

# Зрительный анализатор

# Функции зрительного анализатора

- 1) кодирование длины волны и интенсивности света.
- 2) восприятие формы предмета.
- 3) ясное видение за счет работы аккомодационного аппарата.

- 4) зрачок обеспечивает глубину резкости.
- 5) адаптацию к различной освещенности.

# Характеристика светового раздражителя

- **Свет** – это электромагнитные колебания, характеризуются частотой, длиной волны, интенсивностью.
- **Частота** колебаний видимой части спектра 10 – 15 Гц.
- **Длина волны в нм** - расстояние, которое проходит свет за время, необходимое для одного колебания.

- Видимая часть спектра находится в диапазоне 400 – 700 нм.
- Спектральные компоненты с большой длиной волны кажутся красным светом,
- с меньшей длиной – сине-фиолетовыми.
- Невидимая часть спектра – инфракрасное и ультрафиолетовое излучение.

# Интенсивность

- – это яркость выражается в децибелах.
- Психологические корреляты интенсивности:
- 160 дБ – болевой порог.
- 140 дБ – солнечный свет.
- 60 дБ – экран телевизора.
- 40 – 20 дБ – различение цвета при наименьшей освещенности.

- В фоторецепторе начинается частотное кодирование параметров света.

# Нейрофизиология зрения

- В сетчатке различают две нейронные сети:
- Вертикальную
- Горизонтальную

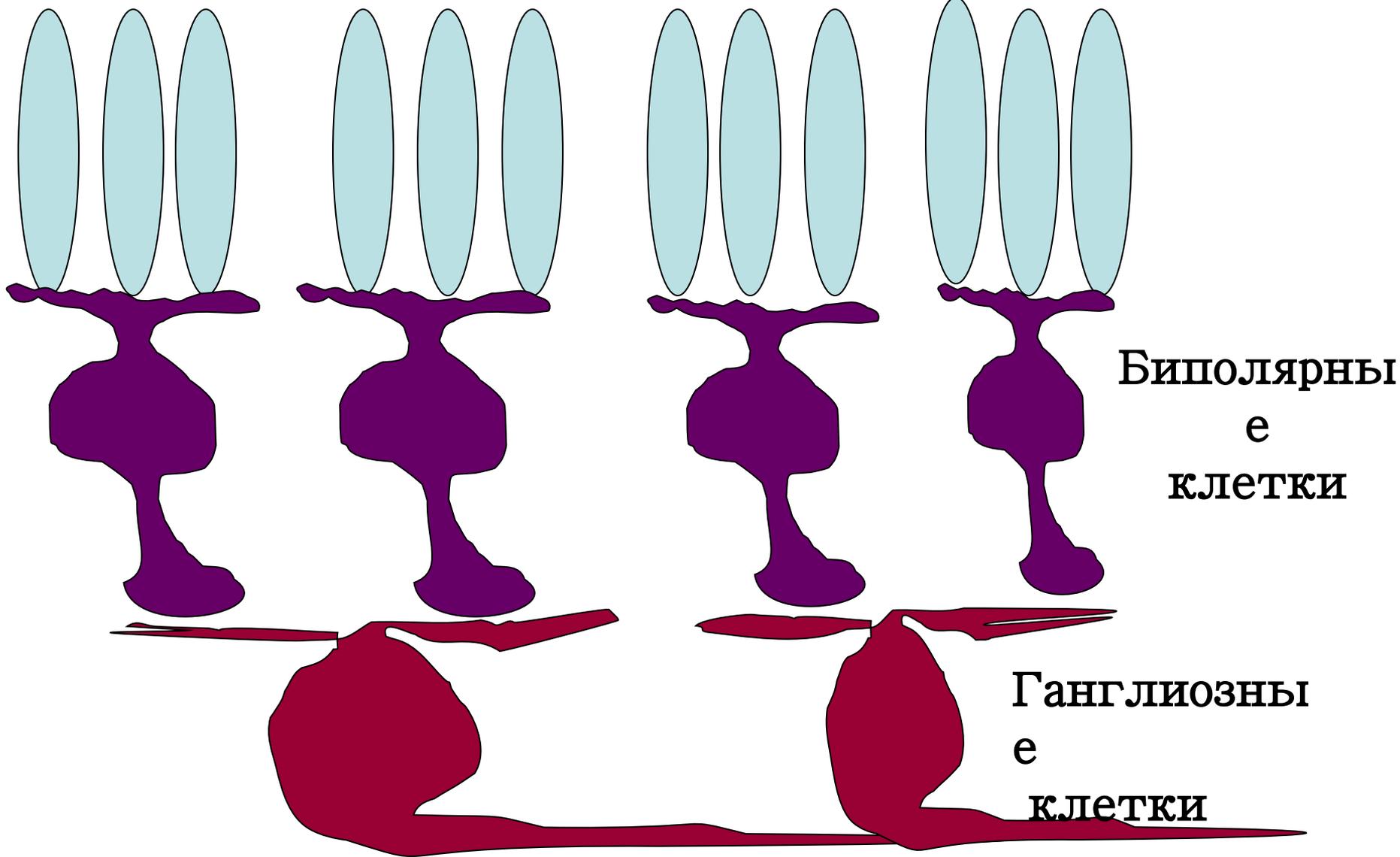
# «Вертикальная» сеть

- воспринимает информацию и передает в мозг.
- Образована:
  - 1) фоторецепторами.
  - 2) биполярными клетками.
  - 3) ганглиозными, аксоны которых образуют зрительный нерв.

Это сходящаяся воронка:

- **130 млн. фоторецепторов и 1,3 млн. волокон зрительного нерва.**
- **Т.е. имеется явление конвергенции фоторецепторов на биполярных клетках, а биполярных клеток на ганглиозных.**

фоторецепторы



# Горизонтальная нейронная сеть

- Образована:
- 1) горизонтальными клетками-
- соединяют фоторецепторы с биполярными клетками.
- Изменяют количество фоторецепторов, подключенных к биполярной клетке.
- 2) Амакриновыми клетками-
- подключают разное количество биполярных клеток к одной ганглиозной, изменяя ее рецептивное поле.

- Это тормозные нейроны.
- Ограничивают распространение зрительного возбуждения внутри сетчатки.
- Обеспечивают латеральное торможение.

- Участвует в обеспечении процессов световой и темновой адаптации, восприятия формы предмета.

# Передача информации в сетчатке

- происходит безимпульсным путем – с помощью медиатора и постсинаптического потенциала.
- Ганглиозная клетка первая генерирует ПД.

- В обработке зрительной информации принимают участие верхние бугры четверохолмия,
- латеральное коленчатое тело,
- затылочная область коры.

# Роль отделов ЦНС

- **Бугры четверохолмия** управляют наведением взора, если объект появляется на периферии поля зрения.
- **Латеральное коленчатое тело** – обеспечивает восприятие контраста, света и темноты.
- **Кора.** В восприятии зрительной информации принимают участие 3 поля по Бродману: 17, 18, 19.

1) Зрительные области коры обеспечивают бинокулярную суммацию возбуждений от правого и левого глаза,

Часто сигналы от какого – либо одного глаза доминируют.

2) В затылочной доле – зрительный анализатор речи.

3) В височной области – зрительное обучение, понимание образов.

4) Окончательное понимание образов осуществляется с участием ассоциативной коры.

# Биоэлектрические явления в сетчатке

- **Электроретинограмма** – суммарный электрический потенциал сетчатки при действии света.

Периферический отдел  
зрительного анализатора

Оптическая система  
глаза.

- 1) Оптическая система глаза - сложная линзовая система, обеспечивает преломление (рефракцию) лучей.
- Формирует на сетчатке перевернутое и уменьшенное изображение.



# Представлена:

- - роговицей,
- - передней и задней камерами глаза,
- - хрусталиком,
- - стекловидным телом — это внеклеточная жидкость с коллагеном и гиалуроновой кислотой в коллоидном растворе.

# Ясное видение

- ВОЗМОЖНО В ТОМ СЛУЧАЕ,
- если изображение предмета после преломления отраженных от него лучей
- ОКАЗЫВАЕТСЯ НА СЕТЧАТКЕ.

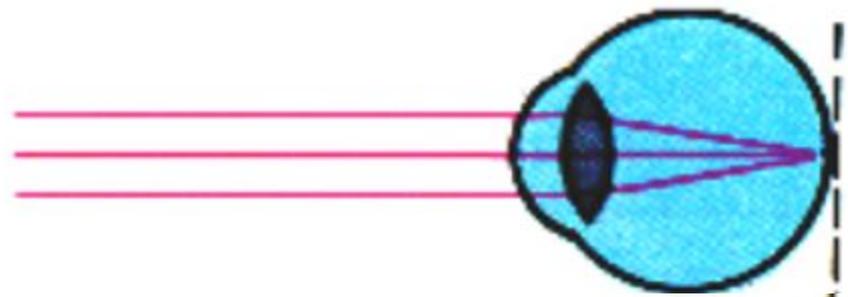
# Аномалии рефракции

1. Дальнозоркость

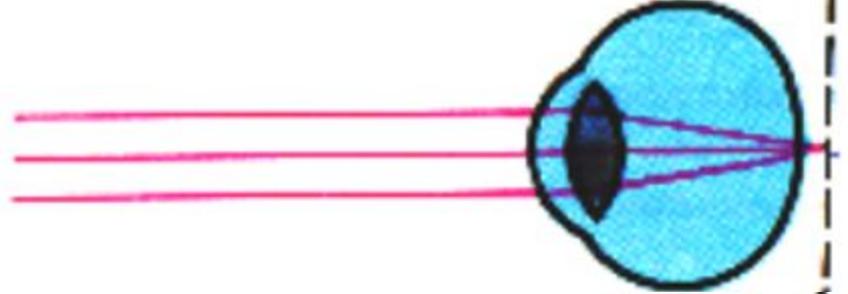
2. Близорукость

3. Астигматизм

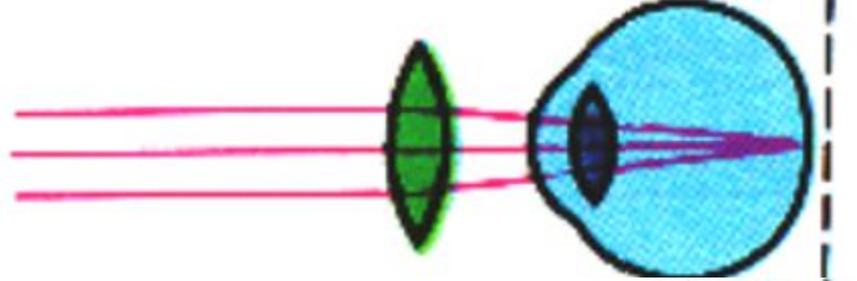
Эмметропия



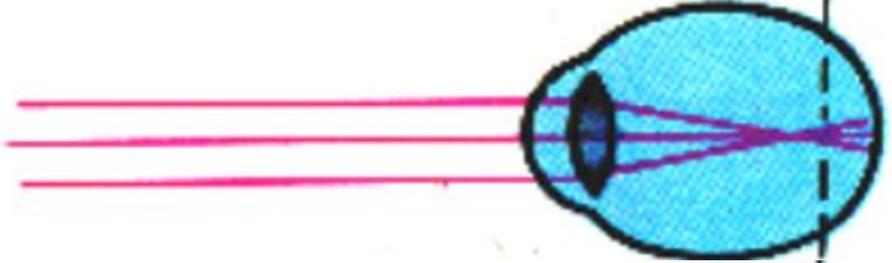
Гиперметропия  
дальнозоркость



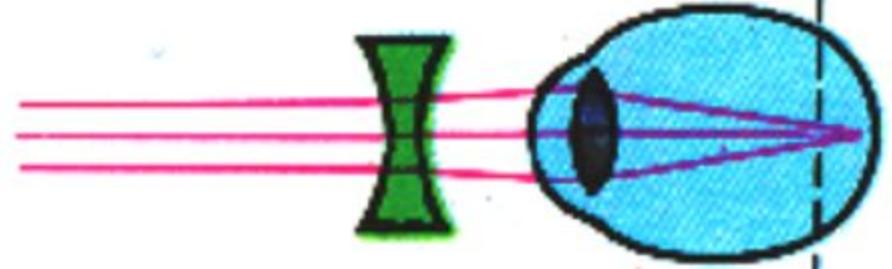
Коррекция  
гиперметропии



Миопия  
близорукость



Коррекция  
миопии



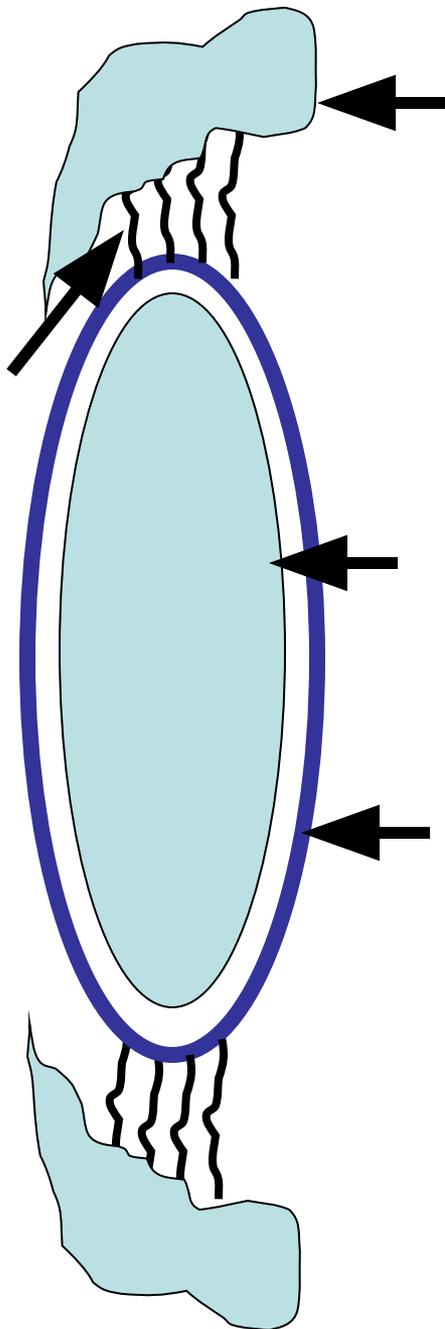
# Астигматизм

- – неодинаковое преломление лучей в разных направлениях,
- вследствие неравномерной кривизны роговицы.
- Компенсируется цилиндрическими стеклами.
- Лучше для коррекции астигматизма контактные линзы.

# Приспособление к ясному видению

- Обеспечивает аккомодационная система глаза, меняющая преломляющую способность хрусталика.
- При рассматривании близких предметов преломляющая способность глаза = 70 Д, далеких – 59 Д.

**Цинновы  
связки**



**Цилиарная  
мышца**

**Хрусталик**

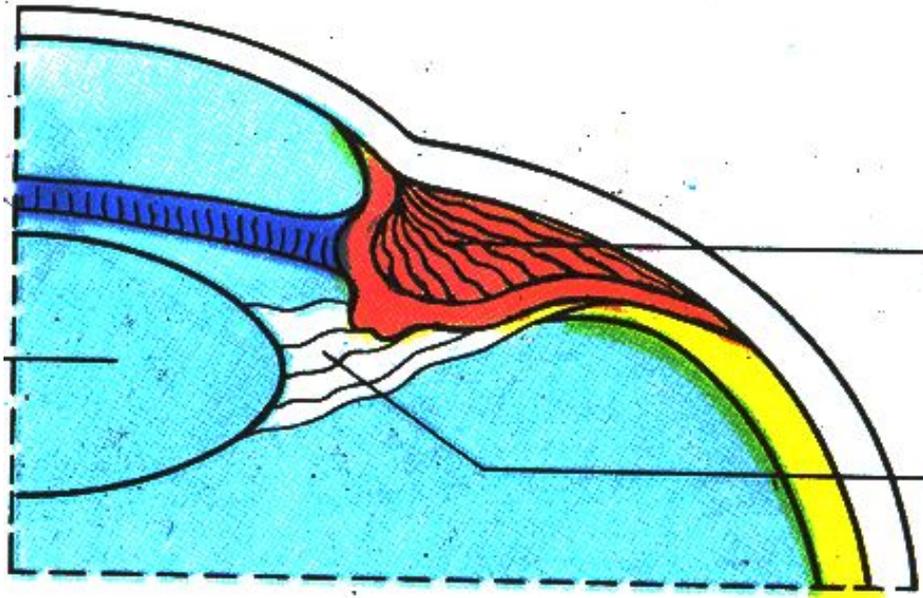
**Капсула**

# При рассматривании близких предметов

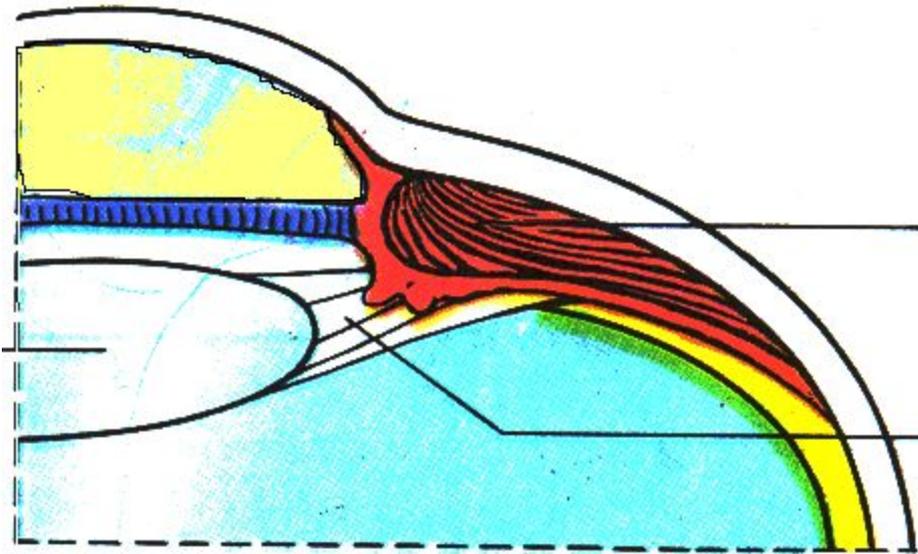
- цилиарная мышца напрягается,
- натяжение цинновых связок ослабеваает
- и капсула меньше давит на хрусталик,
- его кривизна увеличивается.

# При рассматривании далеких предметов

- цилиарная мышца расслабляется, связки натягиваются,
- капсула сжимает хрусталик
- и кривизна хрусталика уменьшается,
- Аккомодация обеспечивается III п. ЧМН.



Рассматривание  
близких  
предметов



Рассматривани  
е  
далеких  
предметов

# Роль зрачка

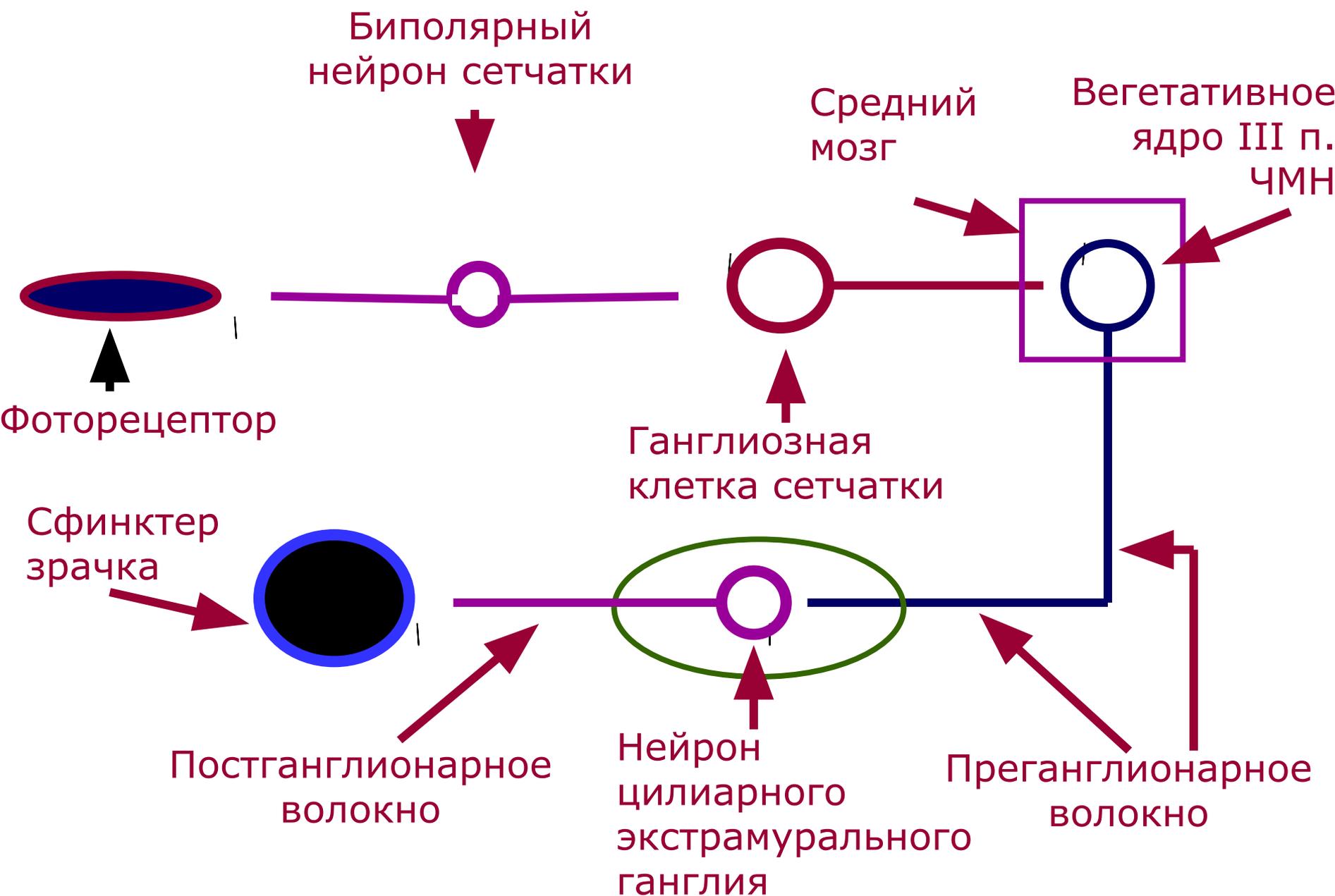
- Отверстие в радужной оболочке отсекает периферические лучи,
- а на сетчатку попадают центральные.
- Обеспечивает ясное видение, регулируя потока света на сетчатку.

- Зрачок меняет величину в зависимости от освещенности
- благодаря изменению тонуса мышц радужной оболочки.

# Реакция зречка на свет

- Сужение на свет  
(зрачковый рефлекс) -  
парасимпатическая реакция.
- Обеспечивается вегетативным  
ядром III п. ЧМН (ядро Якубовича).
- Блокируется атропином.

**ДУГА  
ПАРАСИМПАТИЧЕСКОГО  
ЗРАЧКОВОГО РЕФЛЕКСА**



# Расширение зрачка

- Симпатическая реакция.
- Наблюдается при снижении освещенности (сокращение радиальной мышцы радужной оболочки).



# Сетчатка глаза

- **Состоит из:**

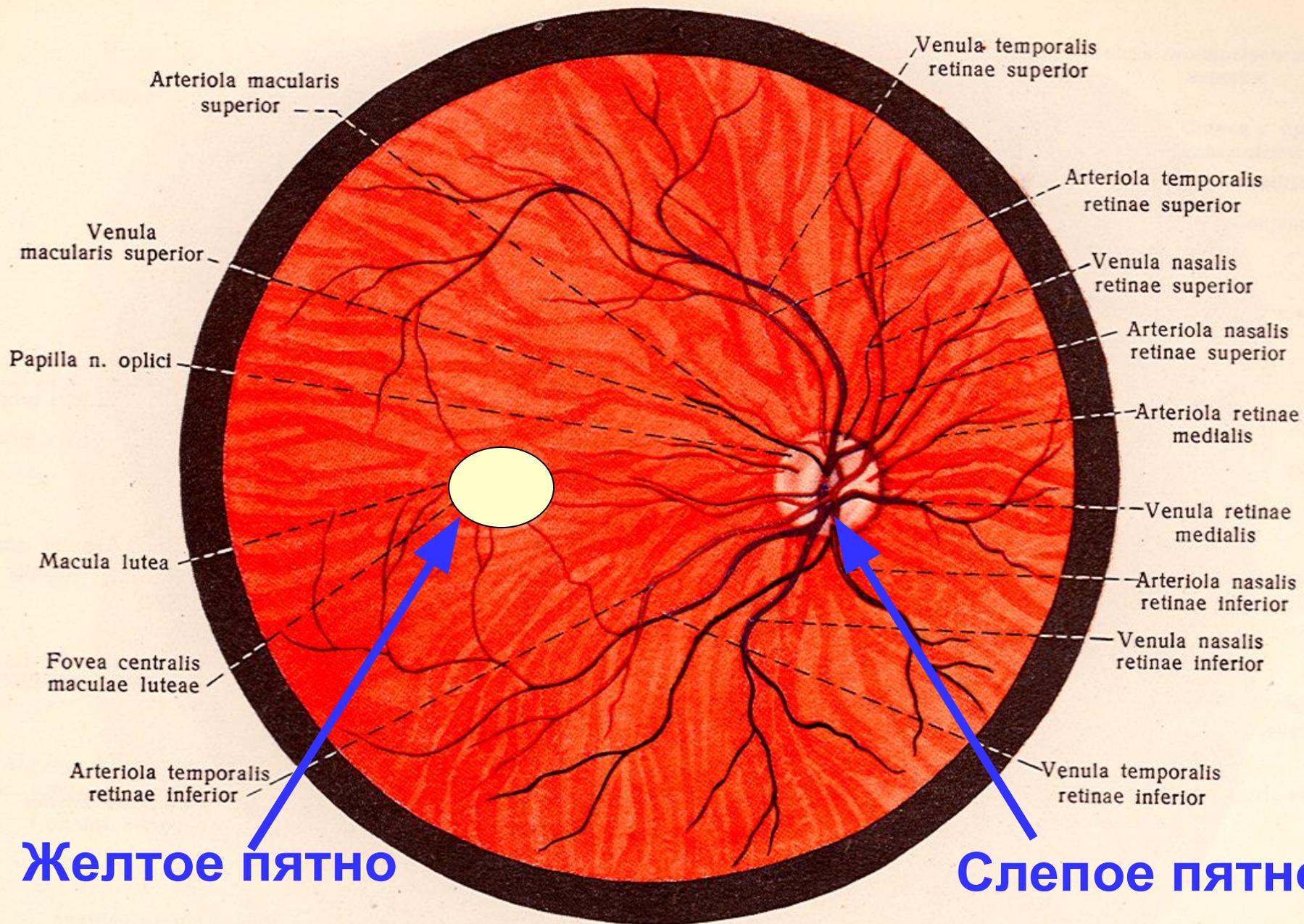
- 1) клеток пигментного эпителия.

- 2) фоторецепторов.

- 3) 4-х слоев нейронов.

- Аксоны ганглиозных клеток образуют зрительный нерв (до перекреста).

- «Слепое пятно» - место выхода зрительного нерва.
- «Центральная ямка – желтое пятно» сетчатки.
- Здесь колбочки не загорожены другими нейронами сетчатки. Острота зрения здесь максимальна.
- При фиксировании объекта глазом его изображение попадает в центральную ямку.



# Фоторецепторы

Фоторецепторы  
светочувствительными  
члениками погружены в  
промежутки между клетками  
пигментного слоя.

# Палочки

- 110 – 125 млн.
- Располагаются преимущественно на периферии сетчатки.
- Содержат пигмент родопсин.
- Обладают высокой чувствительностью.
- Являются аппаратом сумеречного зрения без различения цветов (черно – белое зрение).

# Колбочки

- (6 – 7 млн.). Обеспечивают полихроматическое зрение.
- Наиболее плотно располагаются в желтом пятне.
- 3 типа колбочек с различными пигментами:
- йодопсин – воспринимает синю – фиолетовую часть спектра.
- эритролаб – красную.
- хлоролаб – зеленую

# Фотохимические процессы в сетчатке

- Зрительные пигменты фоторецепторов распадаются на свету.
- При действии яркого света расщепляются только около 0,006% пигмента.
- В темноте с поглощением энергии происходит ресинтез пигментов.
- Скорость восстановления пигментов колбочек в 530 раз выше, чем палочек.

- При недостатке витамина А ресинтез пигментов ослабевает, т. к. в пигменты входит альдегид витамина А.
- Особенно страдает ресинтез родопсина и нарушается сумеречное зрение («куриная слепота»).

# Адаптация

- Различают световую и темновую адаптацию.

# Нейрофизиологические механизмы адаптации

- Связаны с изменением величины рецептивного поля ганглиозной клетки.
- Это осуществляют горизонтальные и амакриновые клетки сетчатки.

# Темновая адаптация

- Развивается в течение 1 часа при переходе из светлого в темное помещение.
- Осуществляется путем увеличения количества рецепторов, подключенных к одной ганглиозной клетке.

# Световая адаптация

- **Возникает при переходе из темного пространства в светлое.**
- **Вначале возникает временное ослепление,**
- **затем уменьшается количество фоторецепторов, подключенных к одной ганглиозной клетке.**

# Биохимические основы адаптации

Теория предложена  
Лазаревым

- Связаны с различной скоростью восстановления пигментов в темноте.

# Темновая адаптация

- связана с восстановлением зрительных пигментов в темноте.
- Более быстро восстанавливается пигмент в колбочках,
- поэтому первый период темновой адаптации связан с работой колбочек, чувствительность которых невелика.
- Затем восстанавливается пигмент родопсин и светочувствительность резко повышается.

# Теория цветового зрения

## Трехкомпонентная теория.

Впервые была предложена М.  
В.Ломоносовым, затем Юнгом и  
Гельмгольцем.

- В сетчатке глаза имеются три вида колбочек, реагирующих на красный, зеленый или сине – фиолетовый цвета.
- Всякий цвет действует на три типа колбочек в разной степени.
- В колбочках происходят фотохимические реакции,
- возникают рецепторные гиперполяризационные потенциалы.

- Комбинация сигналов от рецепторов обрабатывается в нейронных сетях, а у субъекта возникает ощущение цвета.

Цветовая слепота

Общее название –  
дальтонизм.

Им страдают 8% мужчин.

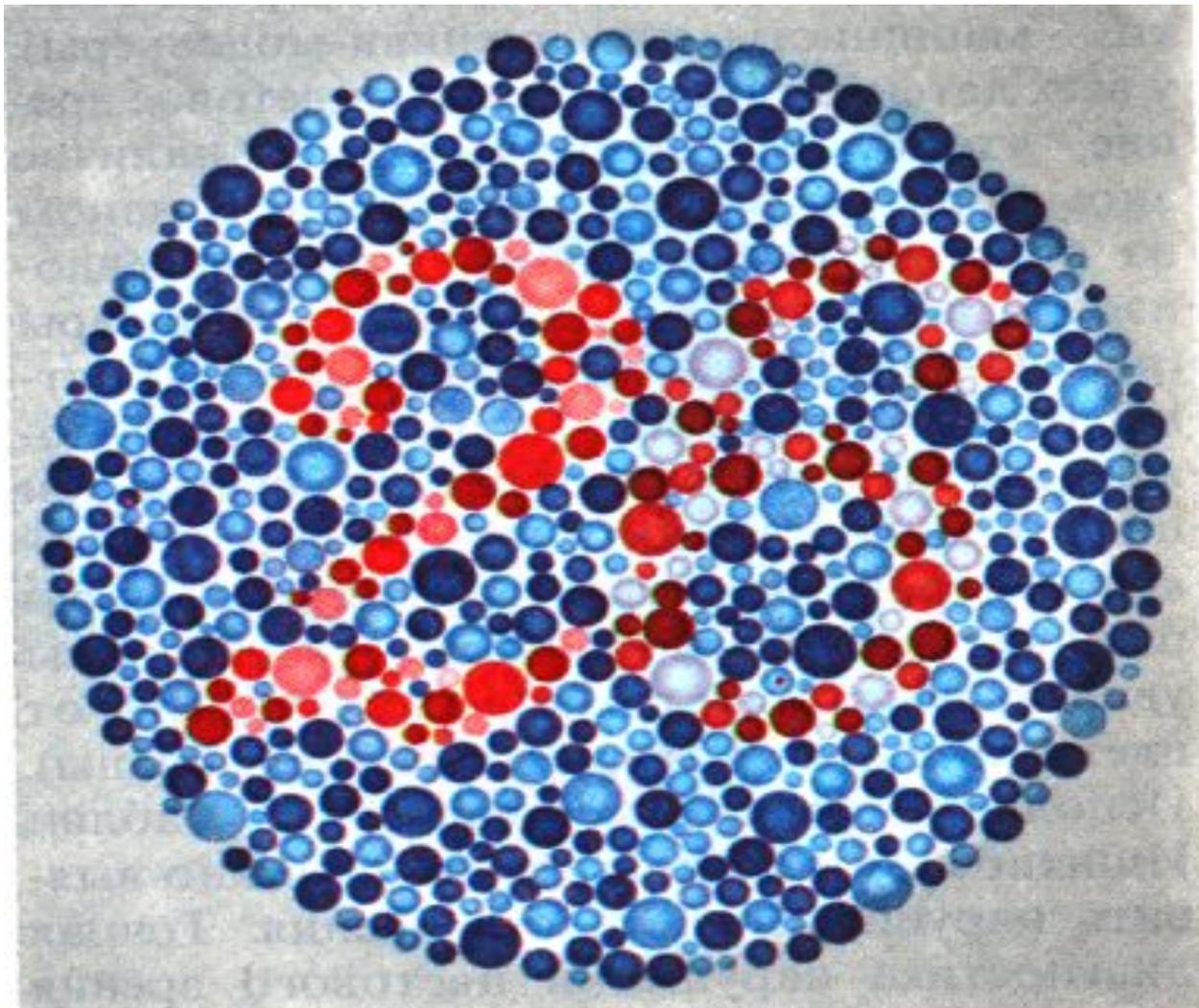
# Варианты нарушения цветовосприятия:

- Протанопия – краснослепые, синие – голубые цвета кажутся бесцветными.
- Дейтеранопия – зеленослепые. Зеленый цвет не отличают от темно-красного и голубого.

- Тританопия – не воспринимают синие и фиолетовые цвета.
- Ахромазия – черно – белое зрение.
- Аномалии цветовосприятия оценивают по полихроматическим таблицам.

# Оценка цветового зрения.

- проводится по полихроматическим таблицам.



Восприятие пространства

Обеспечивается  
бинокулярным зрением.

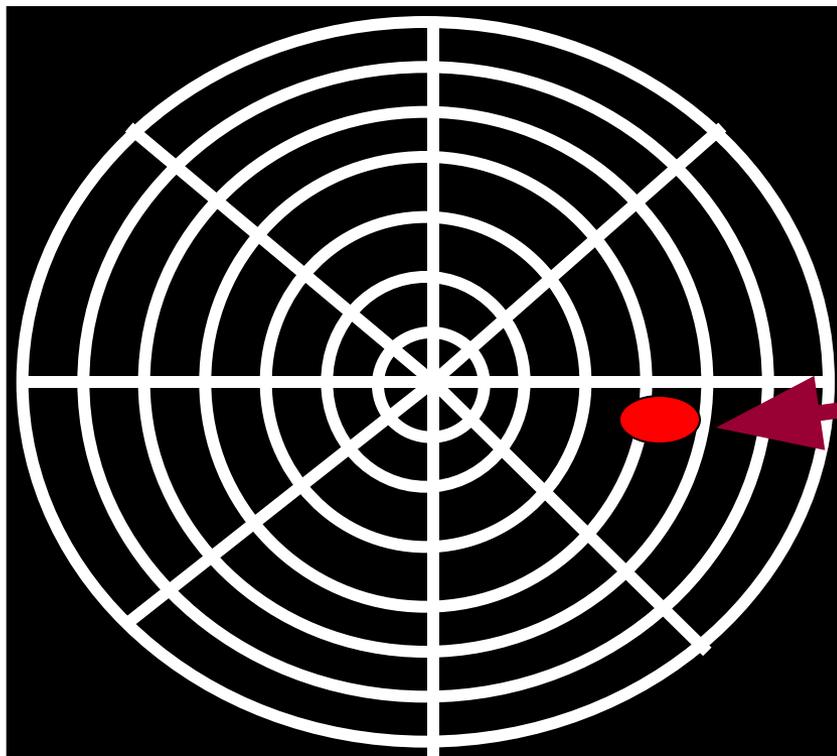
# Методы оценки зрительного анализатора

# Острота зрения

- Определяется по наименьшему углу зрения,
- при котором глаз способен различать две точки отдельно.
- Нормальный глаз может различать две светящиеся точки, если лучи от них идут
- под углом зрения в 60 секунд.
- Острота зрения такого глаза принята за 1.

# КАМПИМЕТРИЯ

КАМПИМЕТР - ЧЕРНАЯ ДОСКА С НАНЕСЕННЫМИ ОКРУЖНОСТЯМИ И РАДИУСАМИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ, ЛОКАЛИЗАЦИИ И РАЗМЕРОВ СЛЕПОГО ПЯТНА, СКОТОМ.



СЛЕПОЕ ПЯТНО

# Поле зрения.

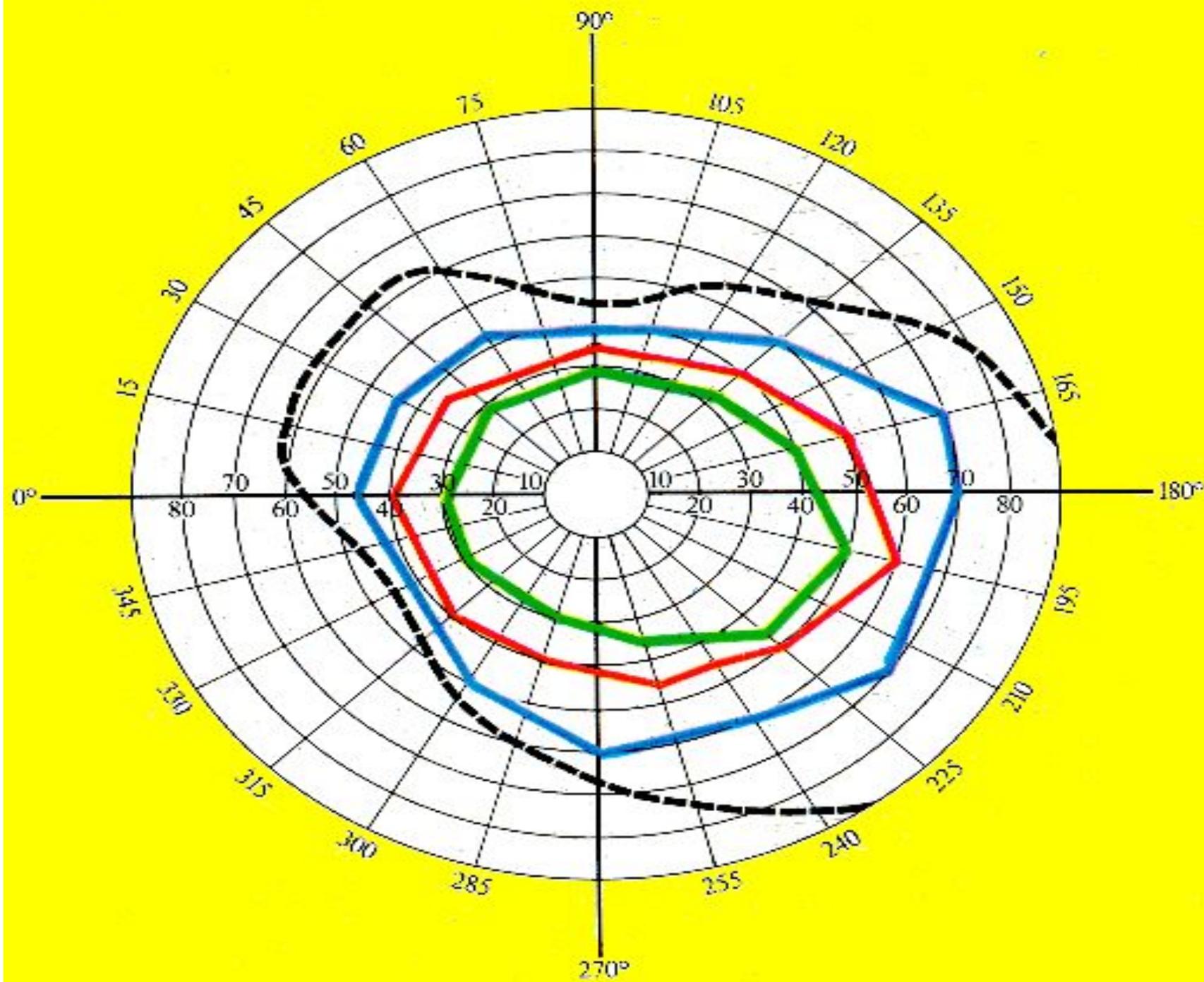
- Совокупность точек, видимых одновременно фиксированным глазом.
- Границы поля зрения обозначают величиной угла,
  - образуемого зрительной осью глаза
  - и лучом, проведенным к крайней видимой точке
- через узловую точку глаза, к сетчатке.

Величина поля зрения зависит от  
цвета:

- Оно убывает в направлении:
- ахроматическое → синий →  
желтый → красный → зеленый

# Графическое изображение поля зрения

Его величина неодинакова в  
различных направлениях.

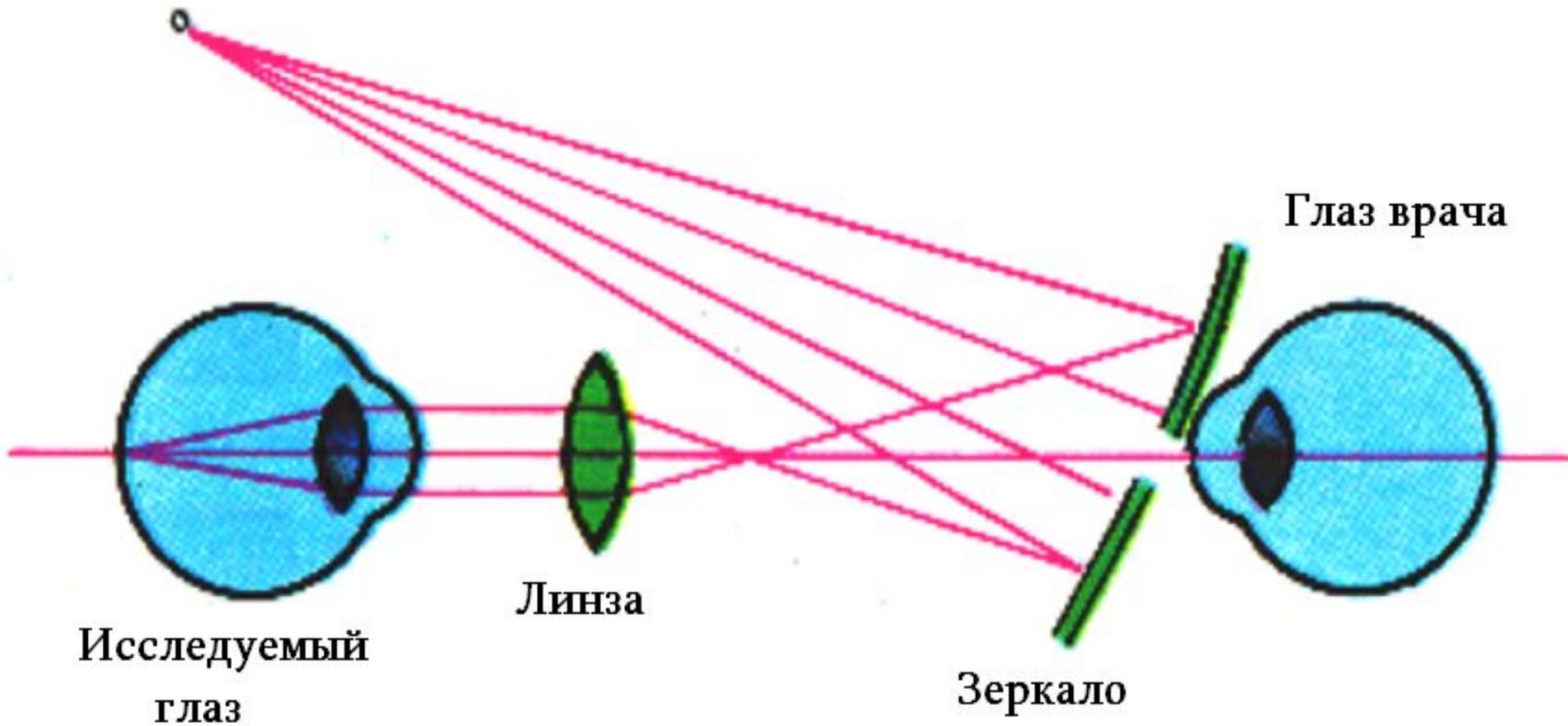


# Офтальмоскопия

- изучение сетчатой оболочки глаза – глазного дна.

# Офтальмоскопия. Схема глазного зеркала Гельмгольца

Источник света

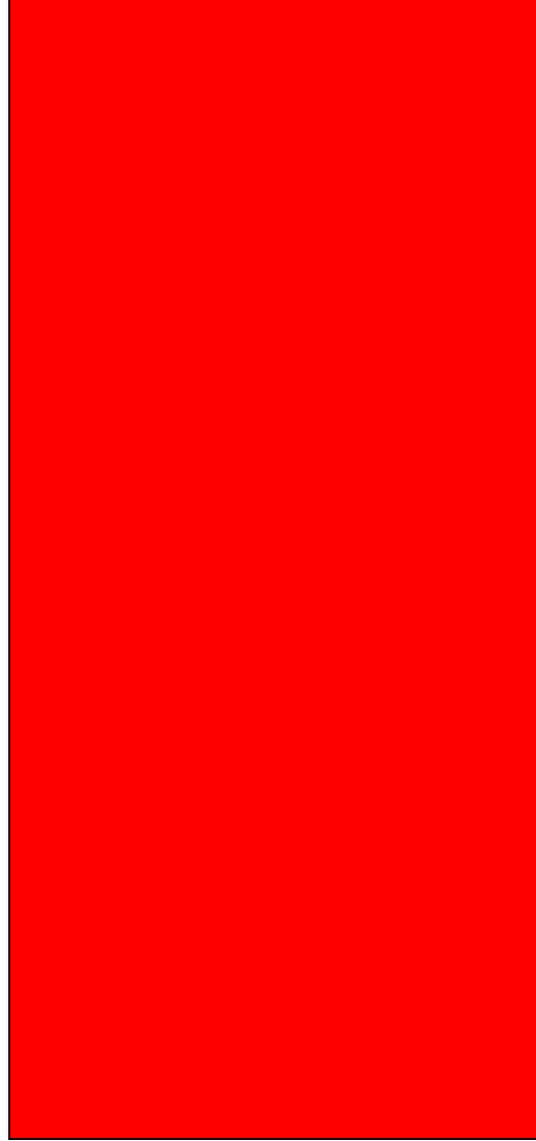


**Зрительный анализатор и  
состояние организма.**

- Световая энергия вызывает изменение активности РФ, гипоталамуса, АНС, ЖВС
- и, как следствие, изменение функций и состояние организма.
- Интенсивность света обеспечивает работу биологических часов.

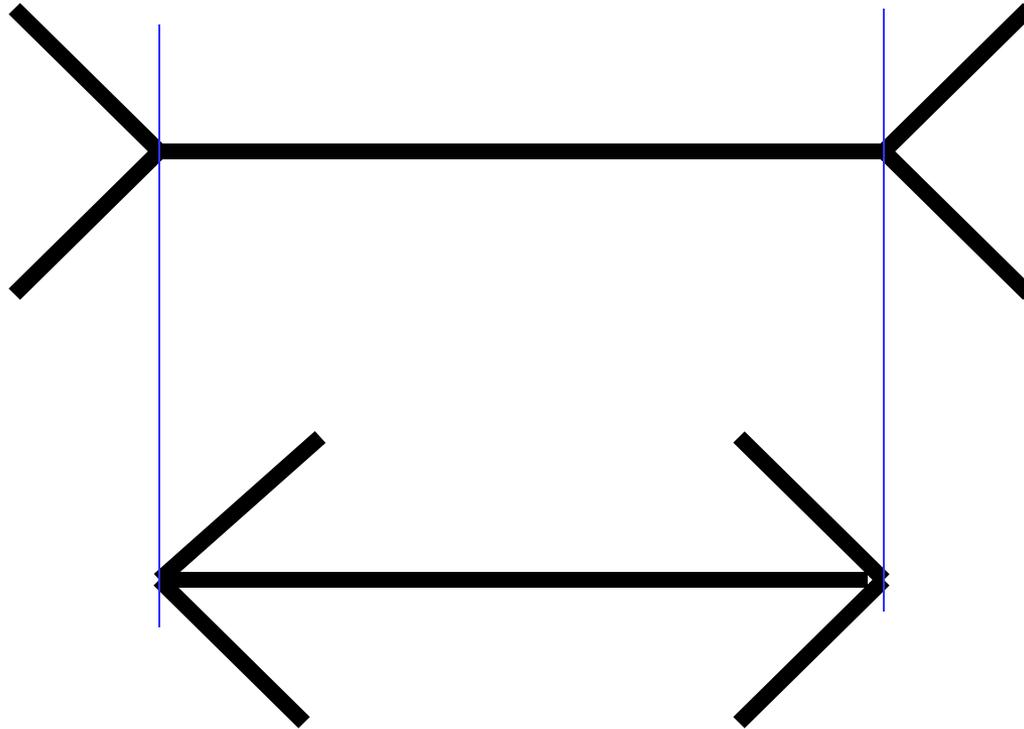
# Зрительные иллюзии

# Последовательный цветовой контраст





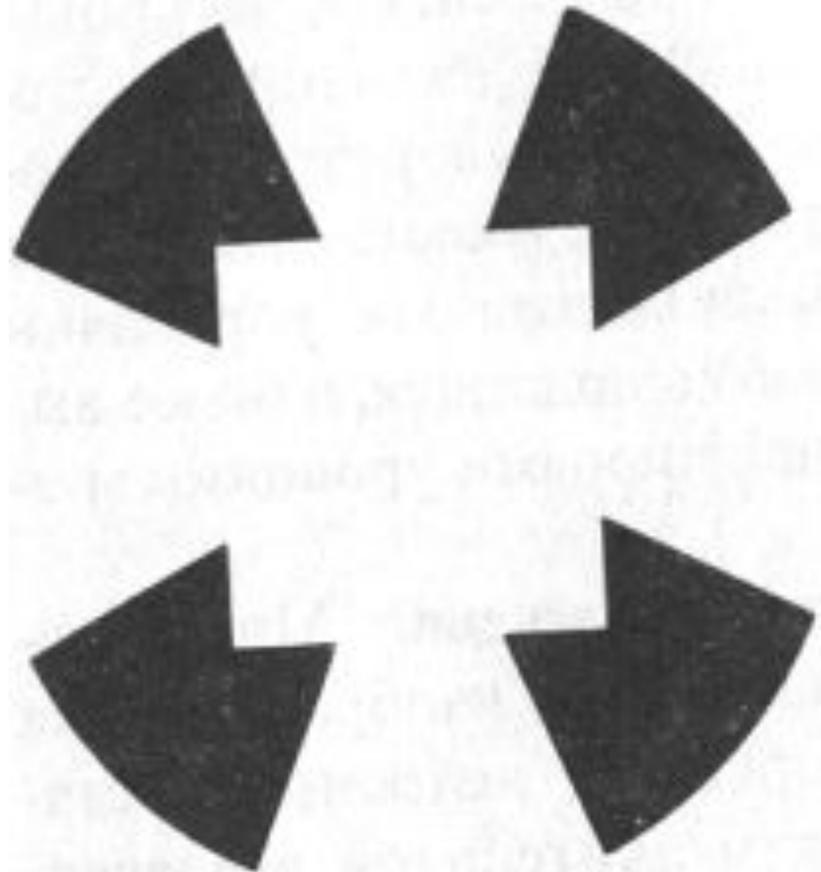
# Иллюзия Мюллера - Лайера



**Фактическая длина двух линий одинакова**

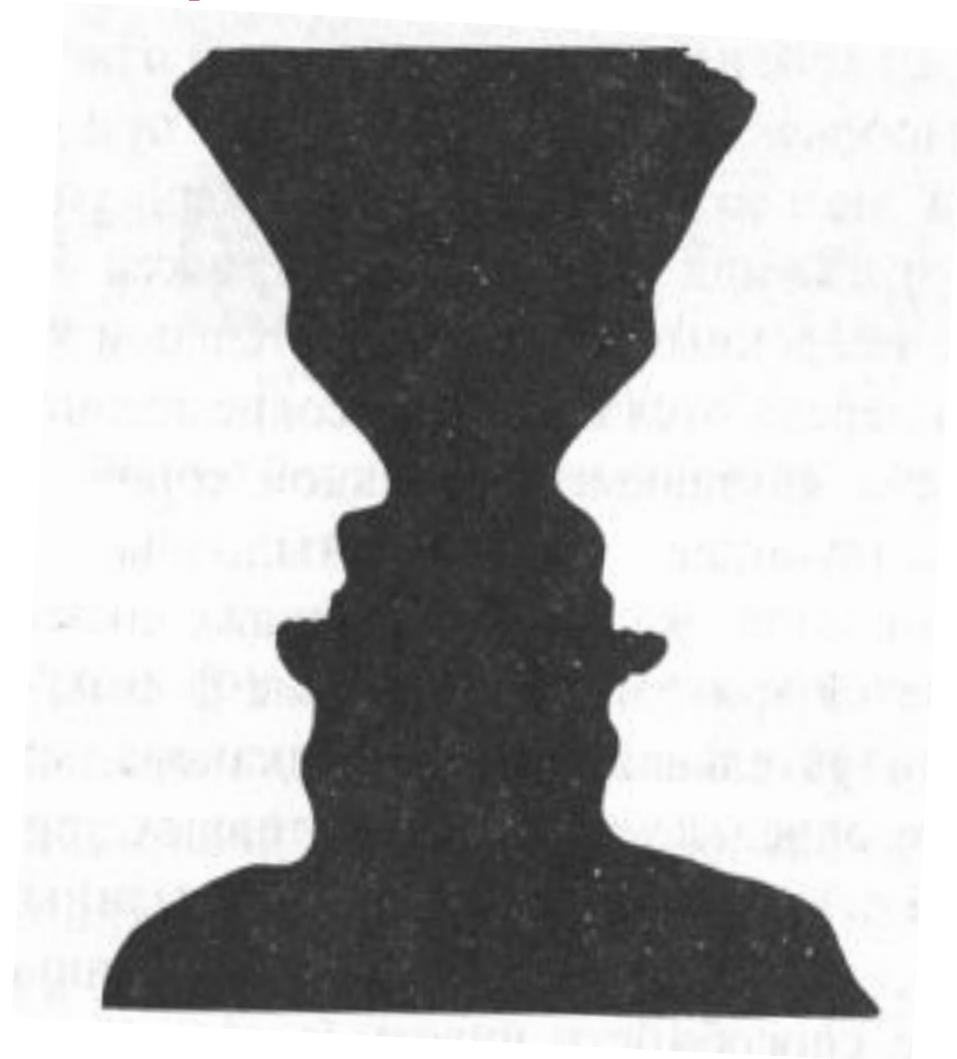
# Пример зрительного «заполнения»

- У наблюдателя  
возникает кажущаяся  
фигура – белый  
квадрат



# Обращение фигуры и фона

- Наблюдатель видит либо черный подсвечник на белом фоне,
- либо белые профили двух улыбающихся людей на черном фоне.



# Критическая частота слияния мельканий

