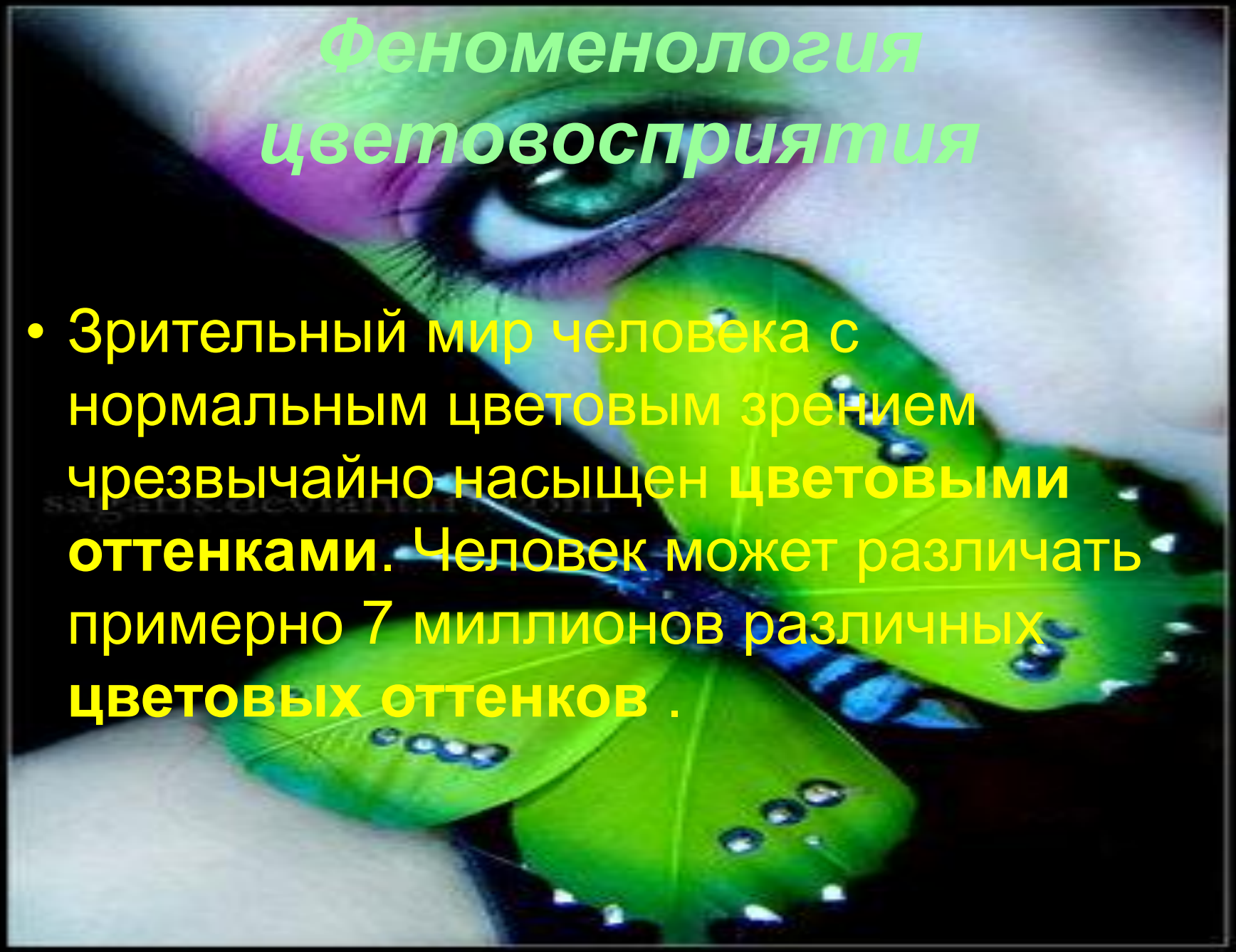
Биофизика цветного зрения



Феноменология цветовосприятия

- Зрительный мир человека с нормальным цветовым зрением чрезвычайно насыщен **цветовыми оттенками**. Человек может различать примерно 7 миллионов различных **цветовых оттенков** .

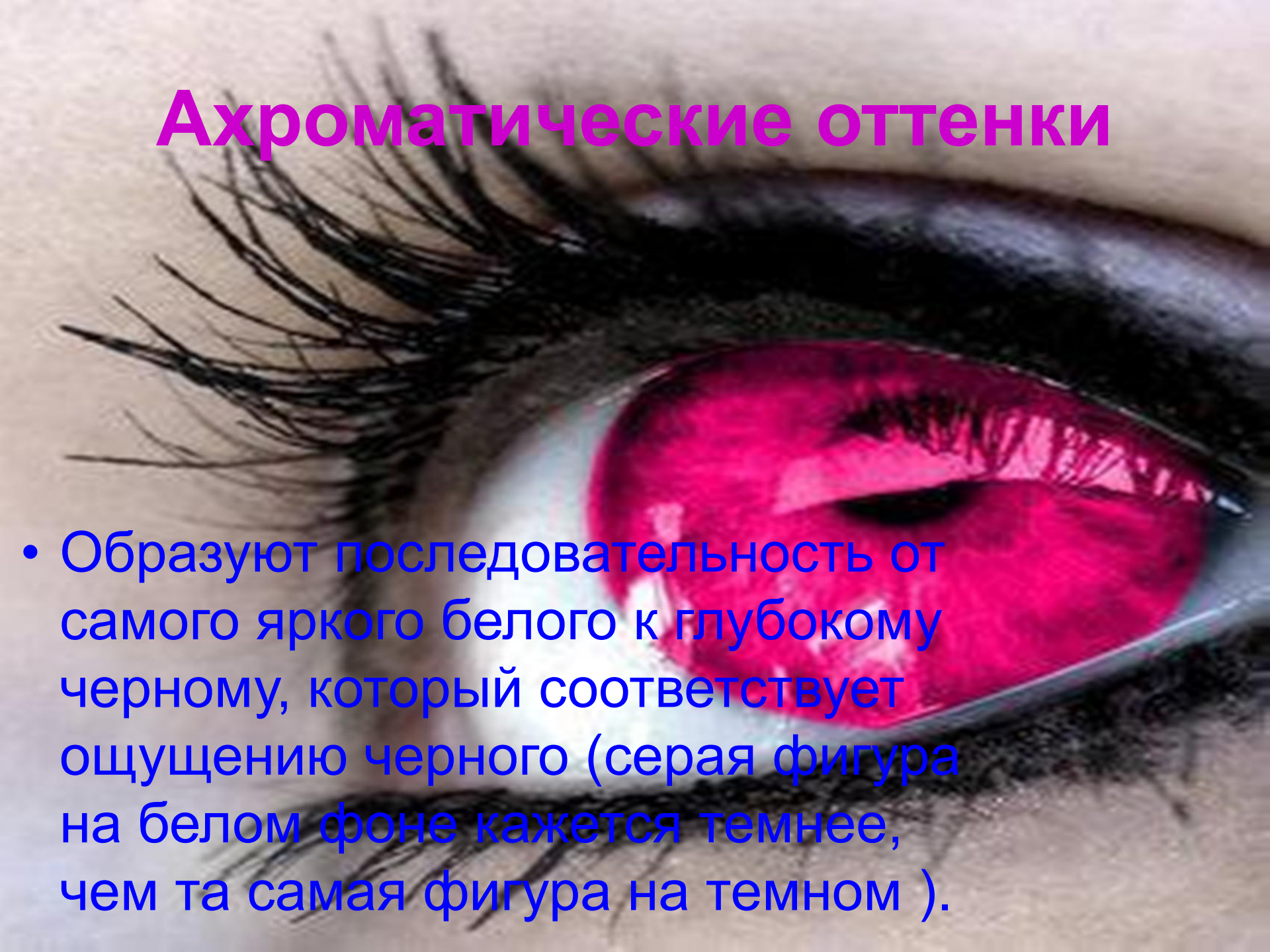
хроматические и ахроматические оттенки.

Хроматические оттенки

- Окраска поверхности предметов и характеризованная тремя качествами:

- 1)**Светлота** - **признак “светлота” заменяется на “освещенность” (яркость). Монохроматические световые стимулы с одинаковой энергией, но разной длиной волны вызывающие различное ощущение яркости.**
- 2) **Насыщенностью** -определяется тем, каково в цвете содержание белого или черного.
- 3)**Цветовой тон** - может быть изображен как цветовой круг, на котором задана последовательность : красный, желтый, зеленый, голубой и снова красный.

Ахроматические оттенки



- Образуют последовательность от самого яркого белого к глубокому черному, который соответствует ощущению черного (серая фигура на белом фоне кажется темнее, чем та самая фигура на темном).

Законы цветовосприятия

- 1)Воспринимаемые цвета переходят один в другой плавно, без скачка.
- 2)Каждая точка в цветовом теле может быть точно определена тремя переменными.
- 3)В структуре цветового тела имеются полюсные точки - такие **дополнительные цвета**, как черный и белый, зеленый и красный, голубой и желтый, расположены на противоположных сторонах сферы.

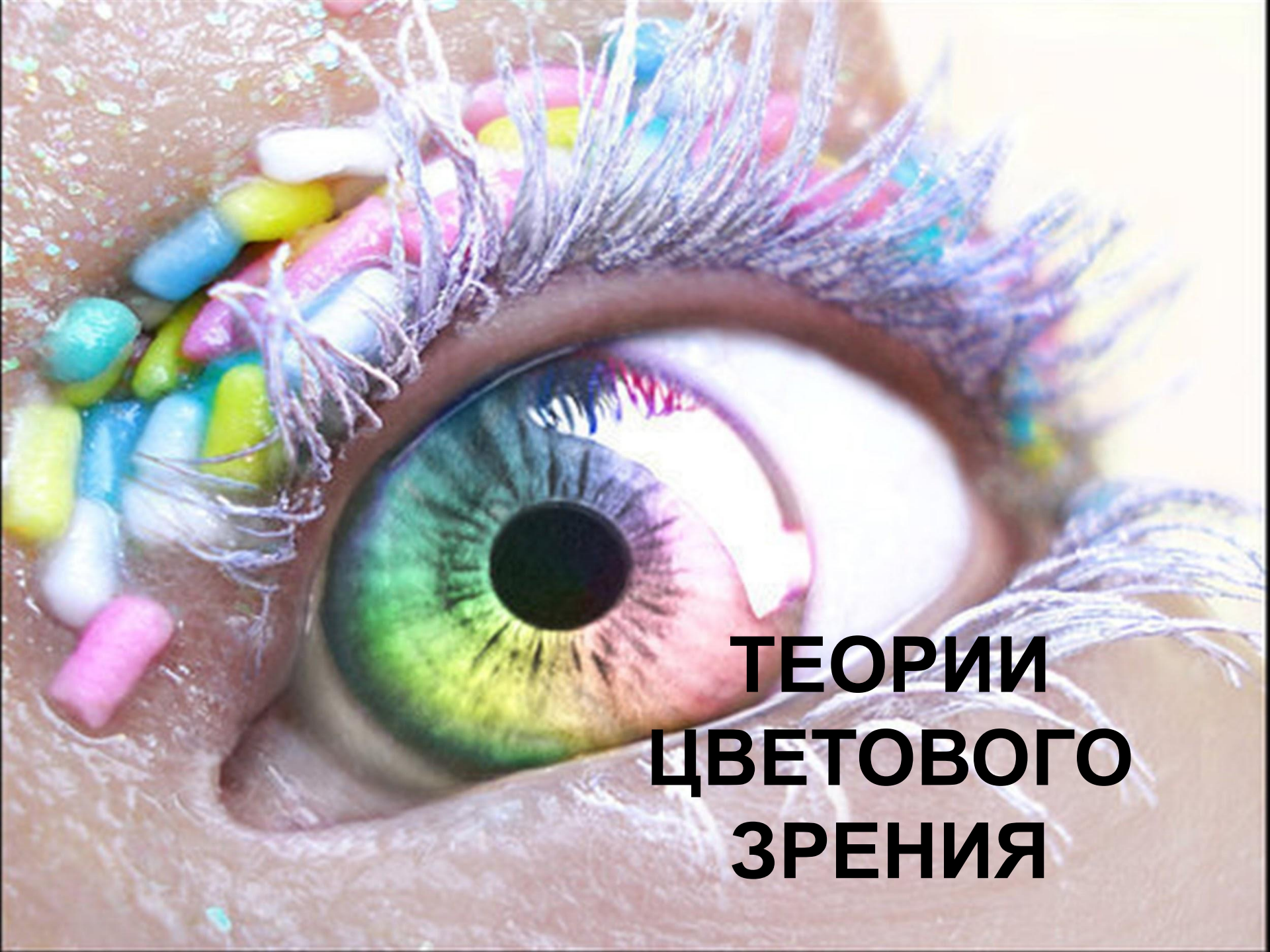
Аддитивное смешение цветов

- производится тогда, когда световые лучи с разной длиной волны падают на одну и ту же точку сетчатки.

- “*уравнения смешения цветов”:*
  - a (красный, 671) + b (зеленый, 546) = c (желтый, 589)
- a, b, c - коэффициенты освещенности
- Человек с нормальным цветовым зрением для красной составляющей коэффициент должен быть равным 40, а для зеленой 33 относительным единицам (если за 100 ед. взять освещенность для желтого).Если взять два монохроматических световых стимула, один в диапазоне от 430 до 555 нм, а другой в диапазоне от 492 до 660 нм, и смешать то цветовой тон смеси будет либо белым, либо соответствовать чистому цвету с длиной волны *между* длинами волн смешиваемых цветов. если длина волны одного превышает 660, а другого - не достигает 430 нм, то получаются **пурпурные цветовые тона**, которых в спектре нет.

Субтрактивное смешение цветов.

- Это чисто физический процесс. Если белый цвет пропустить через два фильтра с широкой полосой пропускания - сначала через желтый, а затем через голубой, - то получившаяся в результате субтрактивная смесь будет иметь зеленый цвет, поскольку световые лучи только зеленого цвета могут пройти через оба фильтра. Художник, смешивая краски, производит субтрактивное смешение цветов, поскольку отдельные гранулы красок действуют как цветные фильтры с широкой полосой пропускания.



ТЕОРИИ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ

Трехкомпонентная теория цветового зрения

- Цветовое зрение основано на 3-х независимых процессах. В трехкомпонентной теории цветового зрения предложено наличие **трех различных типов колбочек**. Комбинации получаемых от рецепторов сигналов обрабатываются в нейронных системах восприятия яркости и цвета. Правильность данной теории подтверждается законами смешения цветов, а также многими психофизиологическими факторами. Например, на нижней границе фотопической чувствительности в спектре могут различаться только три составляющие - красный, зеленый и синий.

Зонная теория

- В **зонной** теории, предложенной 80 лет назад, была сделана попытка объединения этих двух конкурирующих теорий. Она показывает, что трехкомпонентная теория пригодна для описания функционирования уровня рецепторов, а оппонентная теория - для описания нейронных систем более высокого уровня зрительной системы.

Аномалии цветового зрения

- **Аномалиями** обычно называют нарушения цветовосприятия. Они передаются по наследству. Лица с цветовой аномалией все являются трихроматами, т.е. им, как и людям с нормальным цветовым зрением, для полного описания видимого цвета необходимо использовать три основных цвета. Однако аномалы хуже различают некоторые цвета, чем трихроматы с нормальным зрением, а в тестах на сопоставление цветов они используют красный и зеленый цвет в других пропорциях.

Дихроматы

- Дихроматы могут описывать *все* цвета, которые видят, только с помощью двух чистых цветов. У них нарушена работа красно-зеленого канала. Сине-фиолетовый конец спектра кажется им ахроматическим - как переход от серого к черному.

Полная цветовая слепота

- Менее 0,01% всех людей страдают полной цветовой слепотой. Эти монохроматы видят окружающий мир как черно-белый фильм, различают только градации серого. Из-за того, что глаза монохроматов легко ослепляются, они плохо различают форму при дневном свете, что вызывает *фотофобию*. Поэтому они носят темные солнцезащитные очки даже при нормальном дневном освещении. В сетчатке монохроматов при исследовании обычно не находят никаких аномалий.

Нарушения палочкового аппарата

- Люди с аномалиями палочкового аппарата воспринимают цвет нормально, но они плохо адептируются к темноте. Причиной такой “ночной слепоты”, или **никталопии,** может быть недостаточное содержание витамина А1.

Диагностика нарушений цветового зрения

- нарушения цветового зрения наследуются как признак, сцепленный с Х-хромосомой, они чаще встречаются у мужчин, чем у женщин. Частота протаномалии у мужчин составляет примерно 0,9%, протанопии - 1,1%, дейтераномалии 3-4% и дейтеранопии - 1,5%.. У женщин дейтераномалия встречается с частотой 0,3%, а протаномалии - 0,5%.