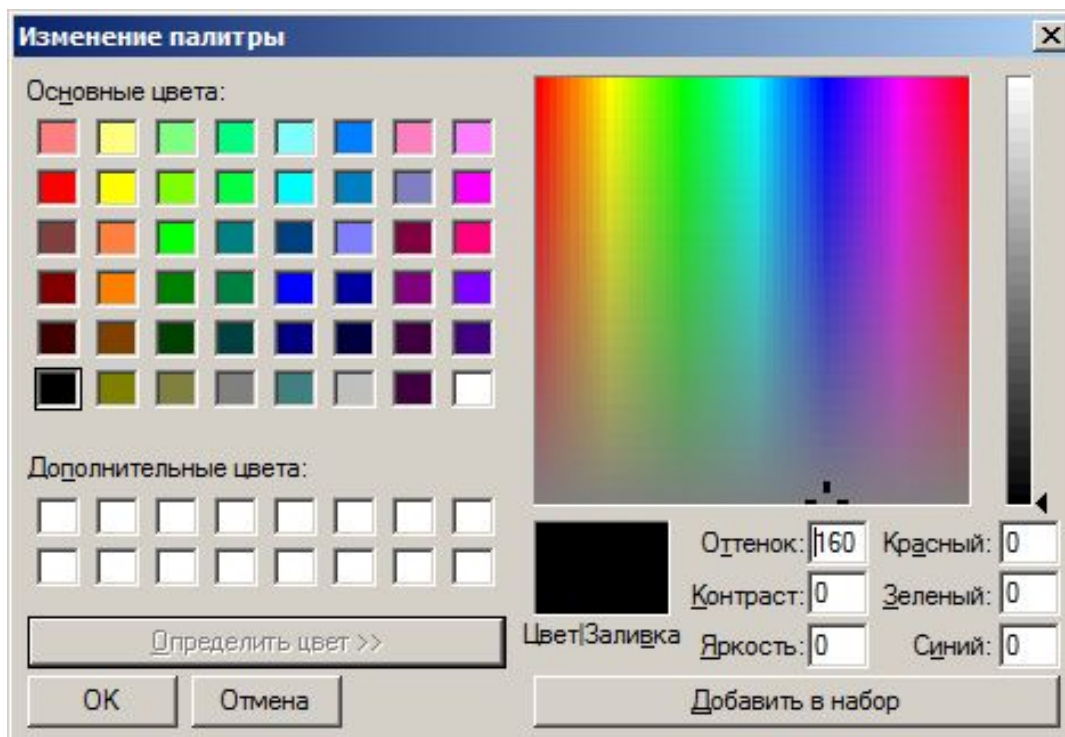
# Цвета в системе RGB



Цвет	Формирование цвета	Цвет	Формирование цвета
Черный	$\text{Black} = 0 + 0 + 0$	Синий	$\text{Blue} = 0 + 0 + \text{Vmax}$
Белый	$\text{White} = \text{Rmax} + \text{Gmax} + \text{Vmax}$	Голубой	$\text{Cyan} = 0 + \text{Gmax} + \text{Vmax}$
Красный	$\text{Red} = \text{Rmax} + 0 + 0$	Пурпурный	$\text{Magenta} = \text{Rmax} + 0 + \text{Vmax}$
Зеленый	$\text{Green} = 0 + \text{Gmax} + 0$	Желтый	$\text{Yellow} = \text{Rmax} + \text{Gmax} + 0$



# Изменение палитры в RGB



Составляющие  
цвета

Цвет



# Цвет в HTML

В HTML для обозначения цвета используется 16-ричная запись вида «#XXXXXX». Каждый цвет записывается в двух 16-ричных цифр без пробелов. Например, белый цвет - «#FFFFFF», синий - «#0000FF».

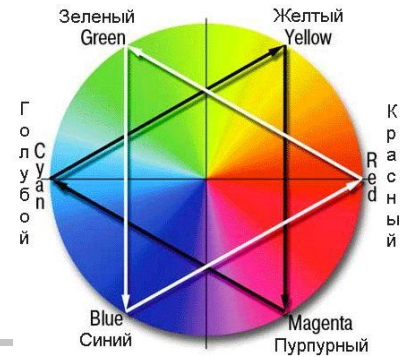
Цвет	R	G	B	R	G	B
Красный	255	0	0	FF	00	00
Зеленый	0	255	0	00	FF	00
Синий	0	0	255	00	00	FF
Фуксин	255	0	255	FF	00	FF
Голубой	0	255	255	00	FF	FF
Желтый	255	255	0	FF	FF	00
Белый	255	255	255	FF	FF	FF
Черный	0	0	0	00	00	00

# Формирование 8-цветной палитры

- Каждый пиксель на экране состоит из 3-х близко расположенных элементов, светящихся этими цветами. Если на каждую составляющую интенсивности (яркости), отвести 1 бит, можно получить 8 цветов ( $2^3$ ).

R	G	B	Цвет
1	1	1	белый
1	1	0	желтый
1	0	1	пурпурный
1	0	0	красный
0	1	1	голубой
0	1	0	зеленый
0	0	1	синий
0	0	0	черный

# Модель CMY

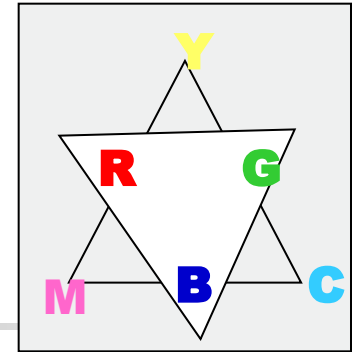


В 1951 г. Энди Мюллер предложил **субтрактивную** (основанную на вычитании) модель **CMY**, она имела преимущества в полиграфии и цветной фотографии.

**CMY** использует три цвета: **голубой** (Cyan, C, иногда его называют сине-зелёный, бирюзовый), **пурпурный** (Magenta, M, фуксин, малиновый) и **желтый** (Yellow, Y). Эти цвета описывают **отраженный** от белой бумаги свет трех основных цветов RGB.

Голубой, пурпурный и желтый называют **дополнительными** цветами, которые можно складывать также как основные.

# Дополнительные цвета

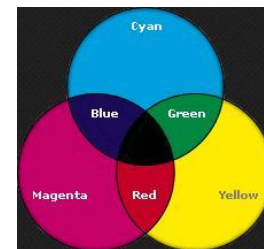


Каждому из основных, базовых цветов можно поставить в соответствие **дополнительный** цвет, который дополняет основной (красный, зеленый или синий) до белого. Для любого из основных цветов дополнительным будет цвет, образованный суммой пары остальных основных цветов.

**Дополнительными** цветами являются:

- **голубой (C)** - Cyan = B + G, дополняющий красный;
- **пурпурный (M)** - Magenta = R + B, дополняющий зеленый;
- **желтый (Y)** - Yellow = R + G, дополняющий синий

# Формирование цветов в С М У

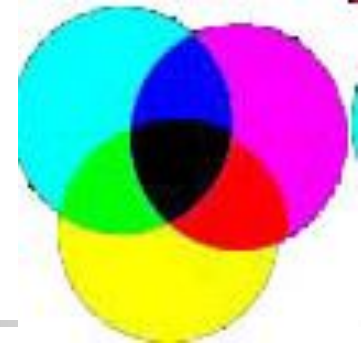


Напечатанный на бумаге объект не излучает световых волн. Изображение формируется на основе **отраженной** волны от окрашенных поверхностей.

Окрашенные поверхности, на которые падает белый свет (сумма всех цветов), должны поглотить (вычесть) все составляющие цвета, кроме того, цвет которой мы видим. Цвет поверхности можно получить красителями, которые поглощают цвет, а не излучают.

Например, на бумаге изображено зеленое дерево, это означает, что из падающего белого цвета (суммы красного, зеленого, синего) поглощены красный и синий, а зеленый отражен.

# Цвета в системе СМУК



Цвет	Формирование цвета	Цвет	Формирование цвета
Черный	$\text{Black} = C + M + Y =$ $= W - G - B - R$	Синий	$\text{Blue} = M + C =$ $= W - R - G$
Белый	$\text{White} =$ $= (C=0, M=0, Y=0)$	Голубой	$\text{Cyan} = = 0 +$ $+ G_{\max} + B_{\max}$
Красный	$\text{Red} =$ $= Y + M = W - G - B$	Пурпурный	$\text{Magenta} =$ $= W - G = R + B$
Зеленый	$\text{Green} = Y + C =$ $= W - R - B$	Желтый	$\text{Yellow} =$ $= W - B = R + G$

# М о д е л ь С М У К

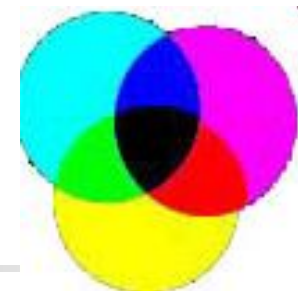


Предназначена для описания **отраженных** цветов. Как основные используются **голубой** (Cyan), **пурпурный** (Magenta) и **желтый** (Yellow) цвета.

Модель **СМУК** создана для полноцветной печати. Пурпурная, голубая и желтая краски последовательно наносятся на бумагу в различных пропорциях. Цвета смешиваются, образуя оттенки. Чисто черный цвет получить не удастся, поэтому добавлен черный цвет. Последняя буква в названии цветовой модели СМУК как раз и обозначает **black** — **черный**



# Недостатки модели CMY



**Модель имеет недостатки:**

- **нежелательные визуальные эффекты, возникающие при выводе точки - три базовые цвета при печати могут ложиться с небольшими отклонениями;**
- **для получения черного цвета потребуется 3 красителя – большой расход материалов.**

**Поэтому к базовым трем цветам CMY-модели добавляют черный (black) и получают новую цветовую модель CMYK.**