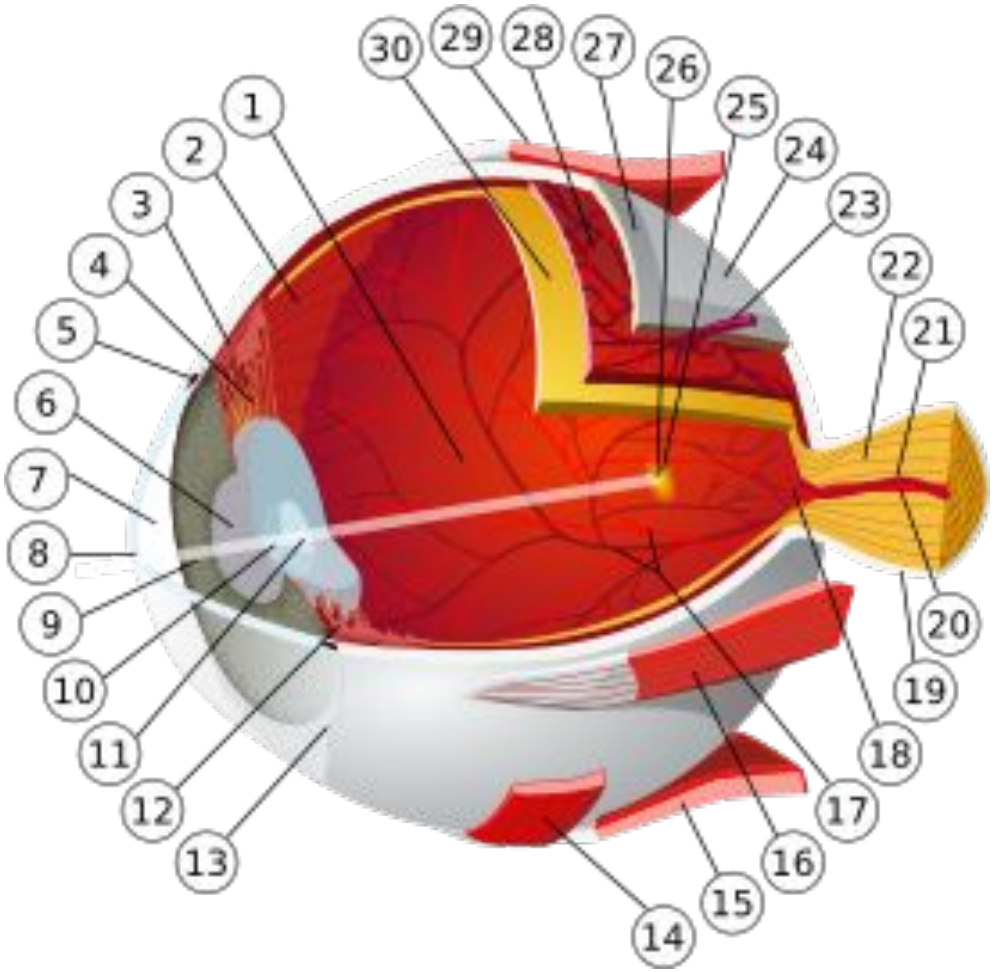
Лекция №2
Физические основы компьютерной графики

Зрение, спектр, цвет, свет, цветовые модели

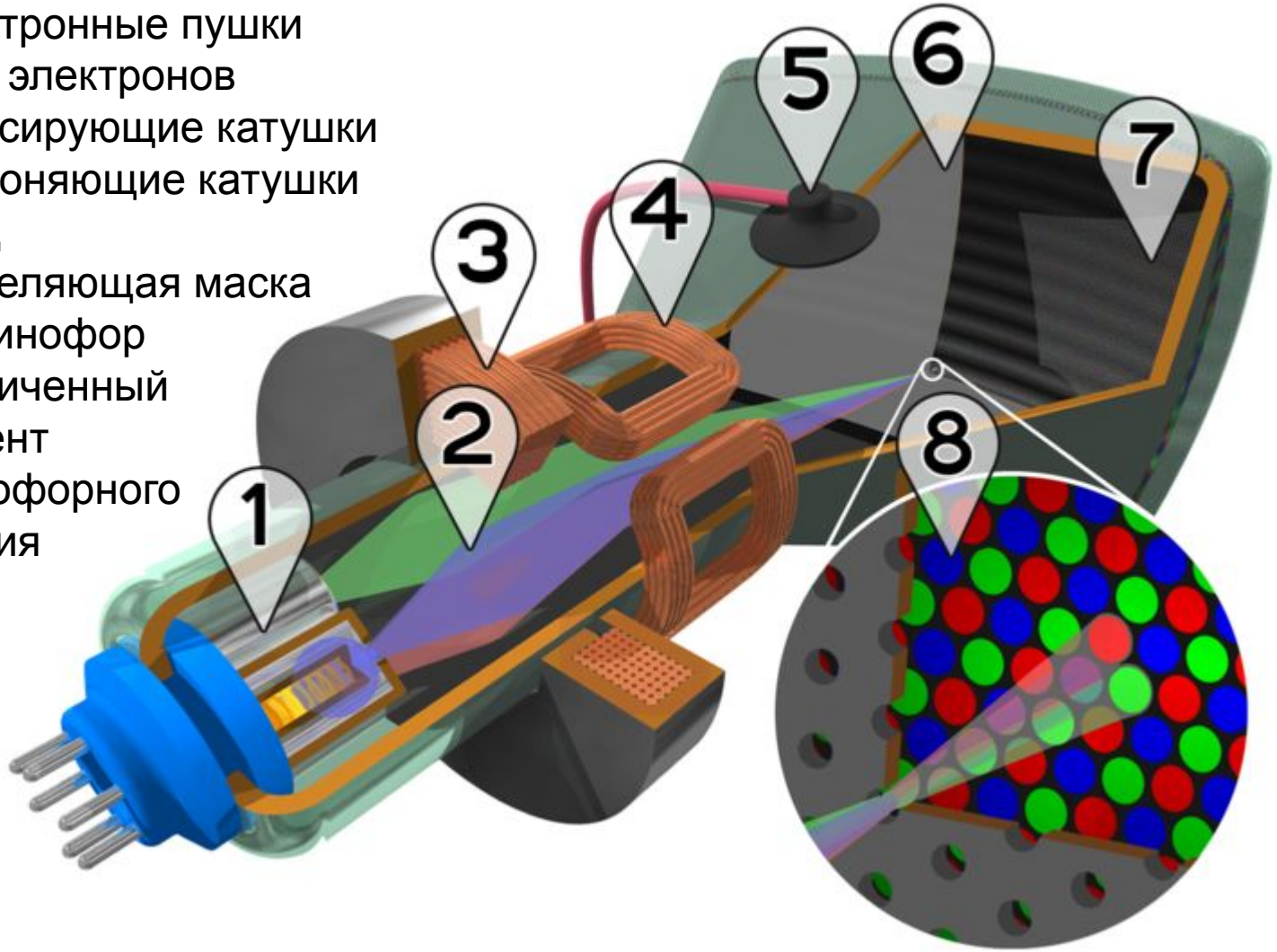
Человеческий глаз

1:задняя камера
2:зубчатый край
3:ресничная мышца
4:ресничный поясок
5:Шлеммов канал
6:зрачок
7:передняя камера
8:роговица
9:радужная оболочка
10:кора хрусталика
11:ядро хрусталика
12:цилиарный отросток
13:конъюнктива
14:нижняя косая мышца
15:нижняя прямая мышца
16:медиальная прямая мышца
17:артерии и вены сетчатки
18:слепое пятно (сосочек зрительного нерва)
19:твердая мозговая оболочка
20:центральная артерия сетчатки
21:центральная вена сетчатки
22:зрительный нерв
23:вортикозная вена
24:влагалище глазного яблока
25:жёлтое пятно
26:центральная ямка
27:склера
28:сосудистая оболочка глаза
29:верхняя прямая мышца
30:сетчатка



Цвет на мониторе с ЭЛТ

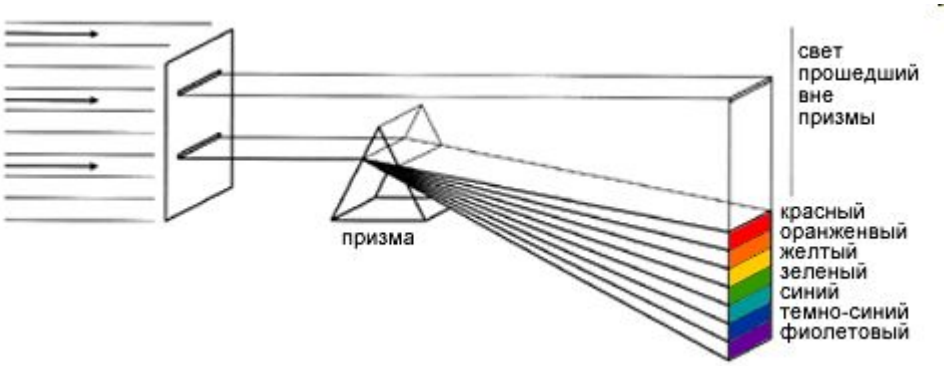
1. Электронные пушки
2. Пуки электронов
3. Фокусирующие катушки
4. Отклоняющие катушки
5. Анод
6. Разделяющая маска
7. Люминофор
8. Увеличенный фрагмент люминофорного покрытия

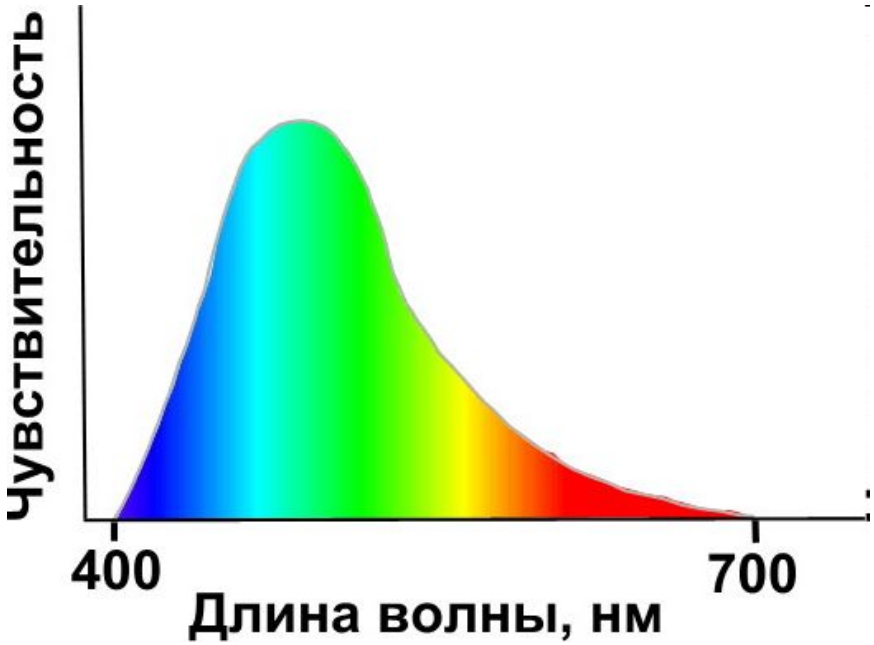


Спектр, видимый свет

Спектр — множество значений физической величины, распределенных по некоторому энергетическому параметру, а также графическое представление такого распределения.

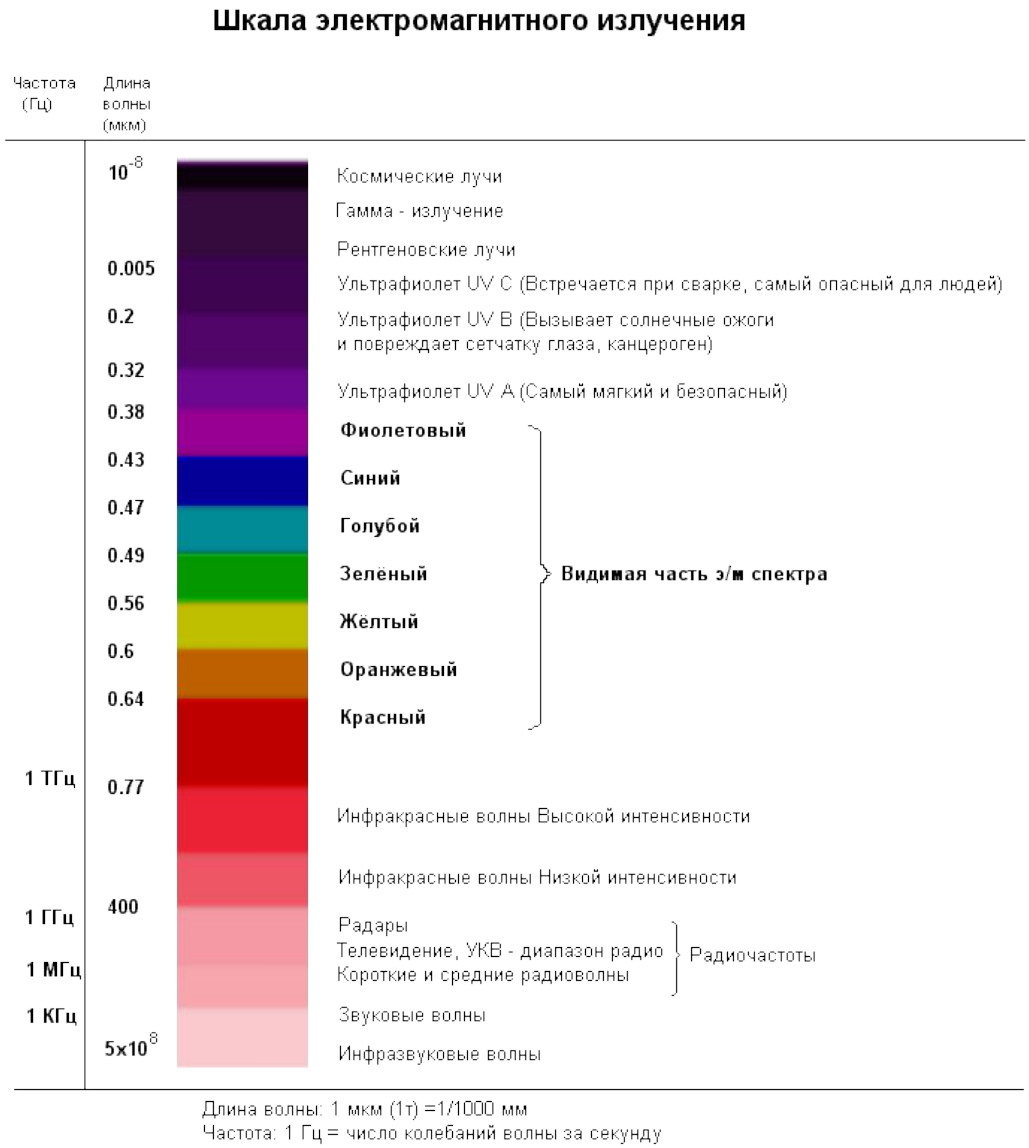
Видимое излучение — это электромагнитные волны, воспринимаемые человеческим глазом в участоке спектра **от 380 (Фиолетовый) до 780 нм (Красный).**





Спектр, видимый свет

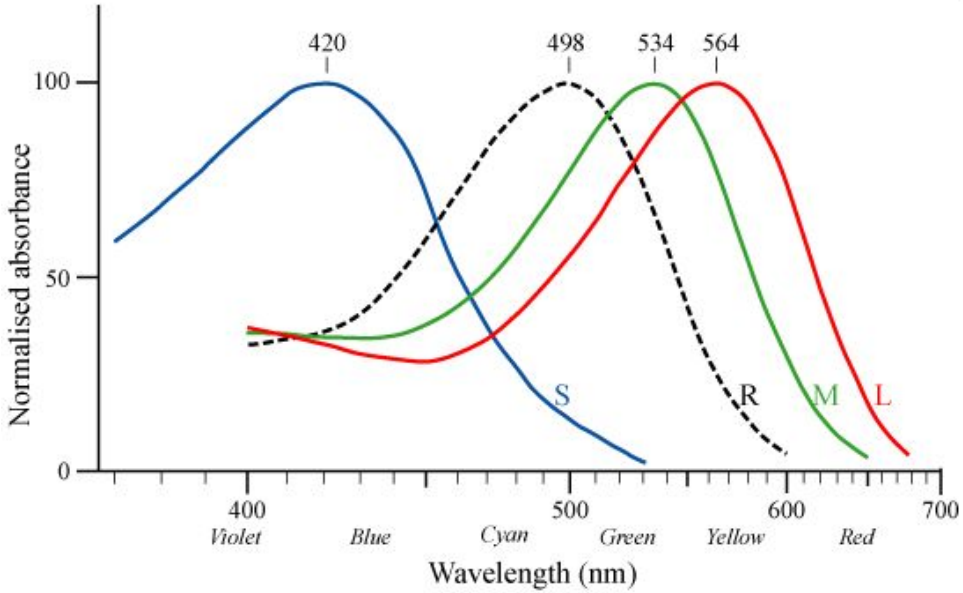
Видимый спектр – малая часть электромагнитного излучения между инфракрасным и ультрафиолетовым диапазонами.



Цветовое зрение

Теория цветоощущения Гельмгольца

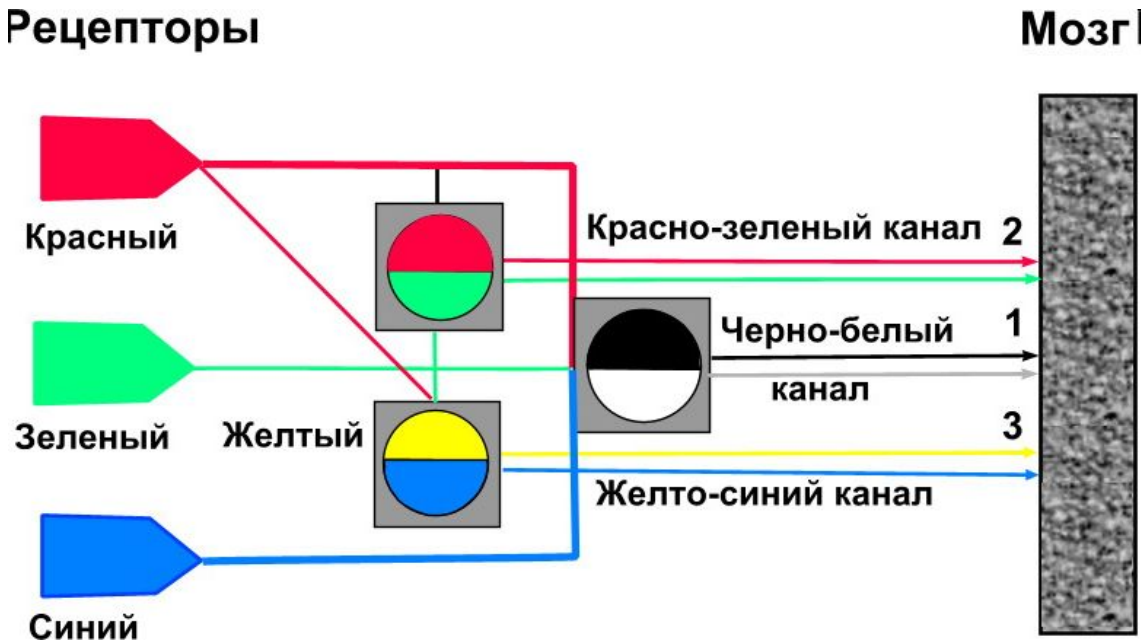
Трёхкомпонентная теория цветоощущения



существование в глазу особых элементов для восприятия красного, зелёного и фиолетового цветов. Восприятие других цветов обусловлено взаимодействием этих элементов.

Цветовое зрение

Оппонентная теория цвета (Хьюбл и Вайзел)

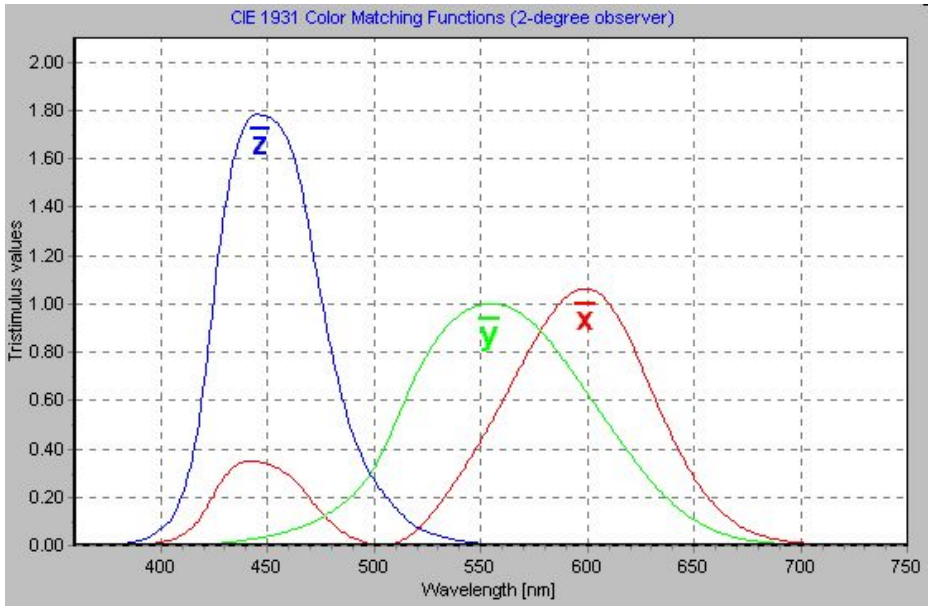


Мозг получает информацию о разнице яркости — о разнице яркости белого (Ymax) и черного (Yмин), о разнице (G-R), о разнице (B-yellow), а жёлтый цвет —(yellow=R+G).

Что такое цвет

Цвет – понятие субъективное.

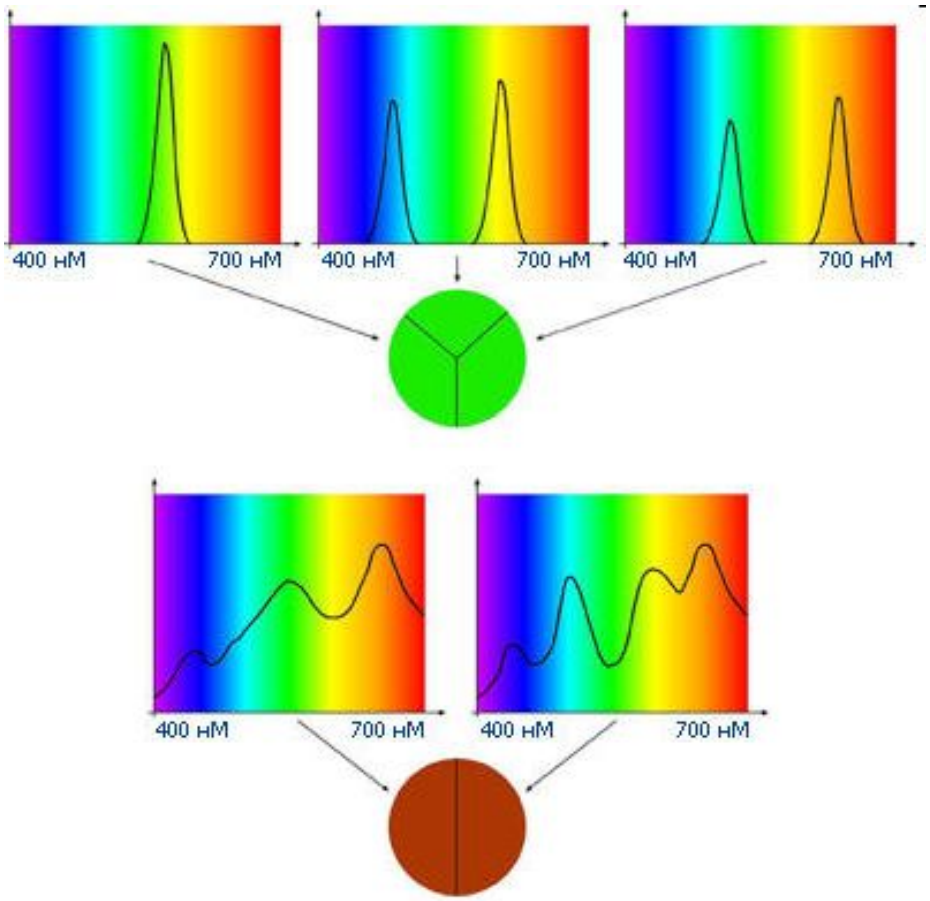
Зависит от физиологических ощущений и определяется как спектральным составом, так и цветовым и яркостным контрастом с окружающими объектами и источниками света.



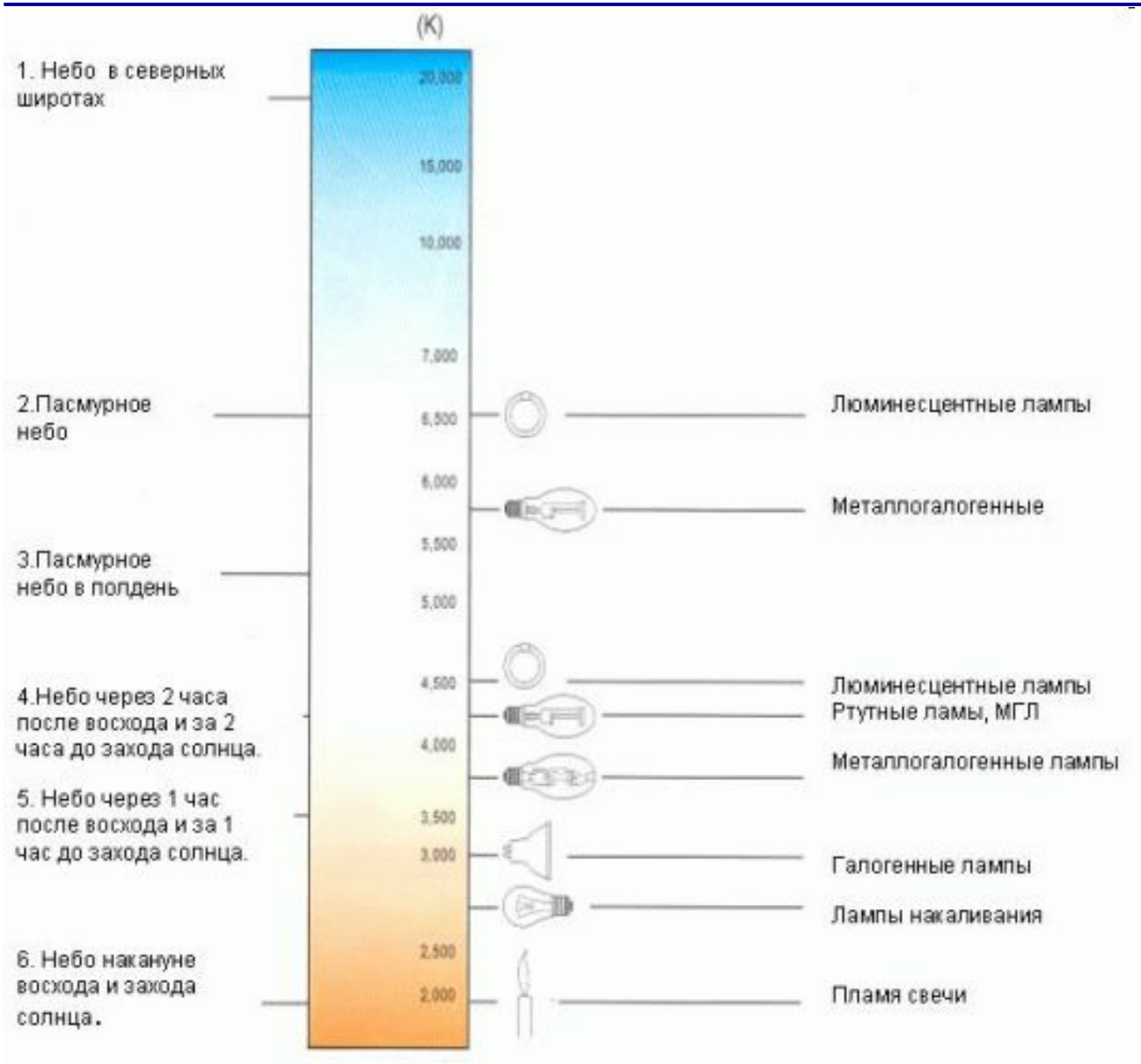
Что такое цвет

Метамерия —

разный спектральный состав света вызывает одинаковые цветовые ощущения.

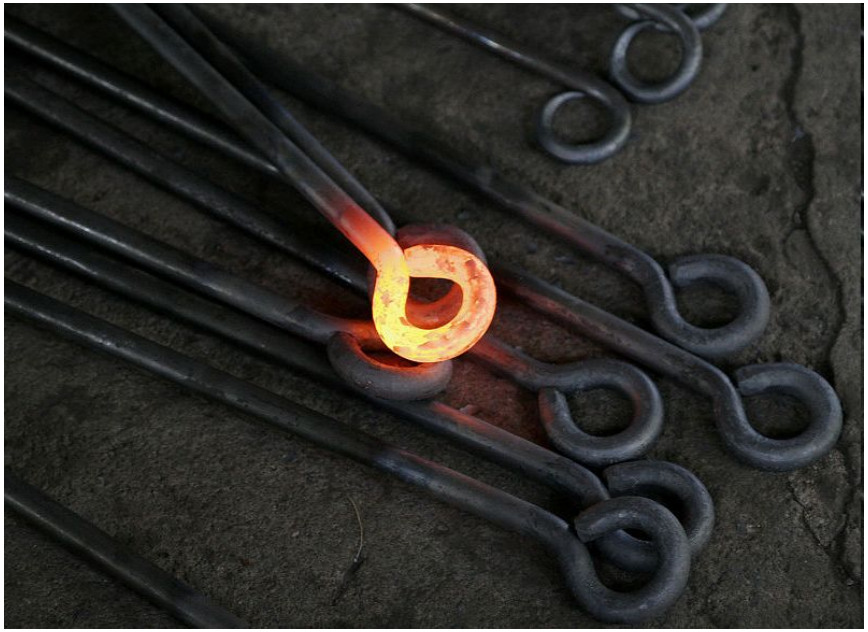


Температура цвета. Баланс белого.



Температура цвета. Баланс белого.

t (K)	Цвет
до 1000	Красный
1000—1500	Оранжевый
1500—2000	Жёлтый
2000—4000	Бледно-жёлтый
4000—5500	Желтовато-белый
5500—7000	Чисто белый
7000—9000	Голубовато-белый
9000—15000	Бело-голубой
15000—∞	Голубой

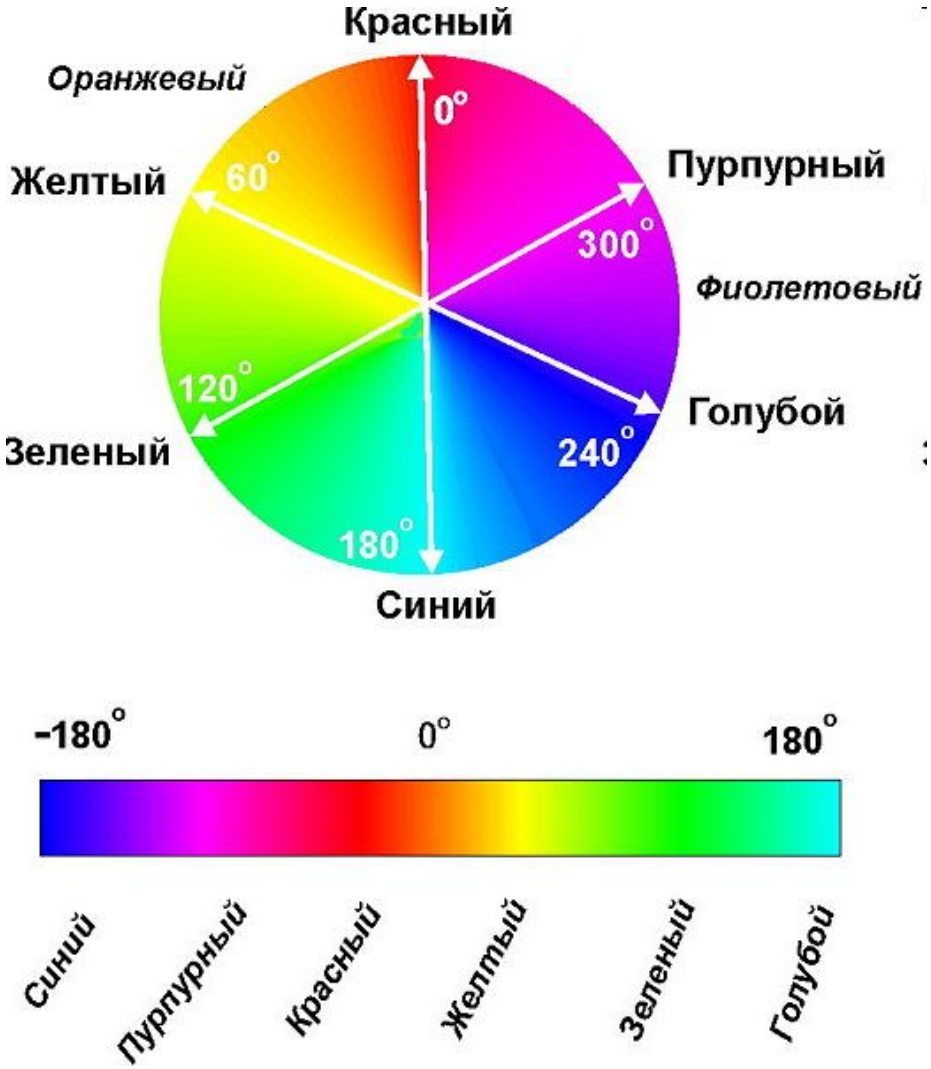


Температура, до которой надо нагреть **абсолютно чёрное тело**, чтобы его излучение имело такой же спектральный состав.

Цветовой круг

Цветовой круг — способ представления непрерывности цветовых переходов, а также модели **HSB**.

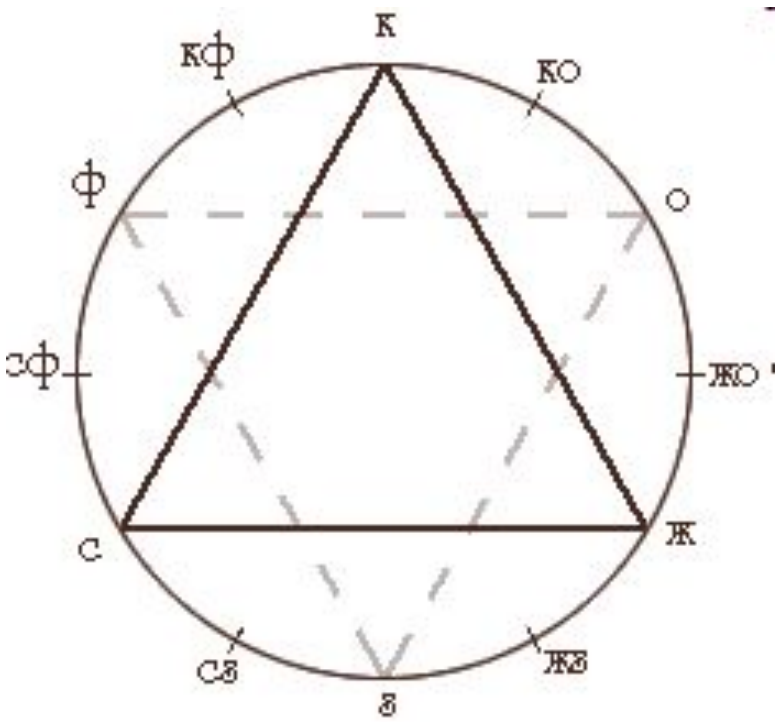
Цветовой круг по **Иоханнесу Иттену** (1961)

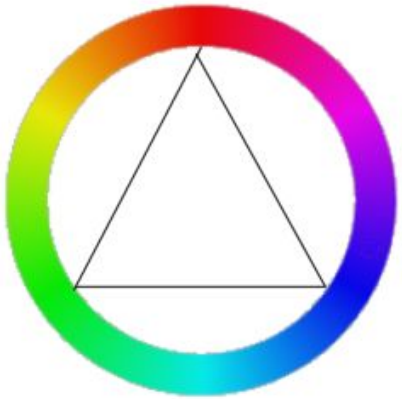


Цветовой круг Гёте

к - красный
ко - красно-оранжевый
о - оранжевый
ж - желтый
жз - желто-зеленый
з - зеленый
сз - сине-зеленый
с - синий
сф - сине-фиолетовый
ф - фиолетовый
кф - красно-фиолетовый

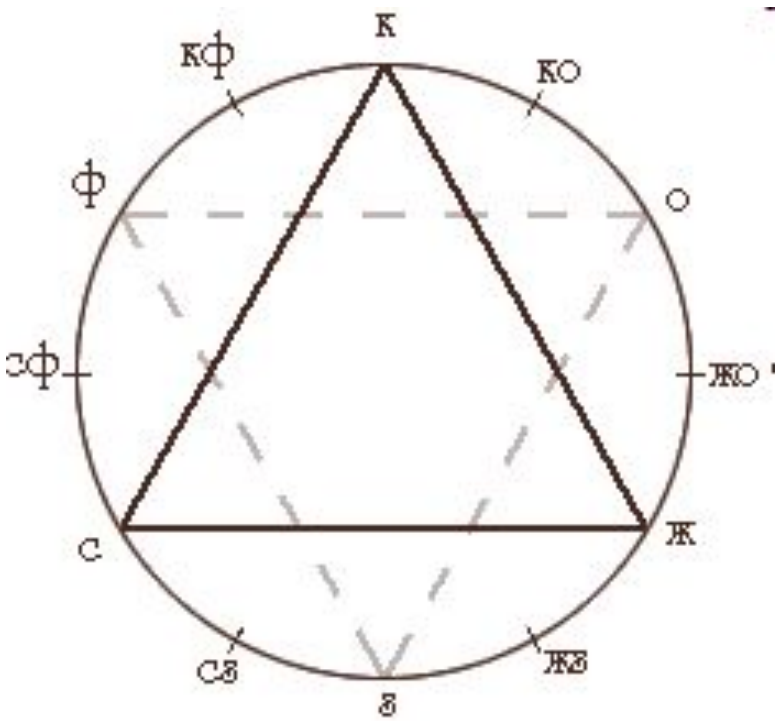
сжк - основной треугольник, первичные (основные) цвета.
фоз - перевернутый треугольник (вторичные цвета, смешанные цвета первого порядка).
сз, сф, кф и т.д. - смешанные цвета второго порядка.





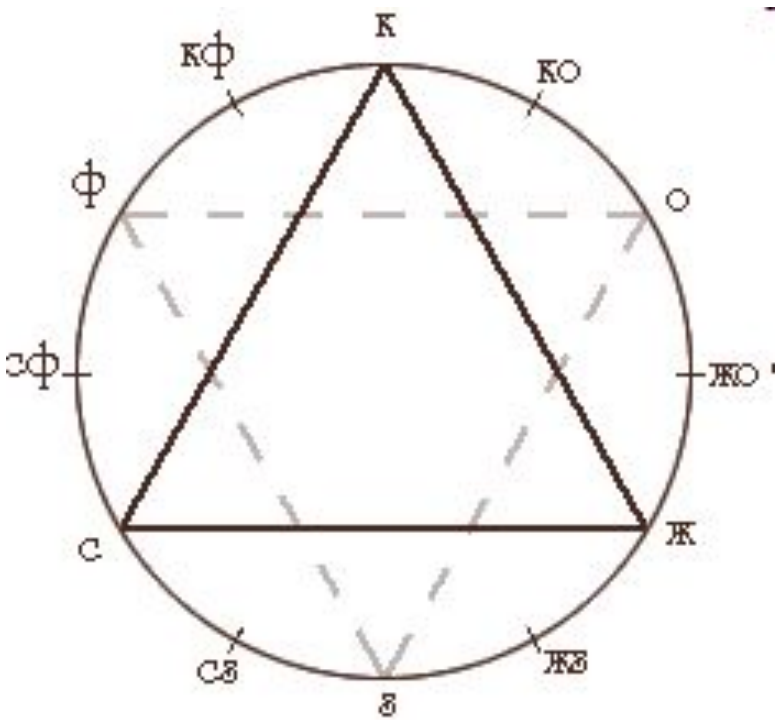
Цветовой круг: сочетания

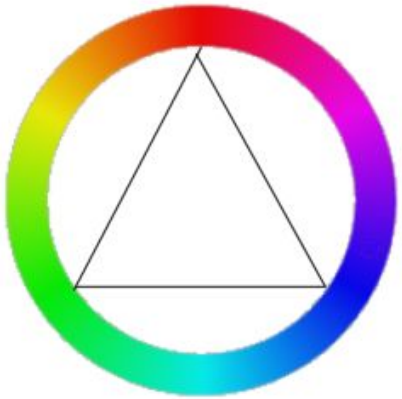
- **Контрастные сочетания.** Цвета расположены друг против друга считаются взаимно дополняющими друг друга и гармоничными.
- Сочетания цветов, расположенных по углам либо основного, либо перевернутого треугольника менее гармоничны.
- Сочетания цветов, расположенных в круге под углом 90° (для подбора сочетаний в два, три или четыре цвета), например, СФ и З или ЖО и З.
- Ньюансовые (монохромные) сочетания, сочетания из разных предметов или растений одной окраски.



Цветовой круг: **теплые и холодные**

- Красный, оранжевый, желтый и их оттенки человеческий глаз воспринимает как **теплые**;
- Синий и фиолетовый - как **холодные** тона;
- У зеленого цвета есть холодные и теплые оттенки;
- Белый, черный и все оттенки серого цветов называются **ахроматическими**, причем серый тон может быть до бесконечности разнообразен и при оформлении представляет большие возможности по его использованию;
- Все цветные тона называются **хроматическими**.





Цветовой круг Освальда

Большой цветовой круг Освальда применяется для образования гармоничных сочетаний из двух, трех, четырех цветовых тонов.

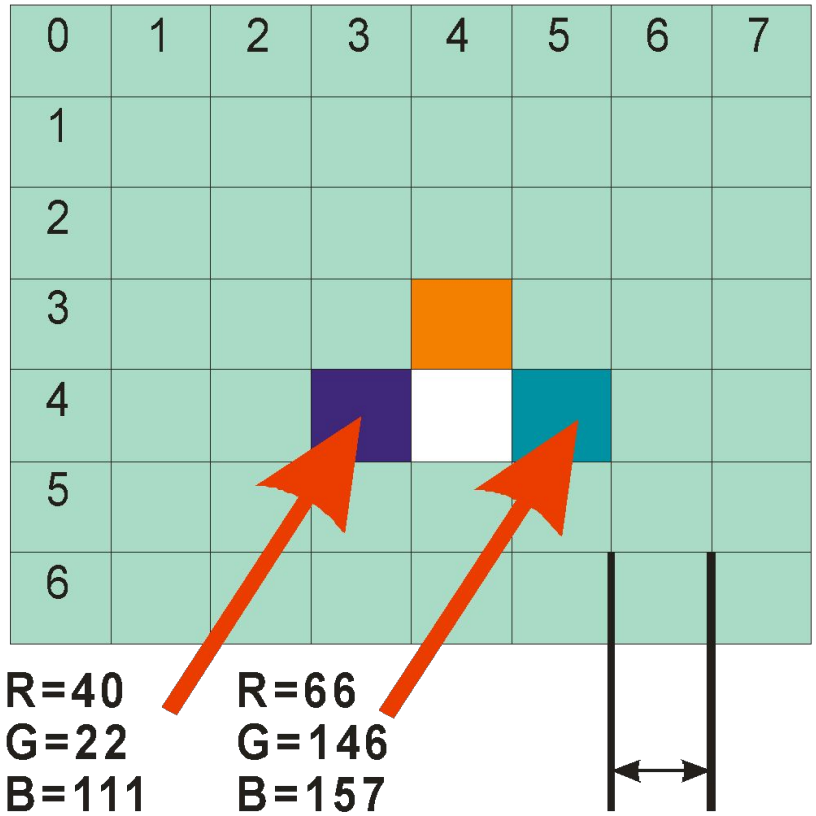
- С помощью фона можно усилить звучание композиции в целом, отдельных ее частей или предметов.
- Серый, черный и белый фон часто образует приятное сочетание, но белые предметы на светлом фоне пропадают.
- Бежевые цвета теряются на сером фоне.

Пиксели и их атрибуты

Pixel – *англ.*

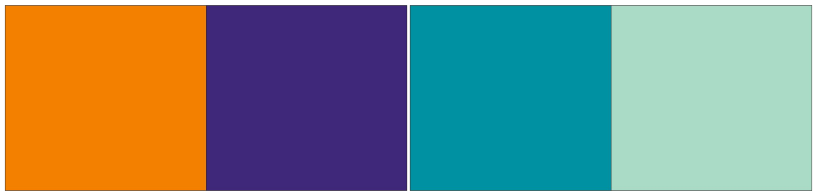
Picture Element, Cell.

- размер,
- тоновое значение,
- глубина цвета,
- позиция



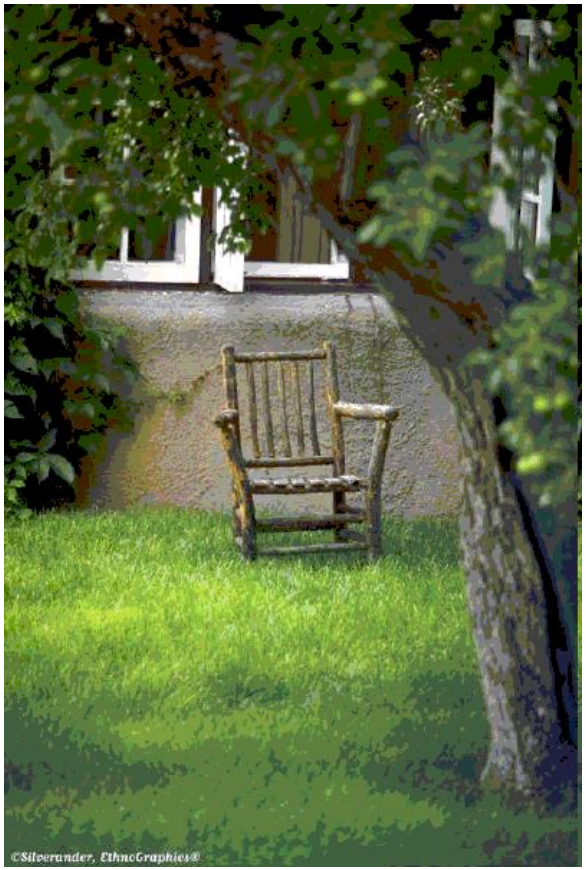
256 цветов =
8 бит/пиксель

4 цвета =
2 бит/пиксель



Губина цвета

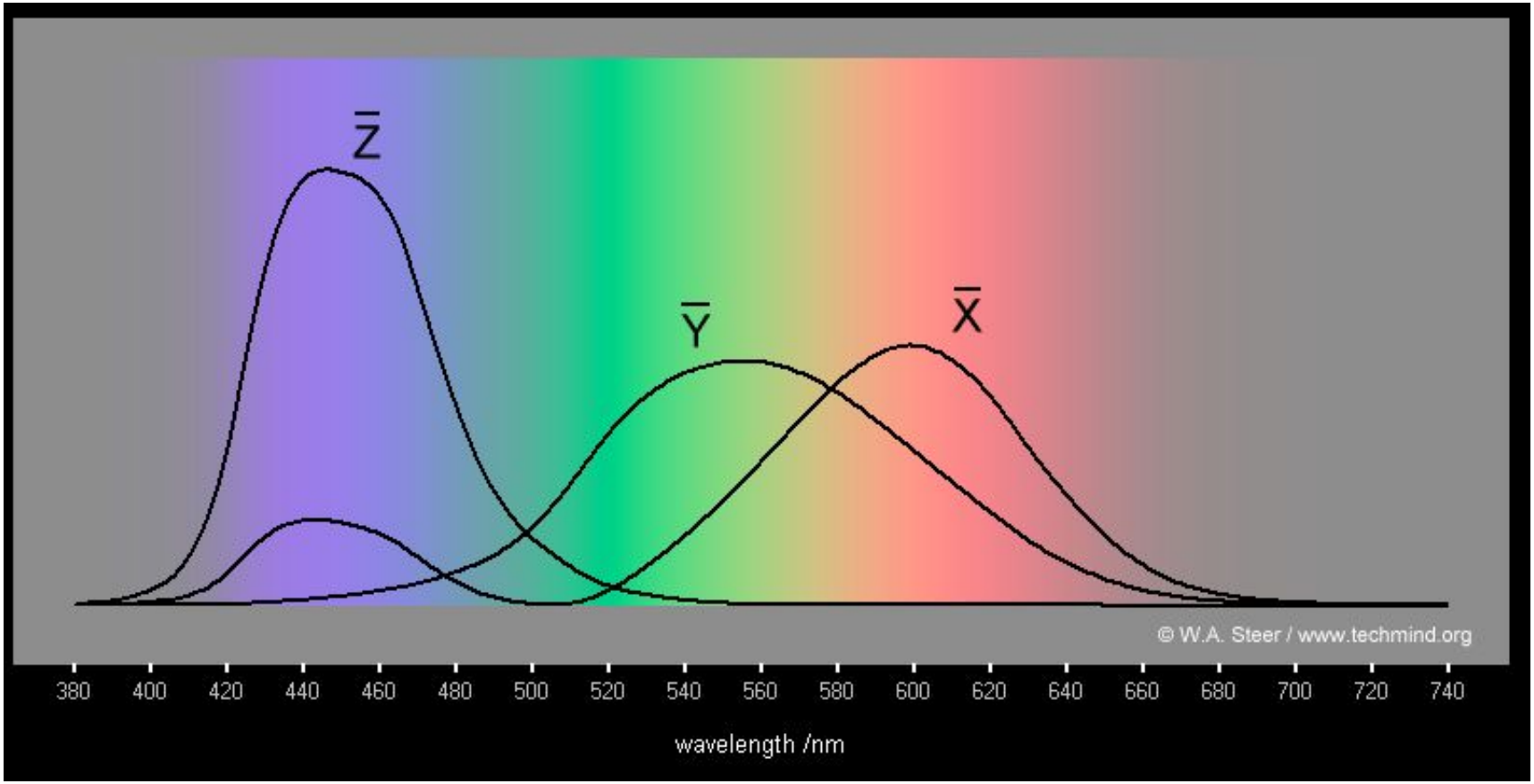
4 bit / pixel



8 bit / pixel

24 bit / pixel

Цветовой охват (Gamut)

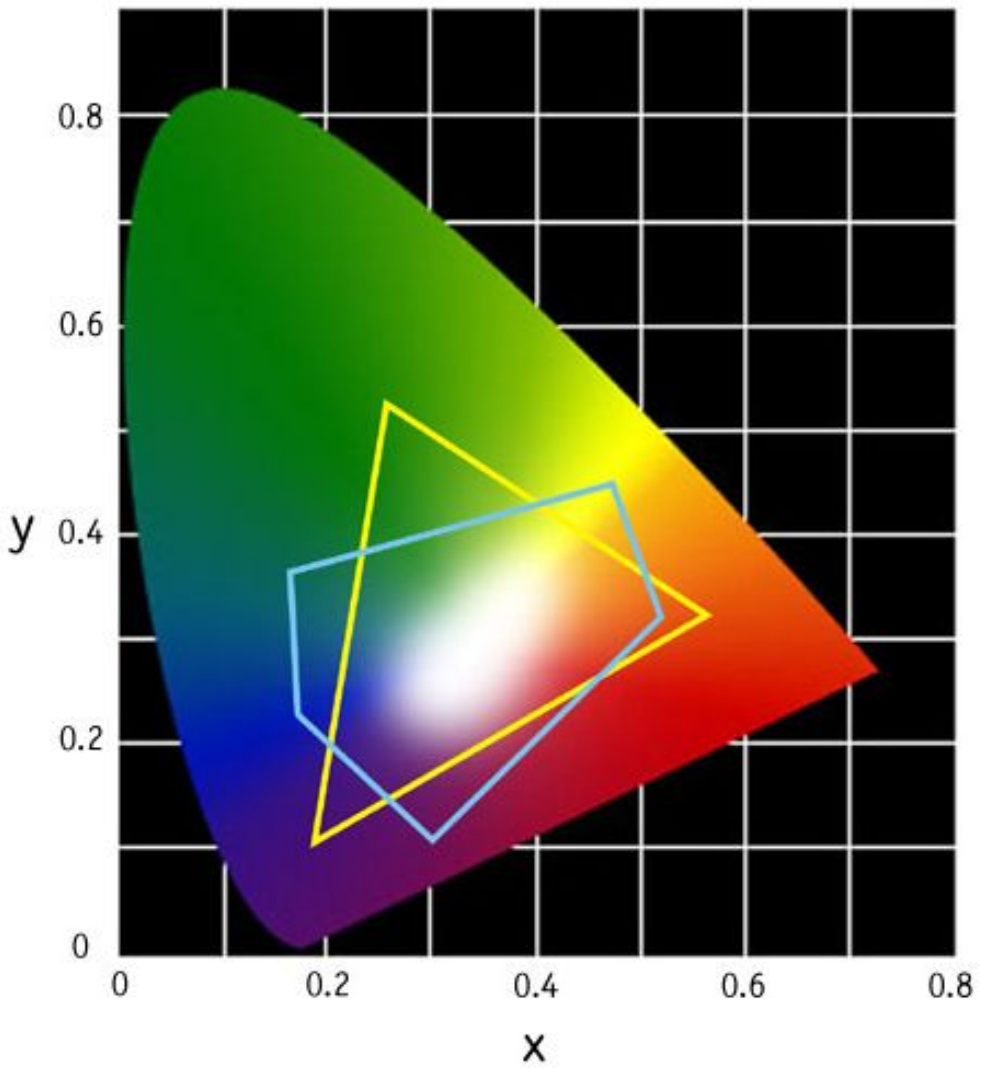


Цветовые отклики X, Y и Z
для стандартного наблюдателя CIE 1931.

Цветовой охват (Gamut)

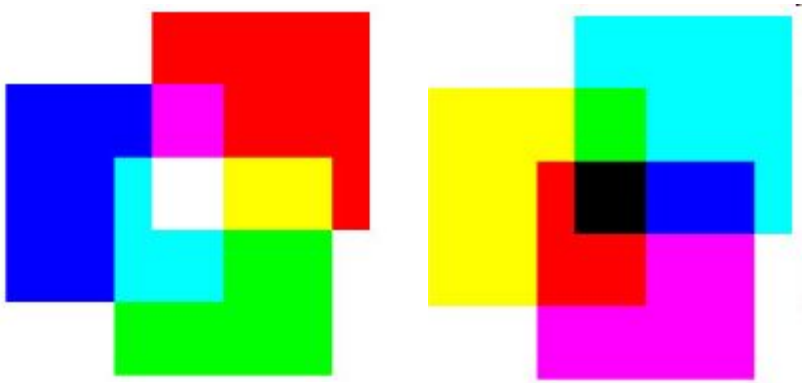
Покрытие RGB и CMYK в цветовом охвате.

Цветовые модели, применяемые в мониторах и принтерах покрывают лишь малую часть видимых цветов, остальное мы домысливаем сами.



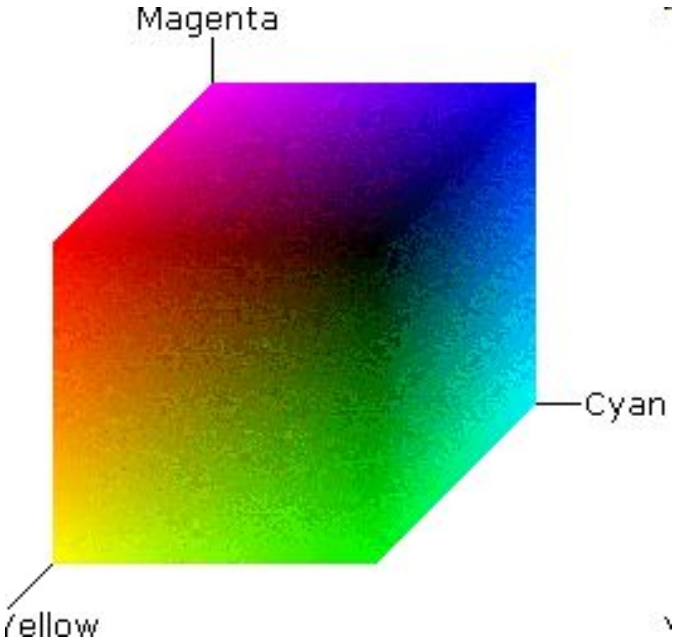
Цветовая модель RGB

- Аддитивная цветовая модель;
- Основана на принципе действия человеческого глаза;
- Используется в светоизлучающих устройствах (мониторы, проекторы) и считывающих матрицах (сканеры, фото и видеокамеры).

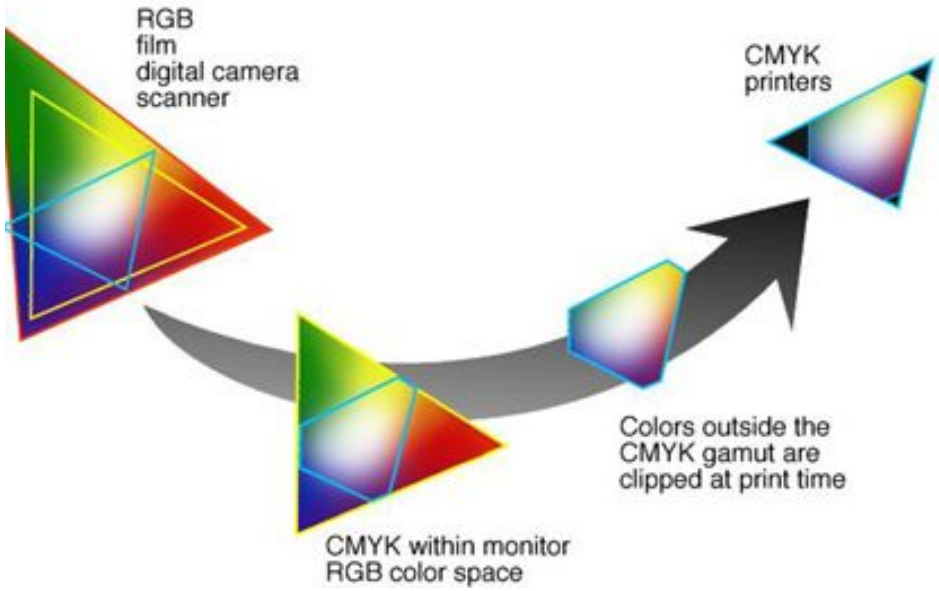


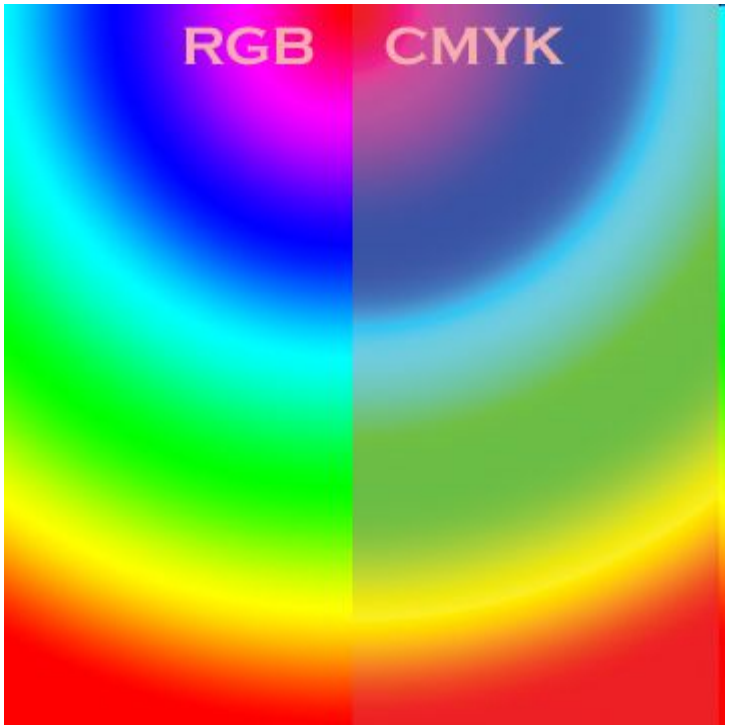
Цветовая модель CMY / CMYK

- Субтрактивная цветовая модель
- Применяется в полиграфии
- Имеет небольшой цветовой охват
- Черная краска дополняет основную триаду **CMY**



Цветовой охват RGB / CMYK





Потери при преобразованиях цветовых моделей

Цветовое пространство L*a*b (CIELAB)

Значение светлоты отделено от значения хроматической составляющей цвета (тон, насыщенность).

Светлота задана координатой **L** (0—100)

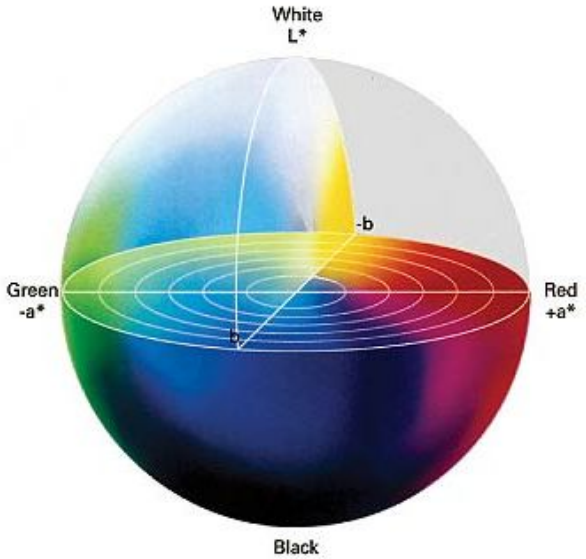
Хроматическая составляющая — двумя полярными координатами:

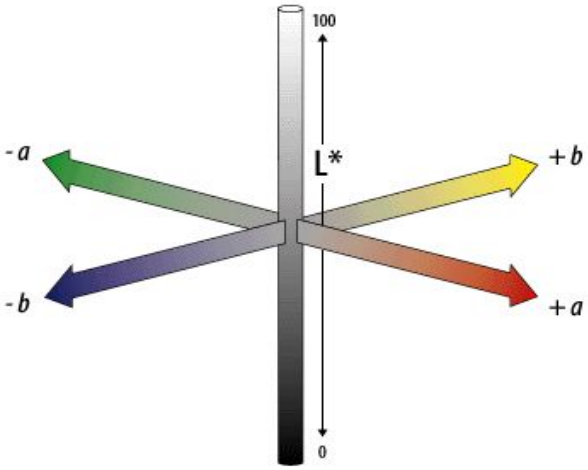
a (от зеленого до пурпурного)

b (от синего до желтого)

Имеет самое широкое покрытие оттенков цвета, воспринимаемых человеком.

Применяется для цветокоррекции



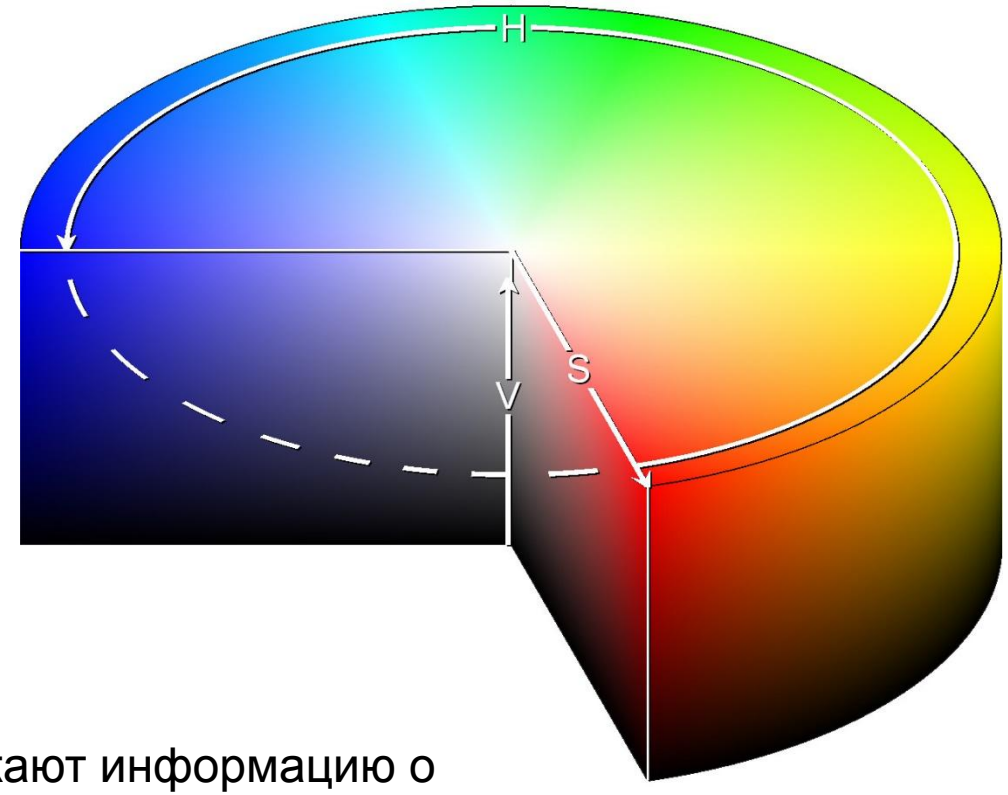


Цветовое пространство HSV / HSB

HSV (Hue, Saturation, Value — *тон*, *насыщенность*, *значение*)

HSB (Hue, Saturation, Brightness — *оттенок*, *насыщенность*, *яркость*)

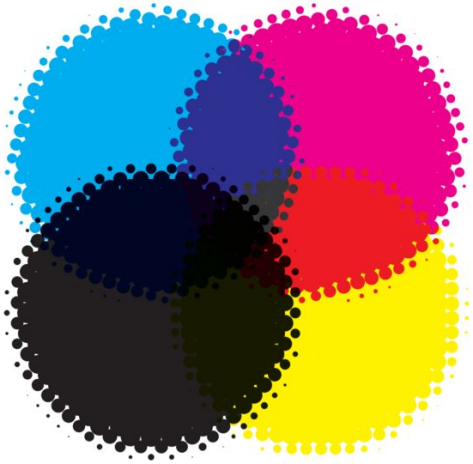
Модель является нелинейным преобразованием модели RGB.



Компоненты цвета в HSV отображают информацию о цвете в более привычной человеку форме.

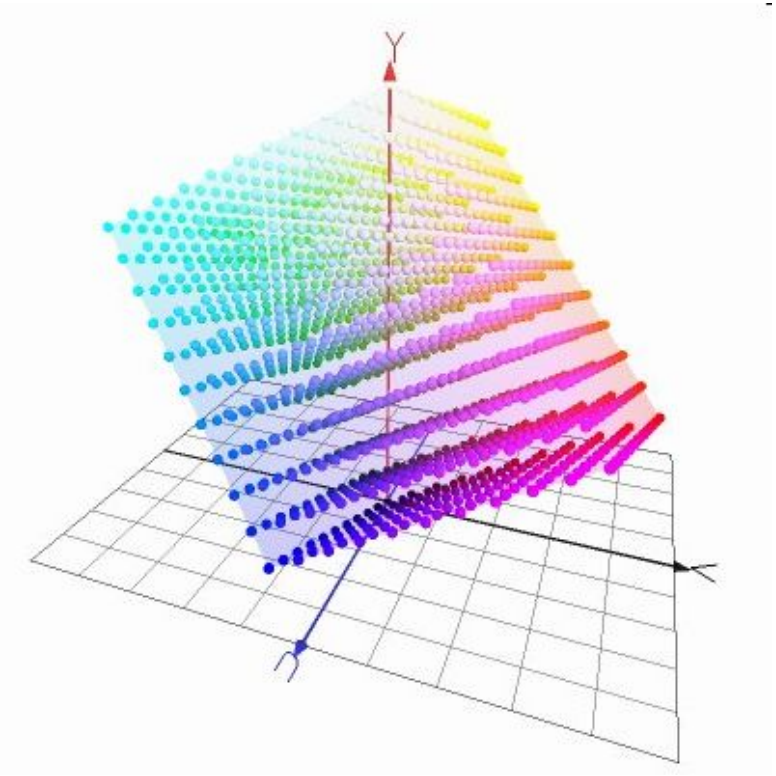
Pantone (PMS)

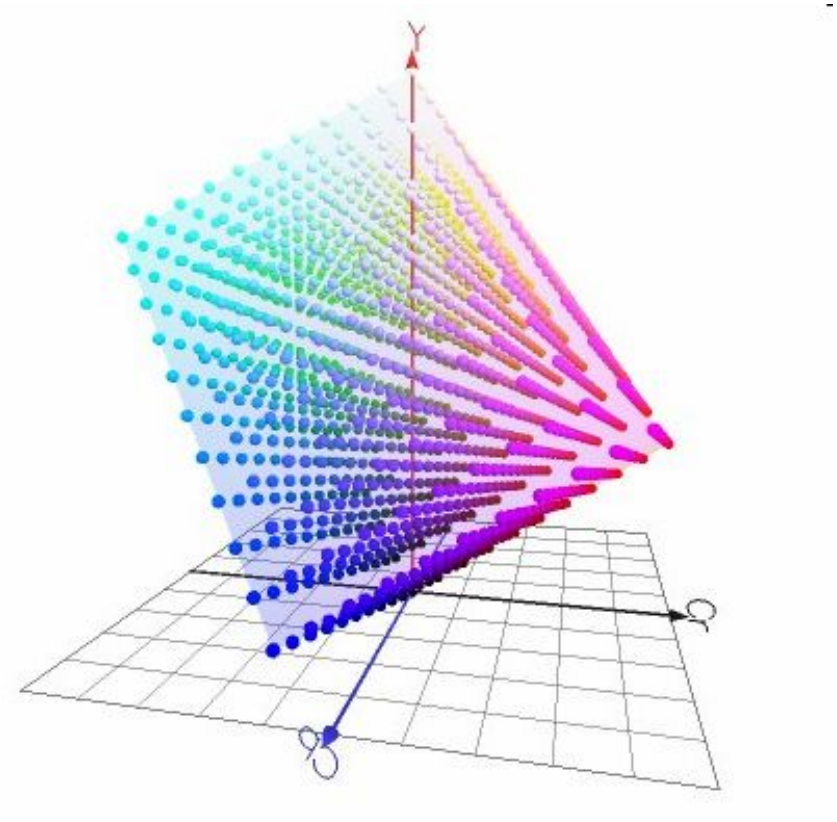
Цветовая модель Пантон, система PMS — стандартизованная система подбора цвета, использует цифровую идентификацию цветов изображения для полиграфии печати как смесевыми, так и триадными красками.



Другие цветовые модели

Цветоразностные модели (YUV, YCrCb) применяются в видео и телевидении.





.Будут рассмотрены в лекциях
«Аппаратное обеспечение» и «Видеотехнологии»

Конец лекции

Вопросы?