

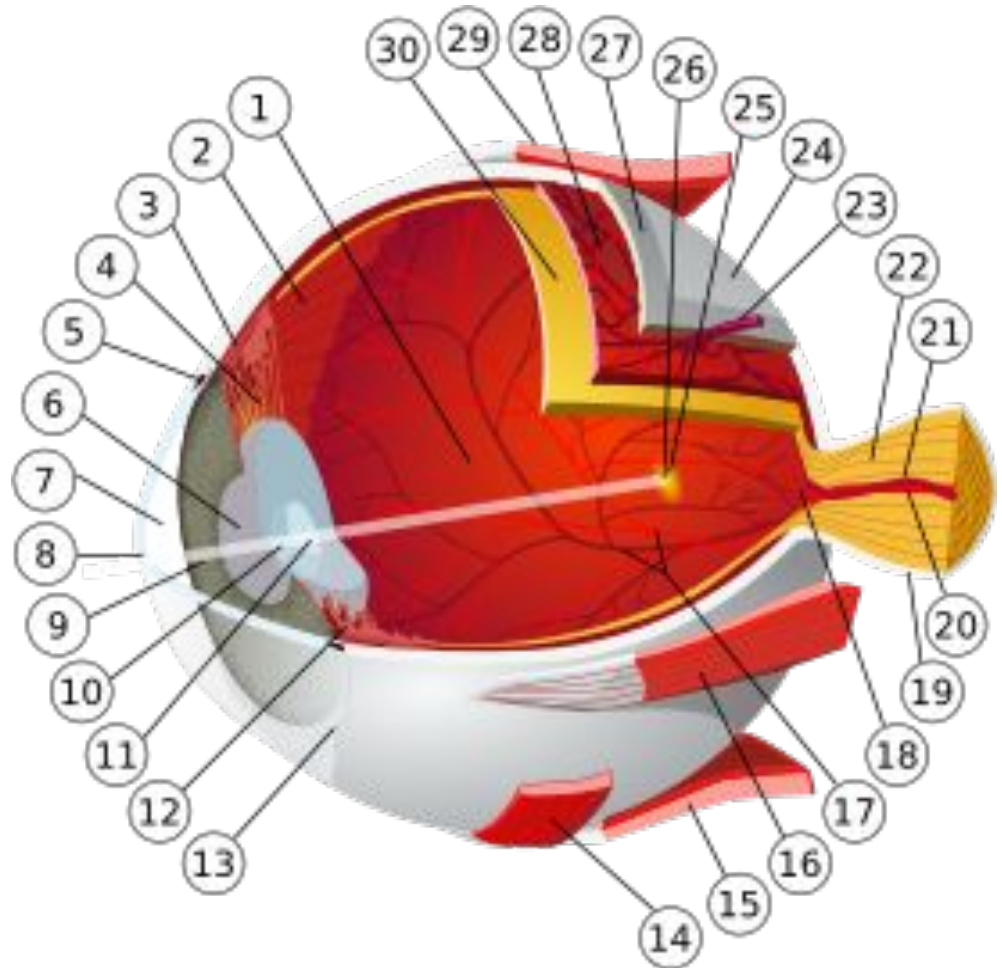
Лекция №2

Физические основы компьютерной графики

Зрение, спектр, цвет, свет, цветовые модели

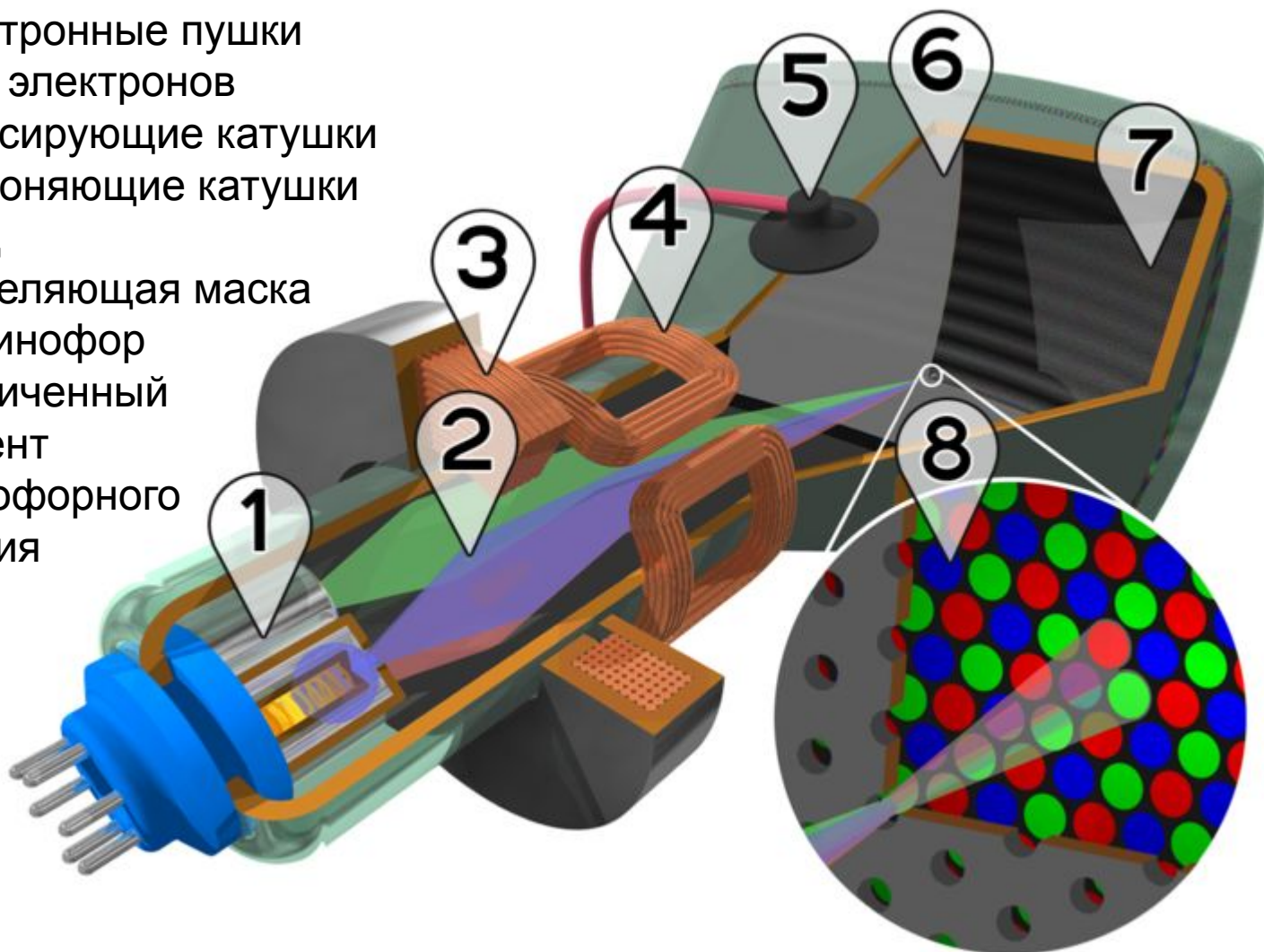
Человеческий глаз

- 1: задняя камера
- 2: зубчатый край
- 3: ресничная мышца
- 4: ресничный пояс
- 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: желтое пятно
- 26: центральная ямка
- 27: склера
- 28: сосудистая оболочка глаза
- 29: верхняя прямая мышца
- 30: сетчатка



Цвет на мониторе с ЭЛТ

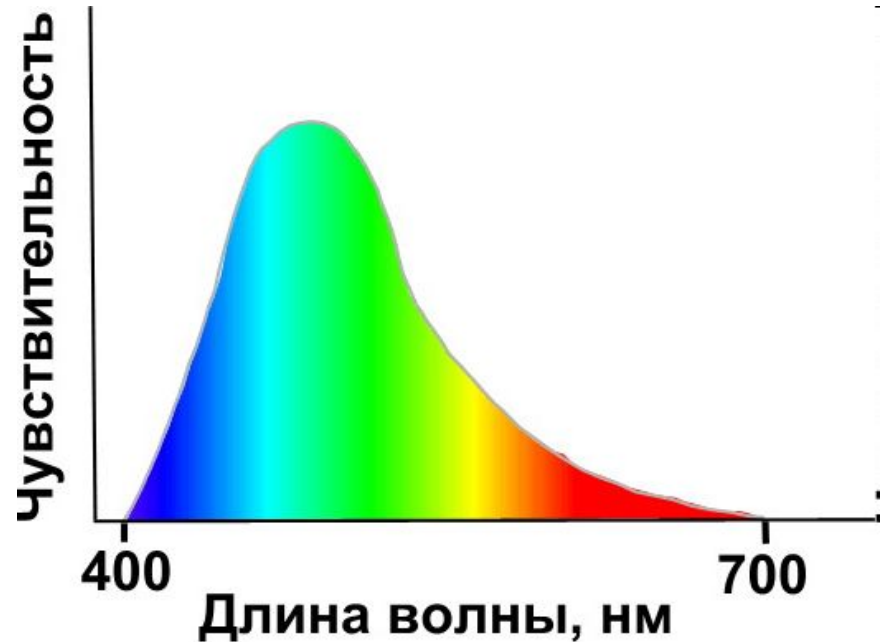
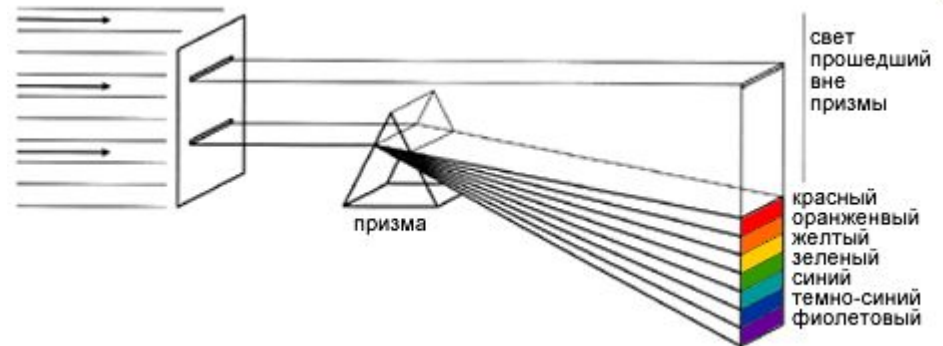
1. Электронные пушки
2. Пуки электронов
3. Фокусирующие катушки
4. Отклоняющие катушки
5. Анод
6. Разделяющая маска
7. Люминофор
8. Увеличенный фрагмент люминофорного покрытия



Спектр, видимый свет

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

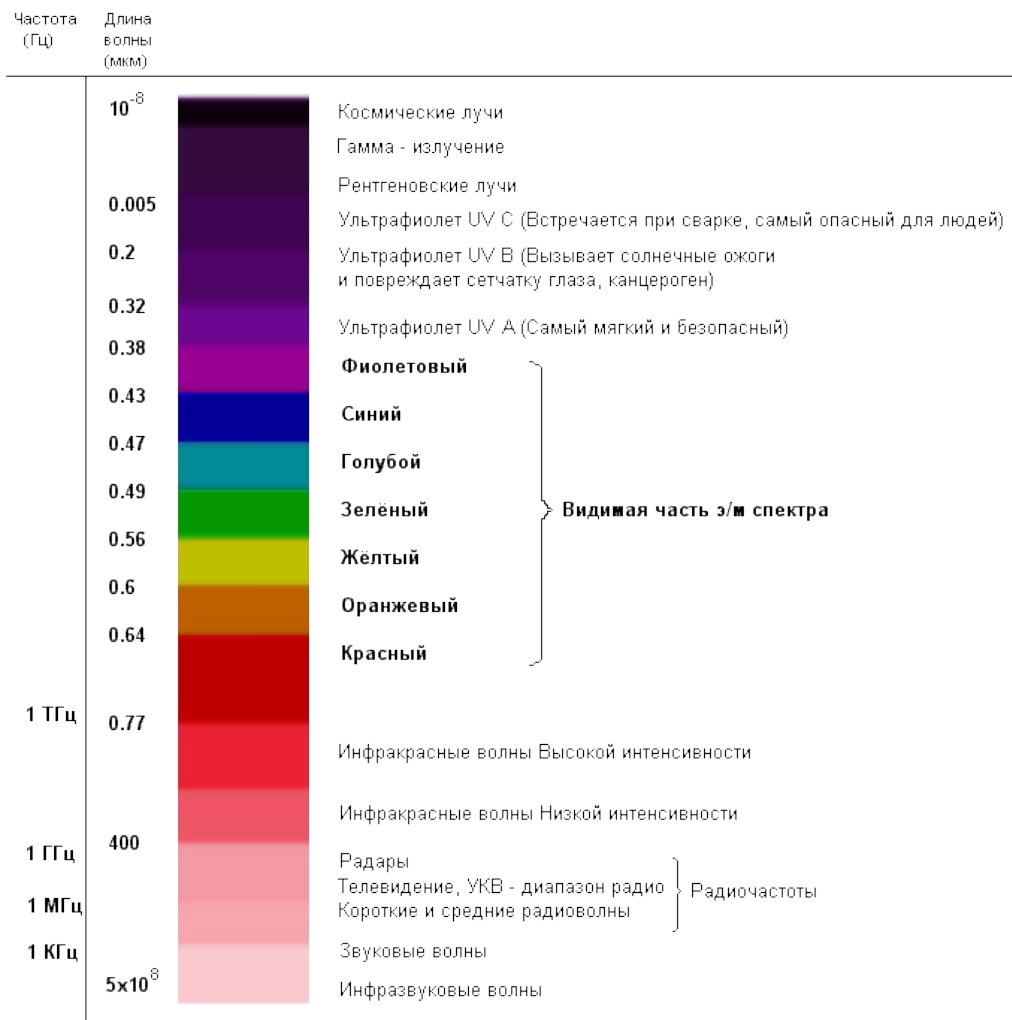
Видимое излучение — это электромагнитные волны, воспринимаемые человеческим глазом в участке спектра от 380 (Фиолетовый) до 780 нм (Красный).



Спектр, видимый свет

Шкала электромагнитного излучения

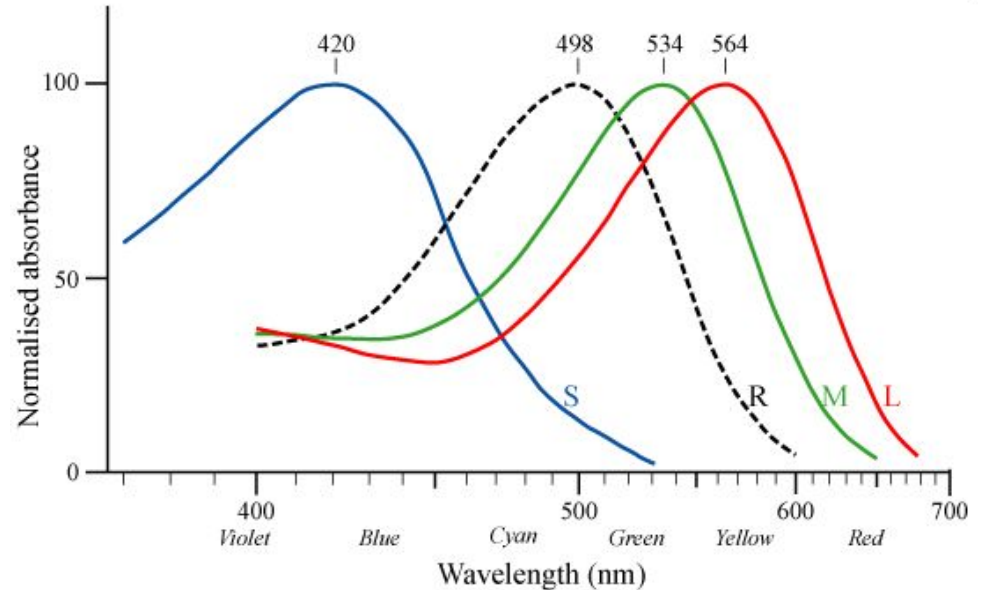
Видимый спектр – малая часть электромагнитного излучения между инфракрасным и ультрафиолетовым диапазонами.



Длина волны: 1 мкм (1 μ) = 1/1000 мм
Частота: 1 Гц = число колебаний волны за секунду

Цветовое зрение

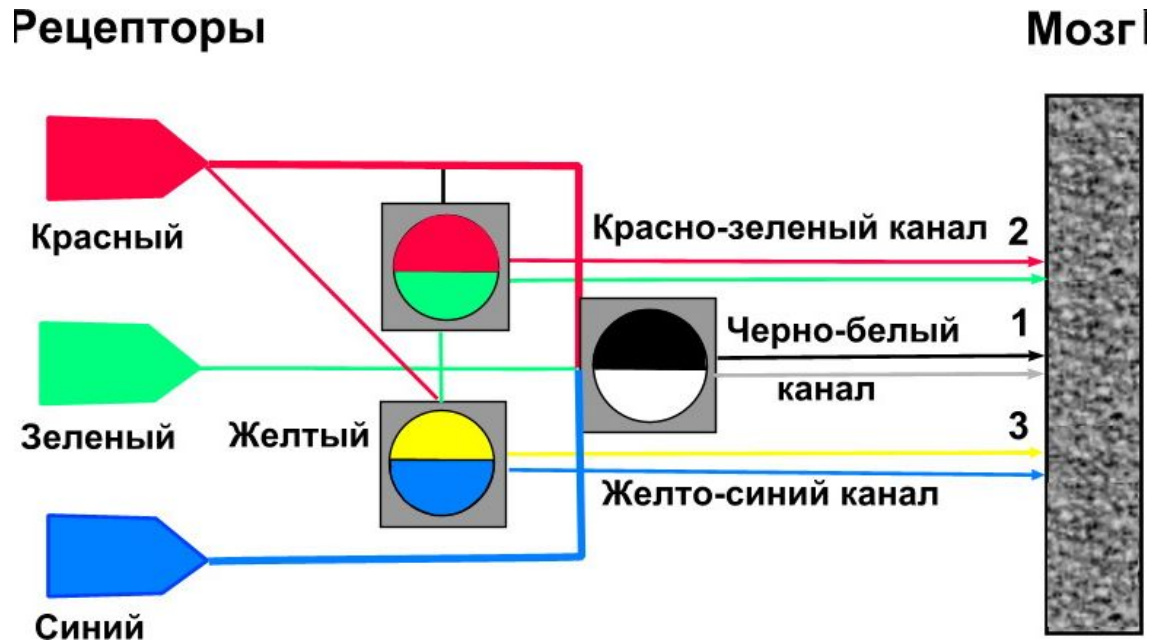
Теория цветоощущения Гельмгольца Трёхкомпонентная теория цветоощущения



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)

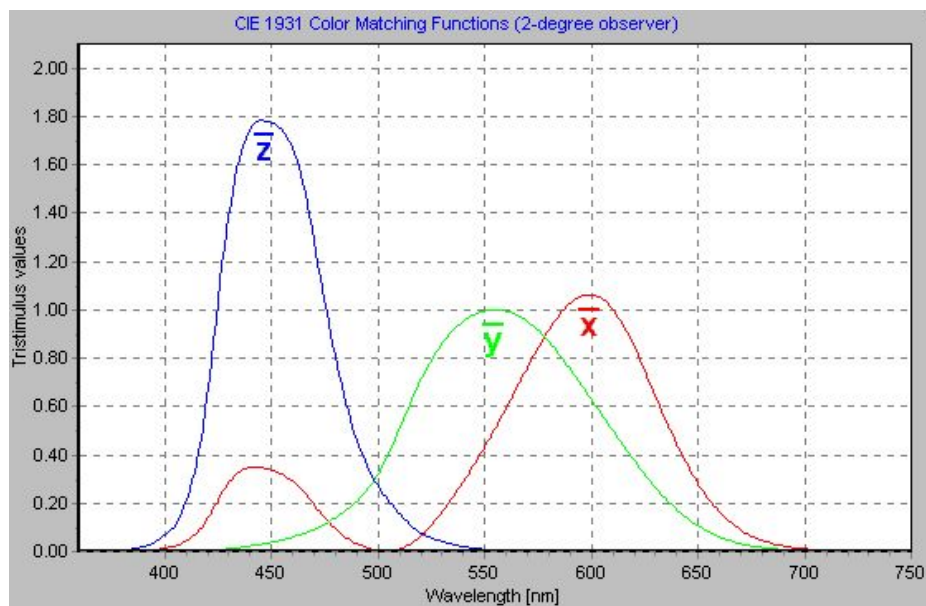


Мозг получает информацию о разнице яркости — о разнице яркости белого (Y_{\max}) и черного (Y_{\min}), о разнице ($G-R$), о разнице (B -yellow), а жёлтый цвет — ($yellow=R+G$).

Что такое цвет

Цвет – понятие субъективное.

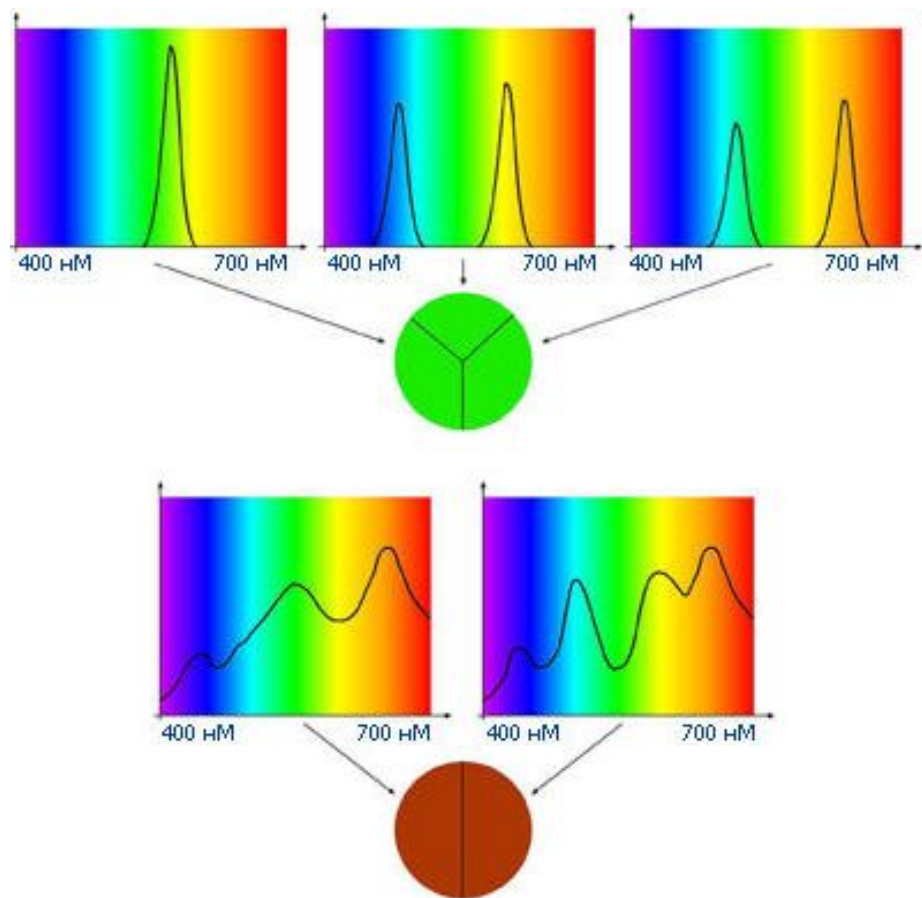
Зависит от физиологических ощущений и определяется как спектральным составом, так и цветовым и яркостным контрастом с окружающими объектами и источниками света.



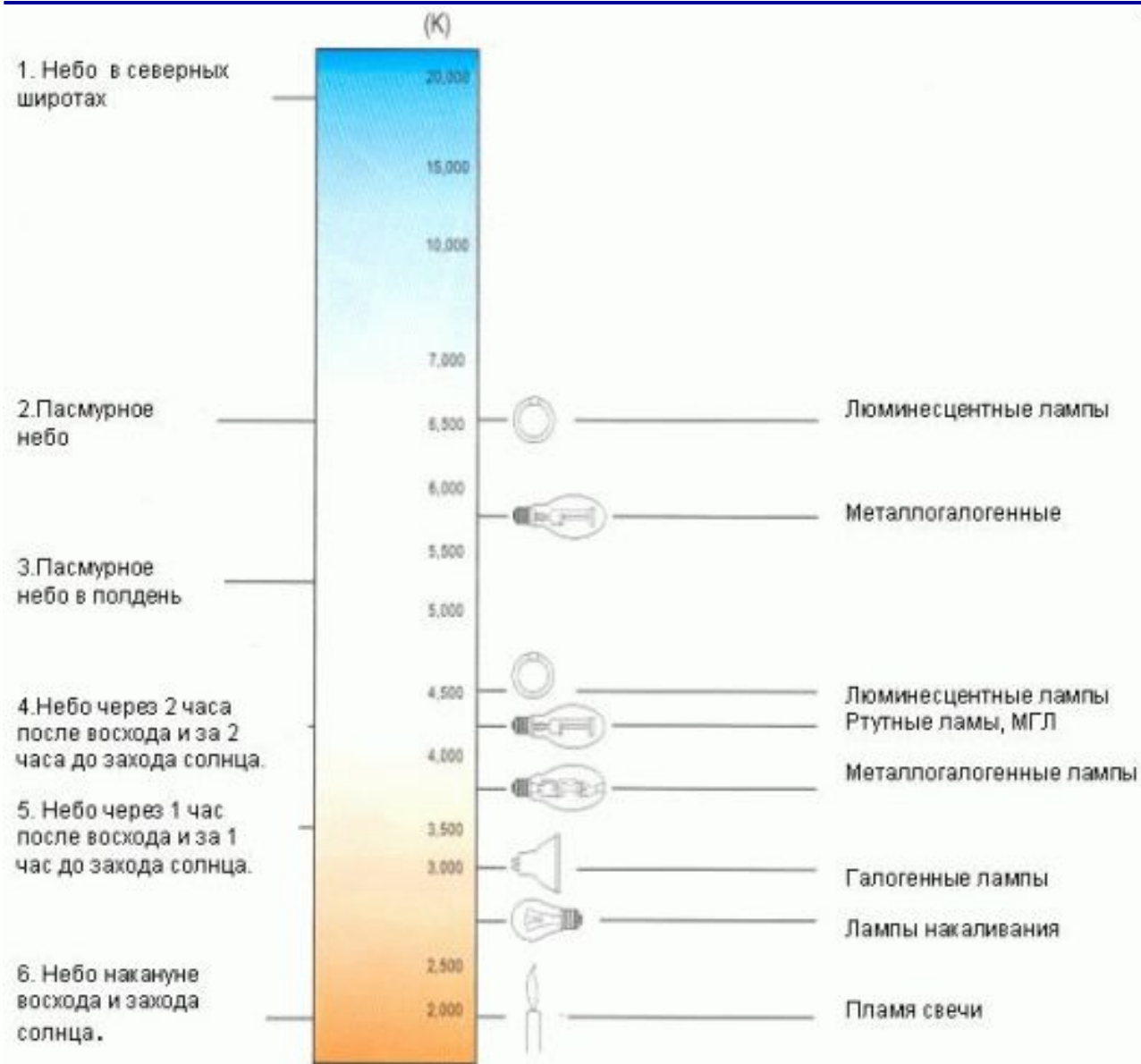
Что такое цвет

Метамерия —

разный спектральный состав света вызывает одинаковые цветовые ощущения.

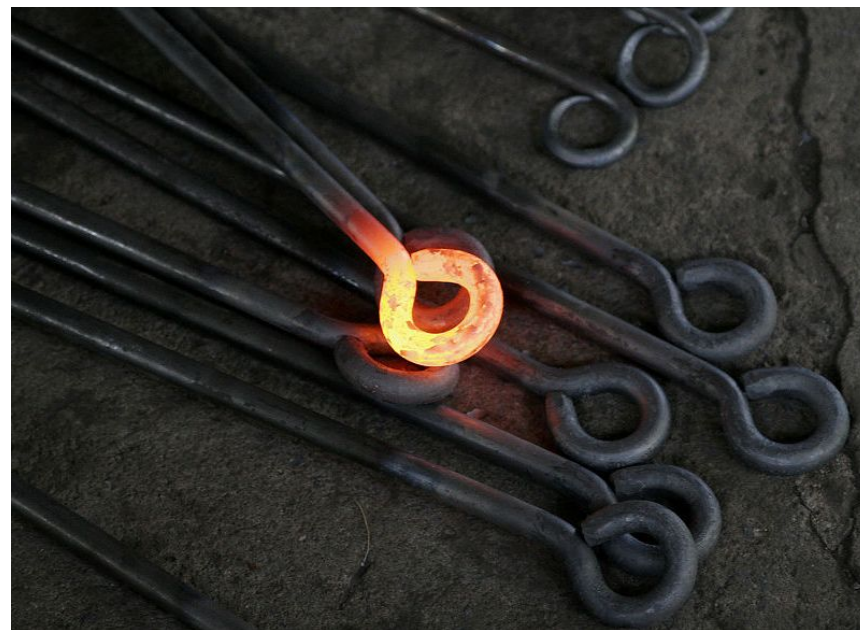


Температура цвета. Баланс белого.



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 |



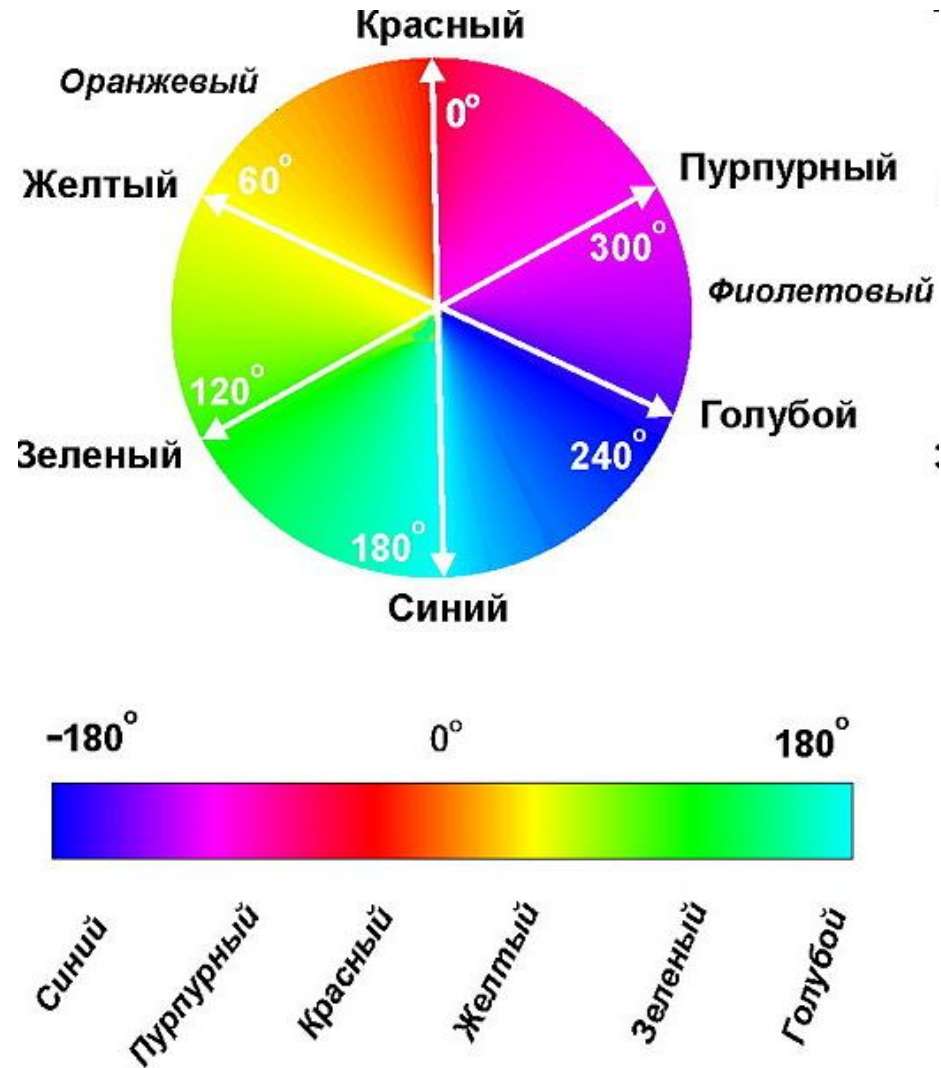
Температура, до которой надо нагреть **абсолютно чёрное тело**, чтобы его излучение имело такой же спектральный состав.

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

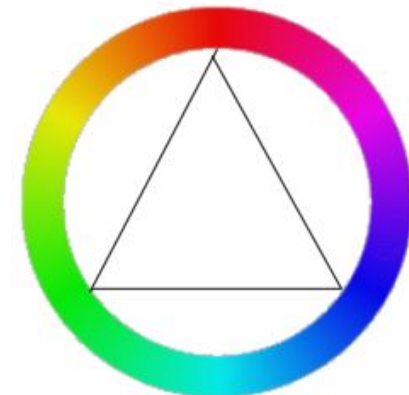
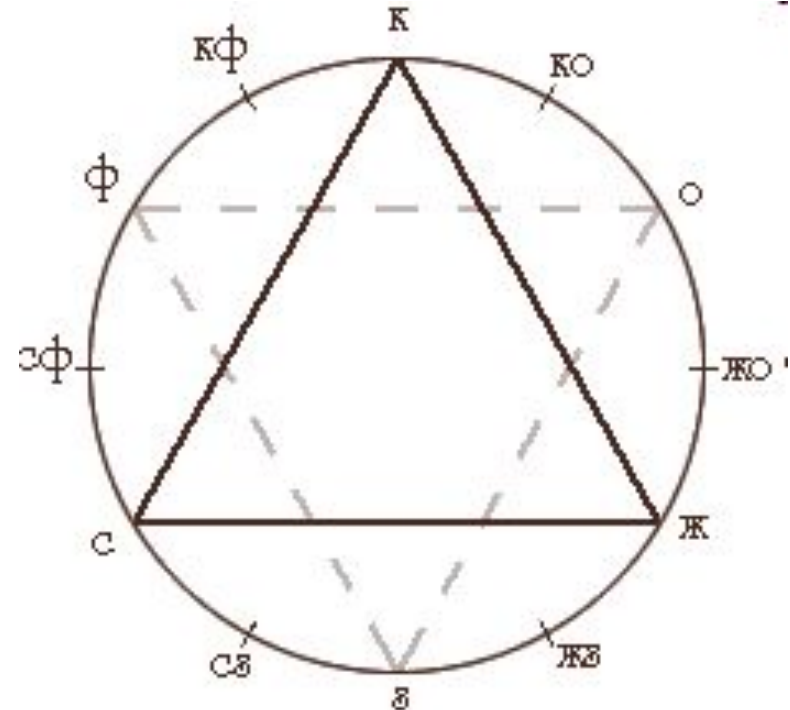
ф - фиолетовый

кф - красно-фиолетовый

сжк - основной треугольник,
первичные (основные) цвета.

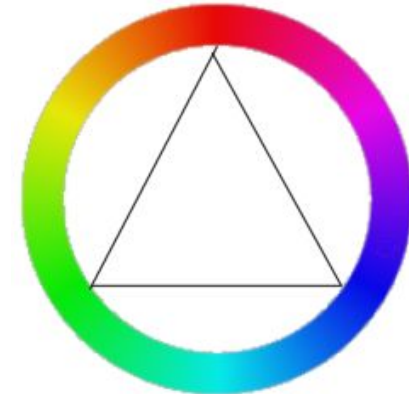
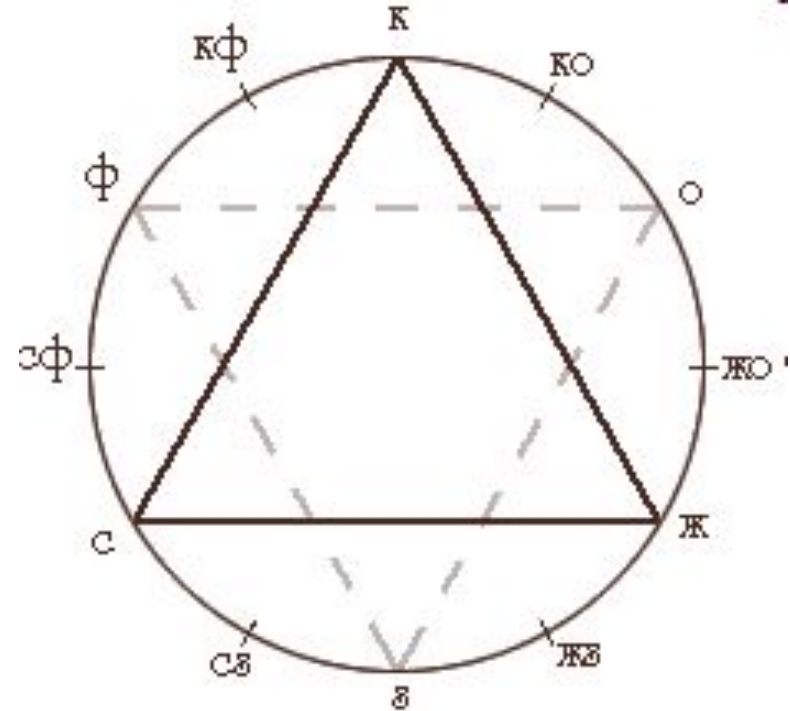
фоз - перевернутый треугольник
(вторичные цвета, смешанные цвета
первого порядка).

сз, сф, кф и т.д. - смешанные цвета
второго порядка.



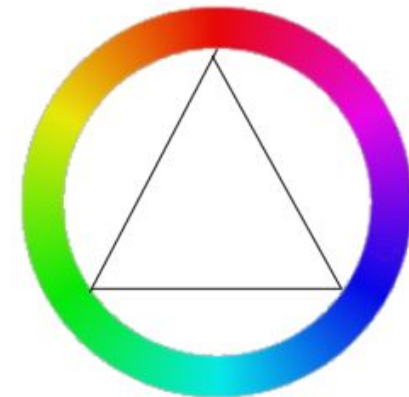
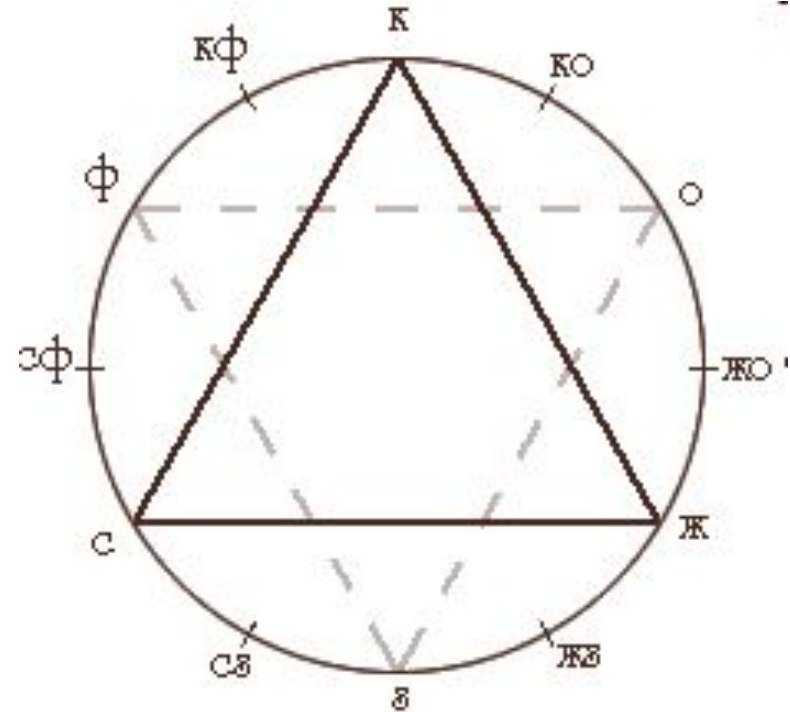
Цветовой круг: сочетания

- **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

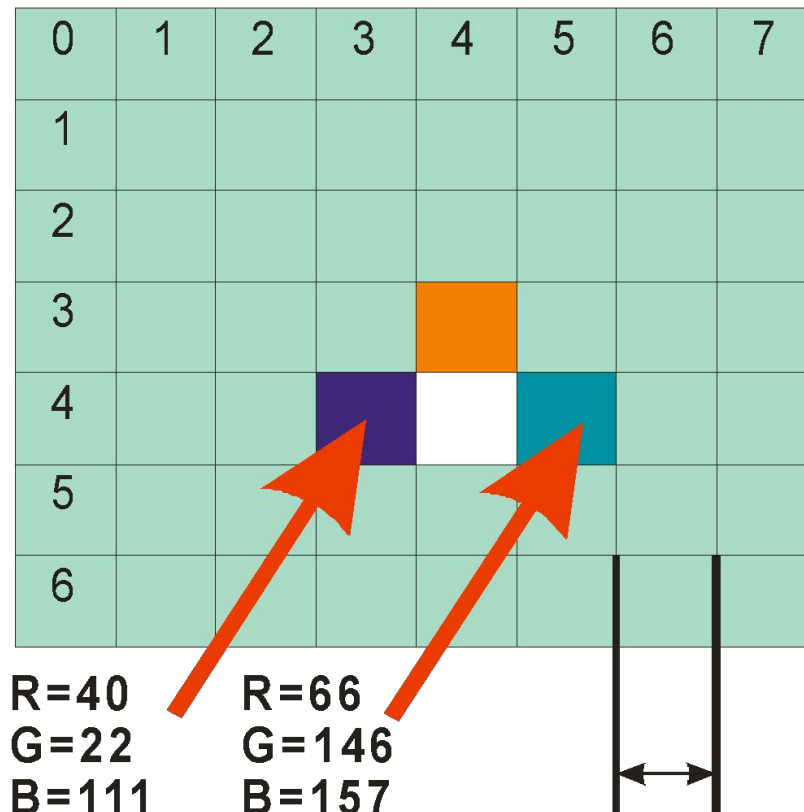
Pixel – *англ.*

Picture Element, Cell.

- размер,
- тоновое значение,
- глубина цвета,
- ПОЗИЦИЯ

256 цветов =
8 бит/пиксель

4 цвета =
2 бит/пиксель



Губина цвета



4 bit / pixel

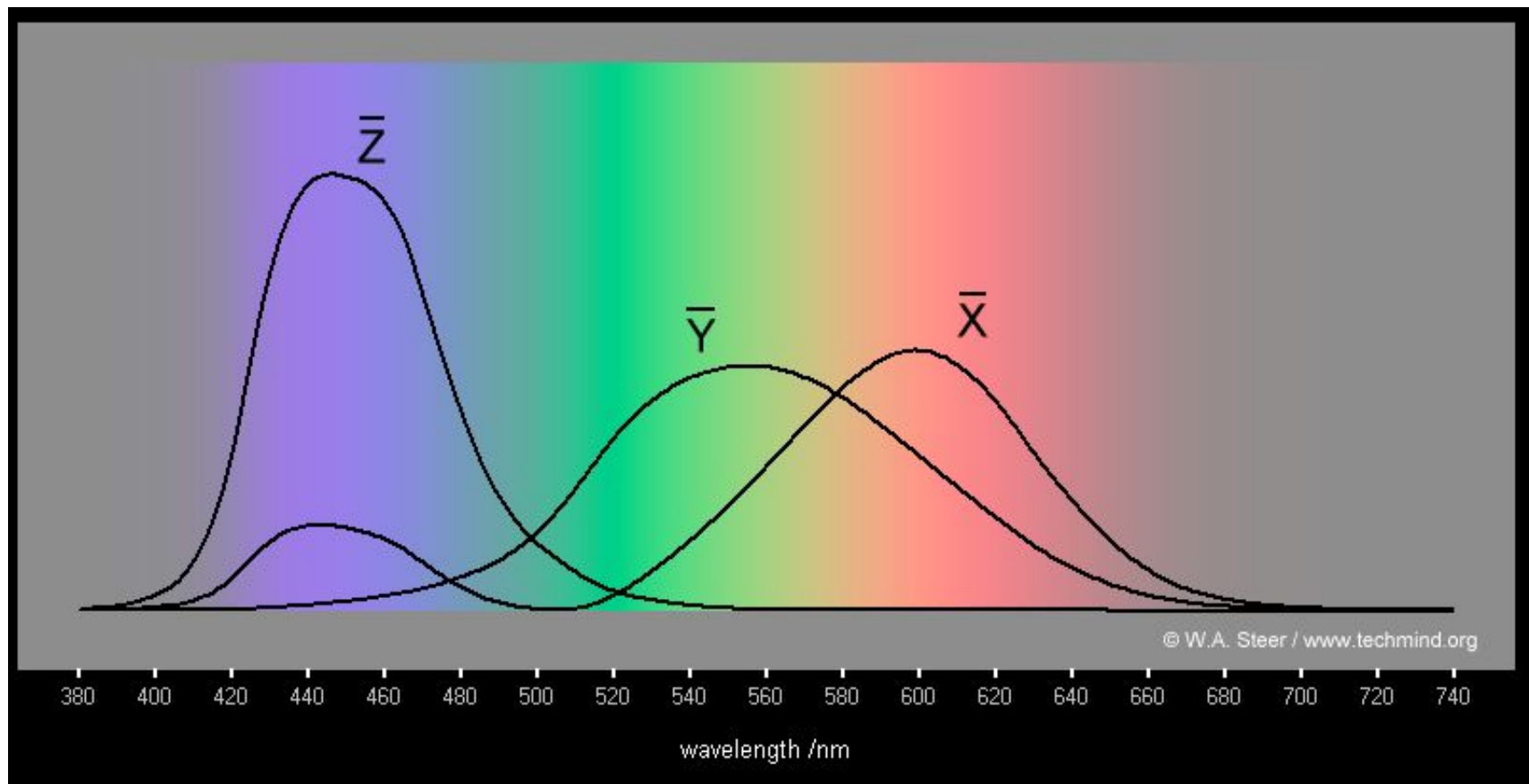


8 bit / pixel



24 bit / pixel

Цветовой охват (Gamut)

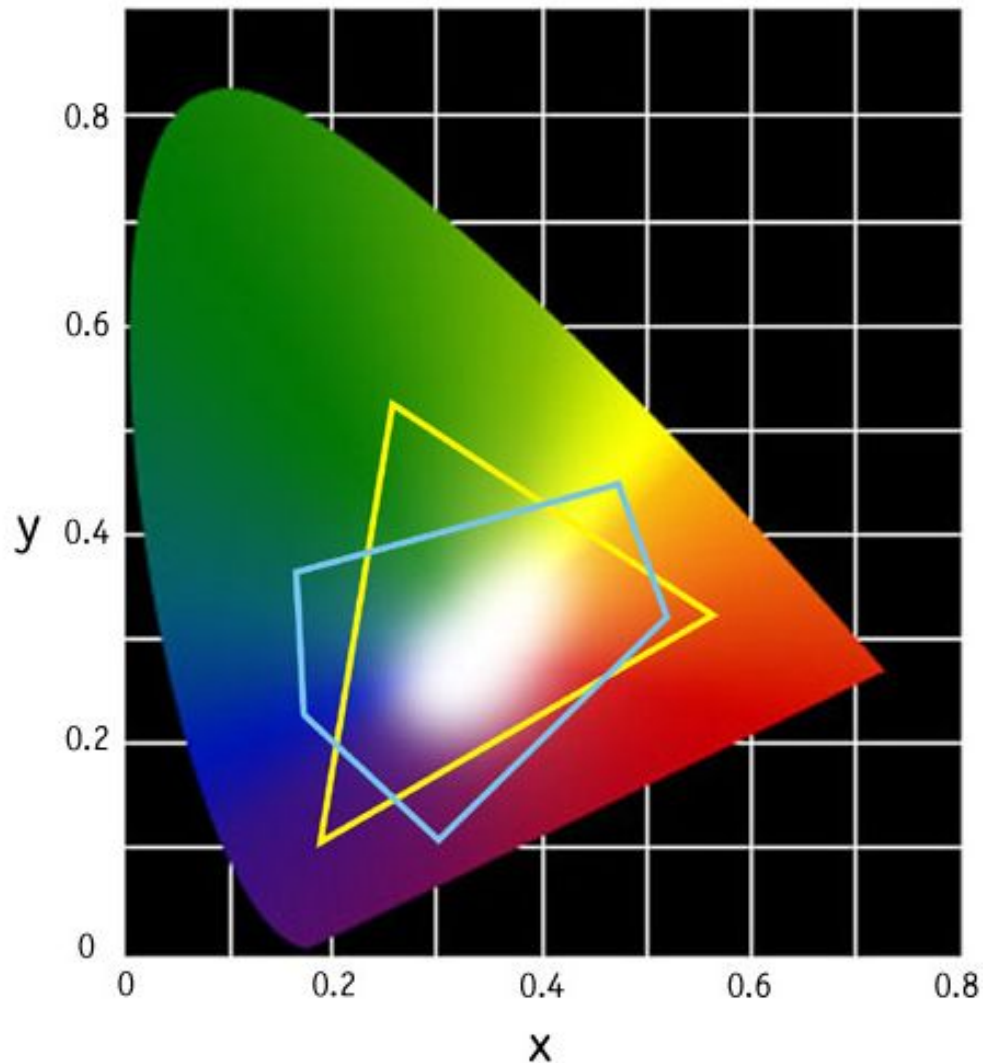


Цветовые отклики X, Y и Z
для стандартного наблюдателя CIE 1931.

Цветовой охват (Gamut)

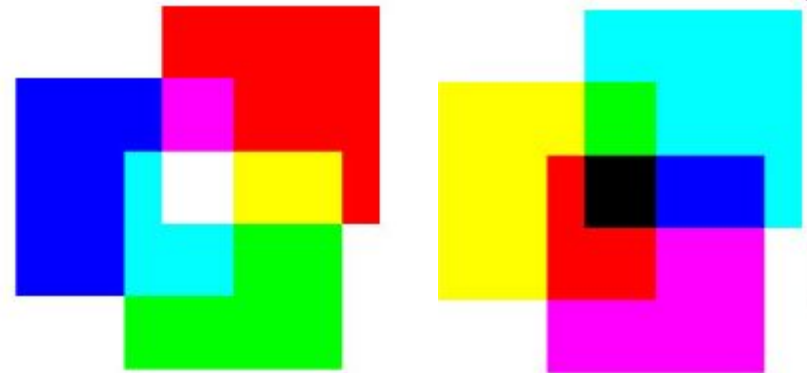
Покрытие **RGB** и **СМУК** в цветовом охвате.

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



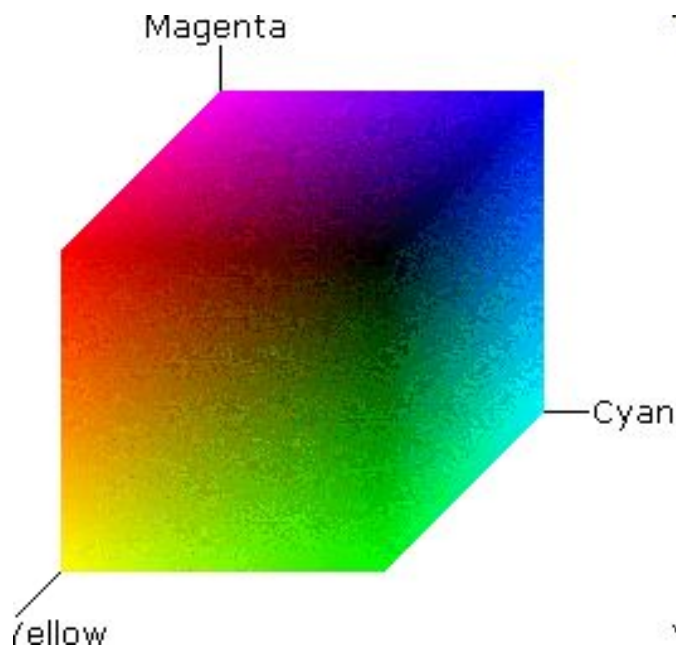
Цветовая модель RGB

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

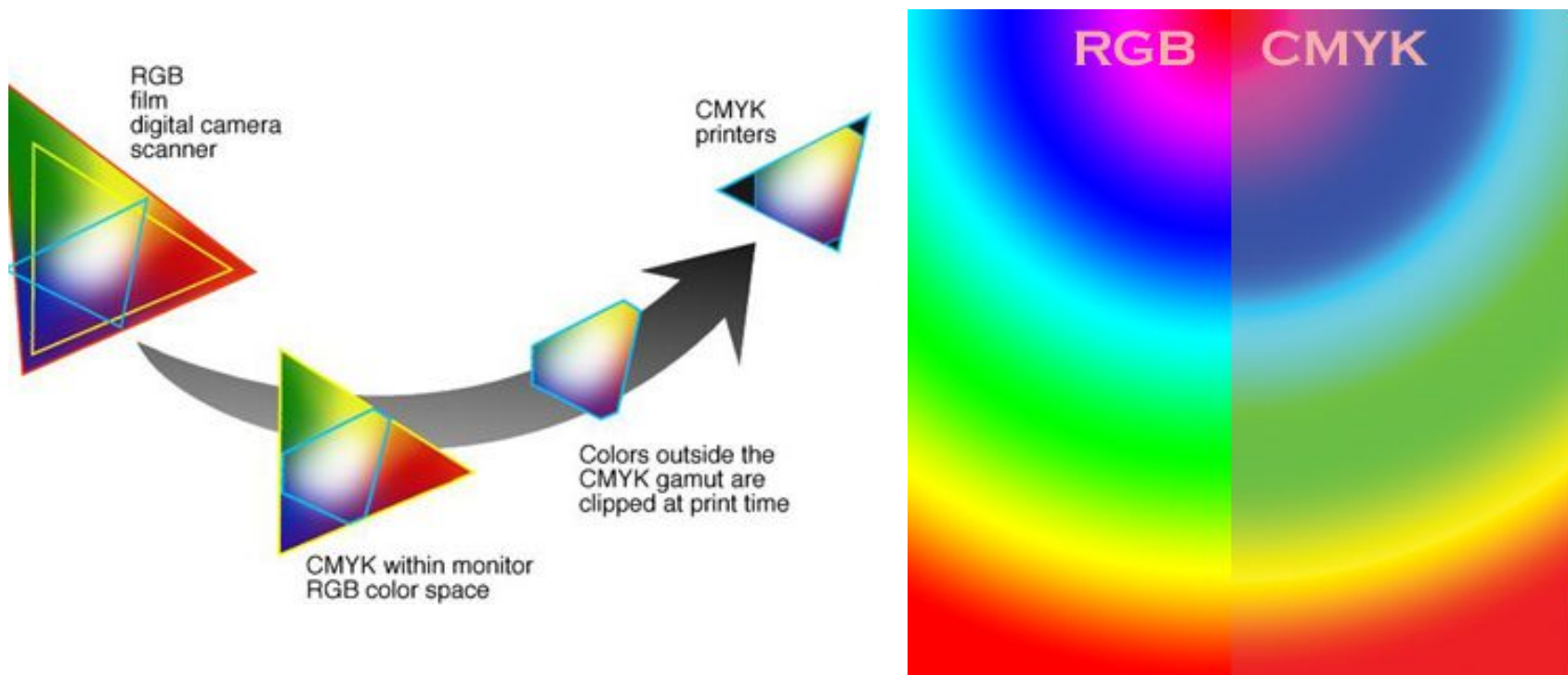


Цветовая модель CMY / CMYK

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



Цветовой охват RGB / CMYK



Потери при преобразованиях цветowych моделей

Цветовое пространство L^*a^*b (CIELAB)

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

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

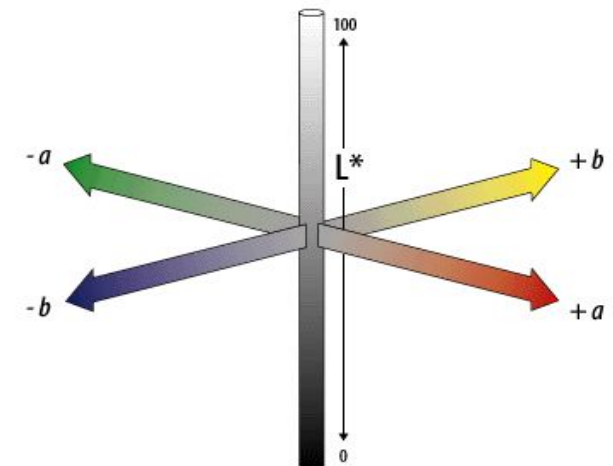
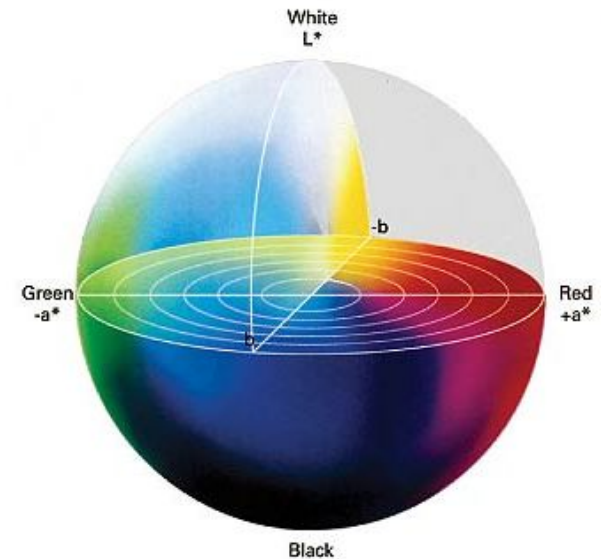
Хроматическая составляющая — двумя полярными координатами:

a (от зеленого до пурпурного)

b (от синего до желтого)

Имеет **самое широкое покрытие оттенков** цвета, воспринимаемых человеком.

Применяется для **цветокоррекции**



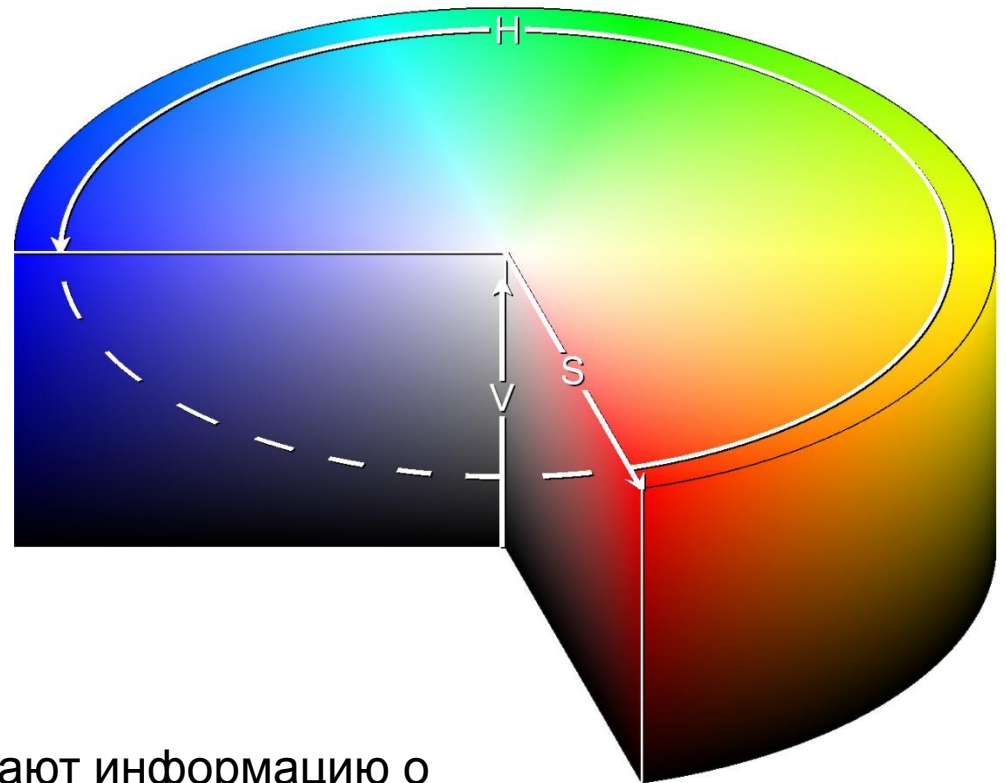
Цветовое пространство HSV / HSB

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

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

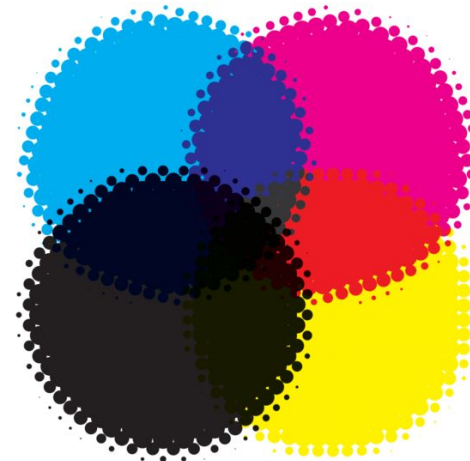
Модель является нелинейным
преобразованием модели **RGB**.

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



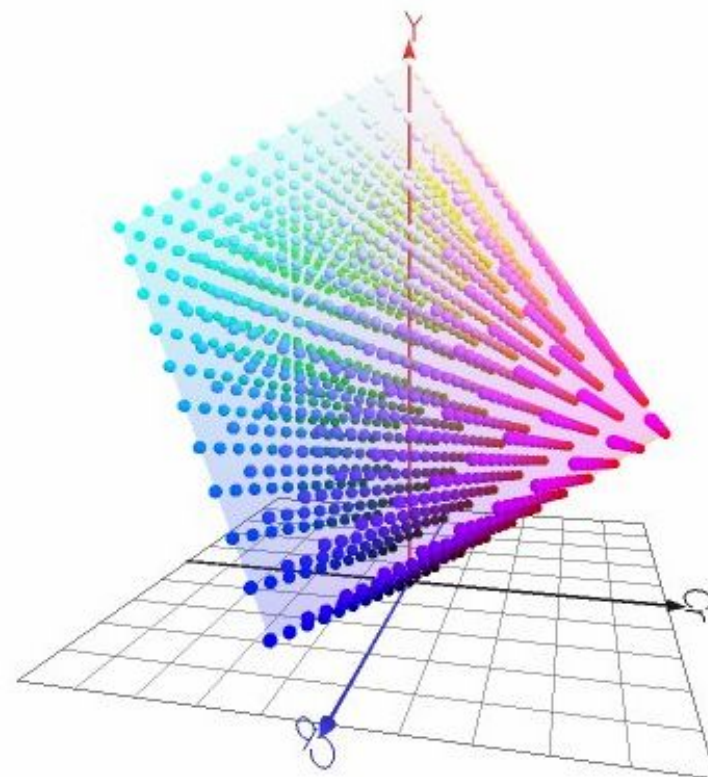
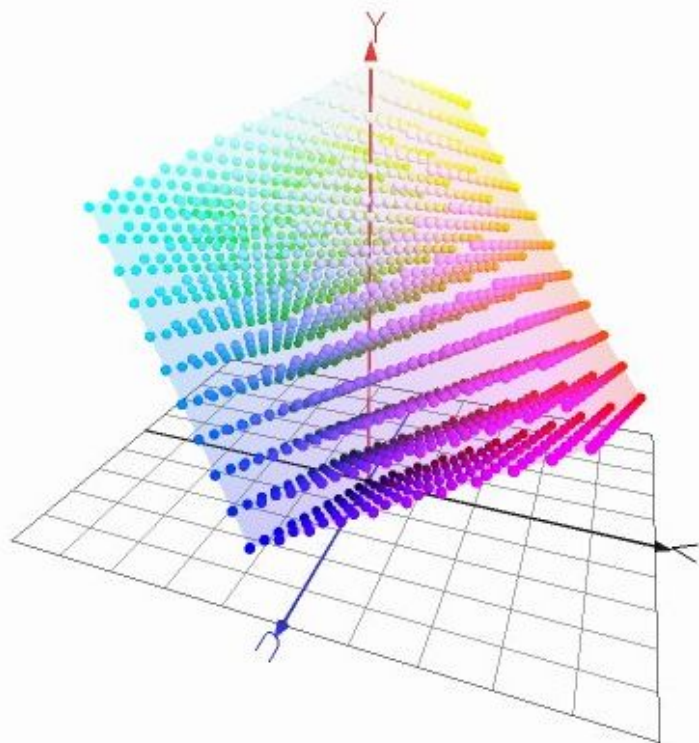
Pantone (PMS)

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?