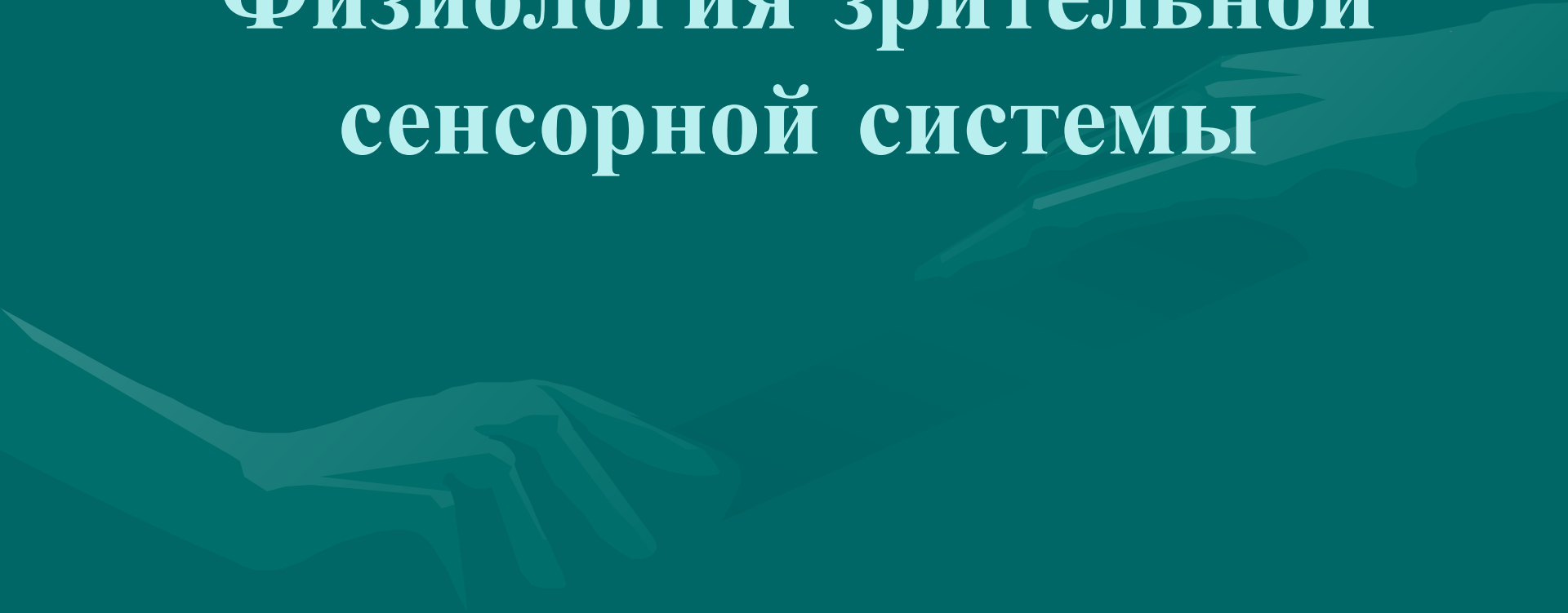


Физиология зрительной сенсорной системы

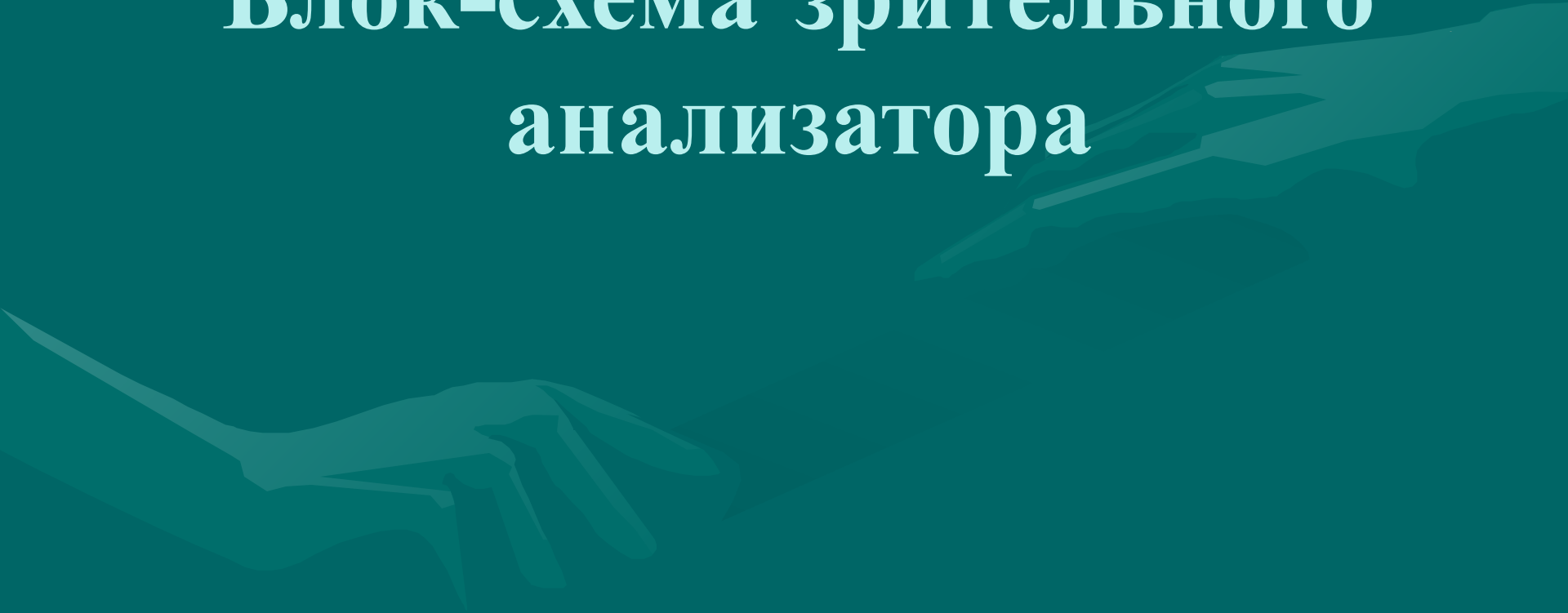


Зрительный анализатор (зрительная сенсорная система)

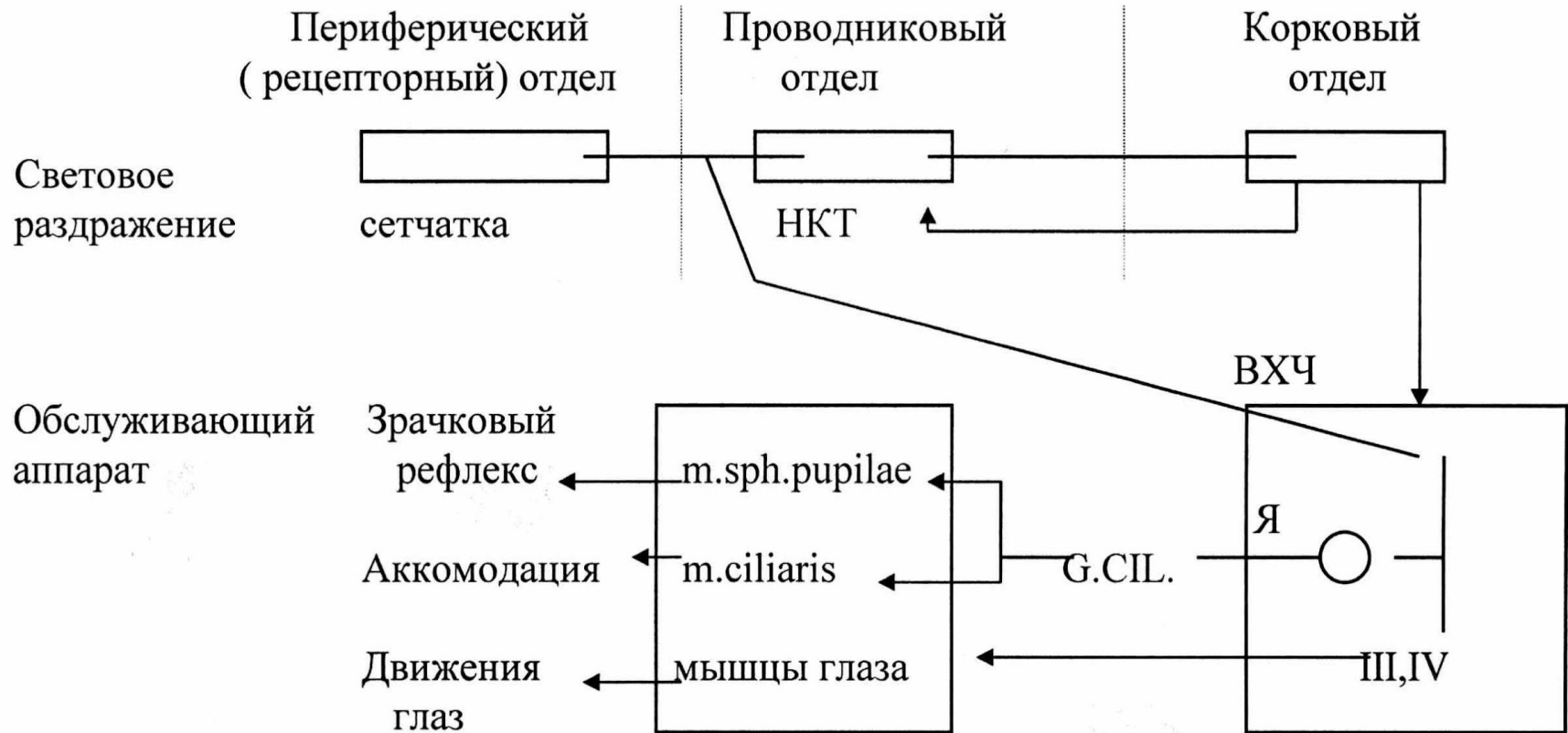
- важнейшая из всех анализаторов
- дает 90 % информации, которая идет к мозгу от всех рецепторов.



Блок-схема зрительного анализатора



БЛОК СХЕМА ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА



НКТ - наружное коленчатое тело

ВХЧ - верхние холмики четверохолмия

Я - парасимпатическое ядро III пары (ядро Якубовича)

III, IV - ядра III, IV пары черепномозговых нервов

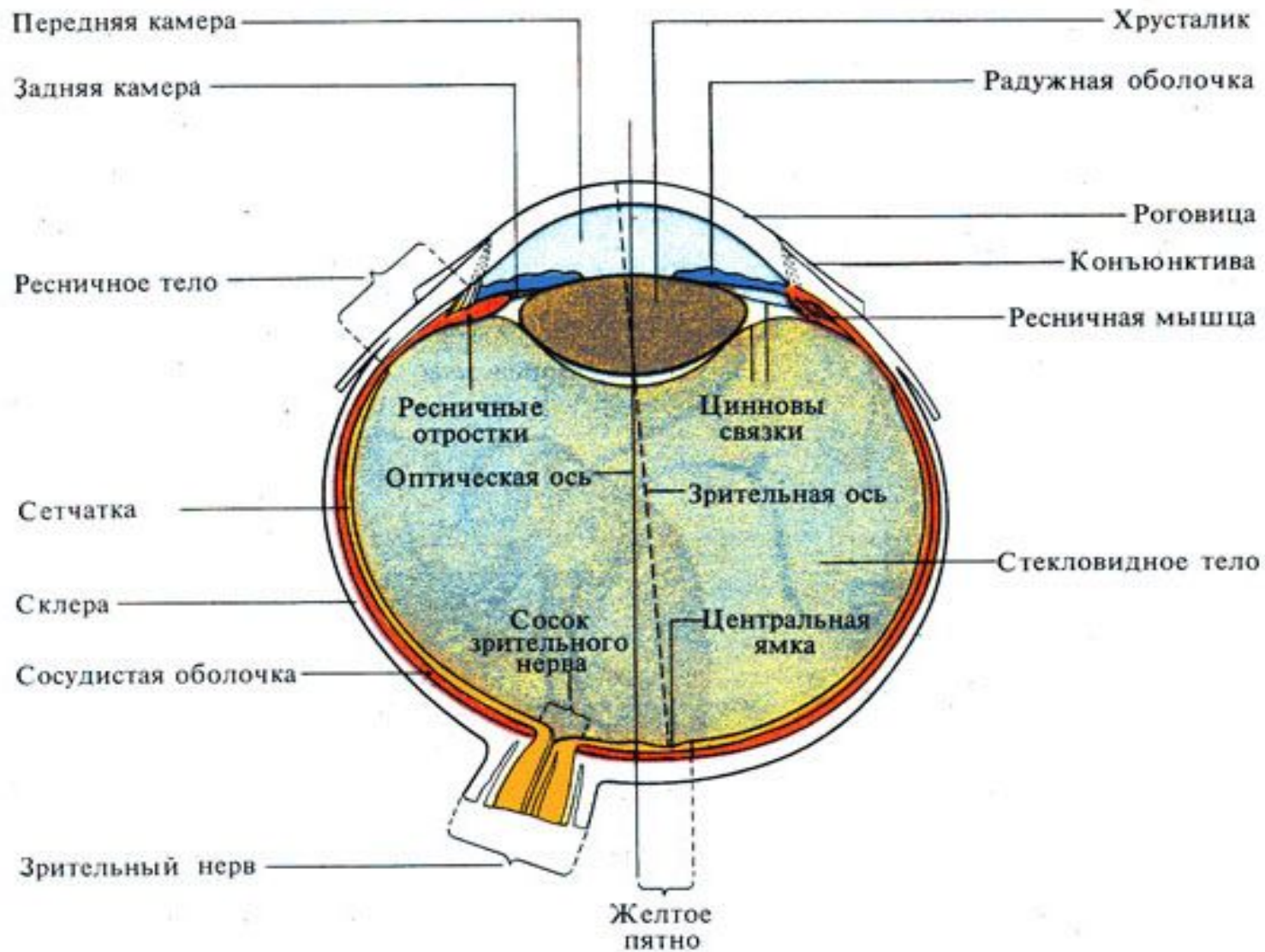
G.CIL. - ресничный узел

m.sph.pupilae - мышца, суживающая зрачок

m. ciliaris - ресничная мышца



Структура глаза



Диоптрический аппарат глаза (оптическая система)

- сложная система линз, неточно центрированная, формирует на сетчатке перевернутое, уменьшенное, действительное изображение внешнего мира.

Оптическая система глаза

- *В устройстве оптической системы глаза используется принцип оптической камеры-обскуры, прибора, в котором небольшое входное отверстие создает перевернутое изображение. Граница между воздухом и роговицей действует как линза, помещенная перед зрачком (диаметр зрачка может меняться за счет сокращения мышц радужной оболочки), а позади зрачка расположен двояковыпуклый хрусталик.*

Диоптрический аппарат глаза (оптическая система)

- прозрачная роговица
- передняя и задняя камера, заполненные водянистой влагой
- радужная оболочка, окружающая зрачок (диафрагма)
- хрусталик, окруженный прозрачной сумкой
- стекловидное тело - *это прозрачный гель, состоящий из внеклеточной жидкости с коллагеном и гиалуроновой кислотой в коллоидном растворе*

Хрусталик

- состоит из нескольких пластинчатых слоев и обеспечивает дополнительную преломляющую силу для того, чтобы на расстоянии 24,4 мм от полюса роговицы, в зоне центральной ямки, получилось четкое изображение.
- **Хрусталик может изменять свою кривизну.**

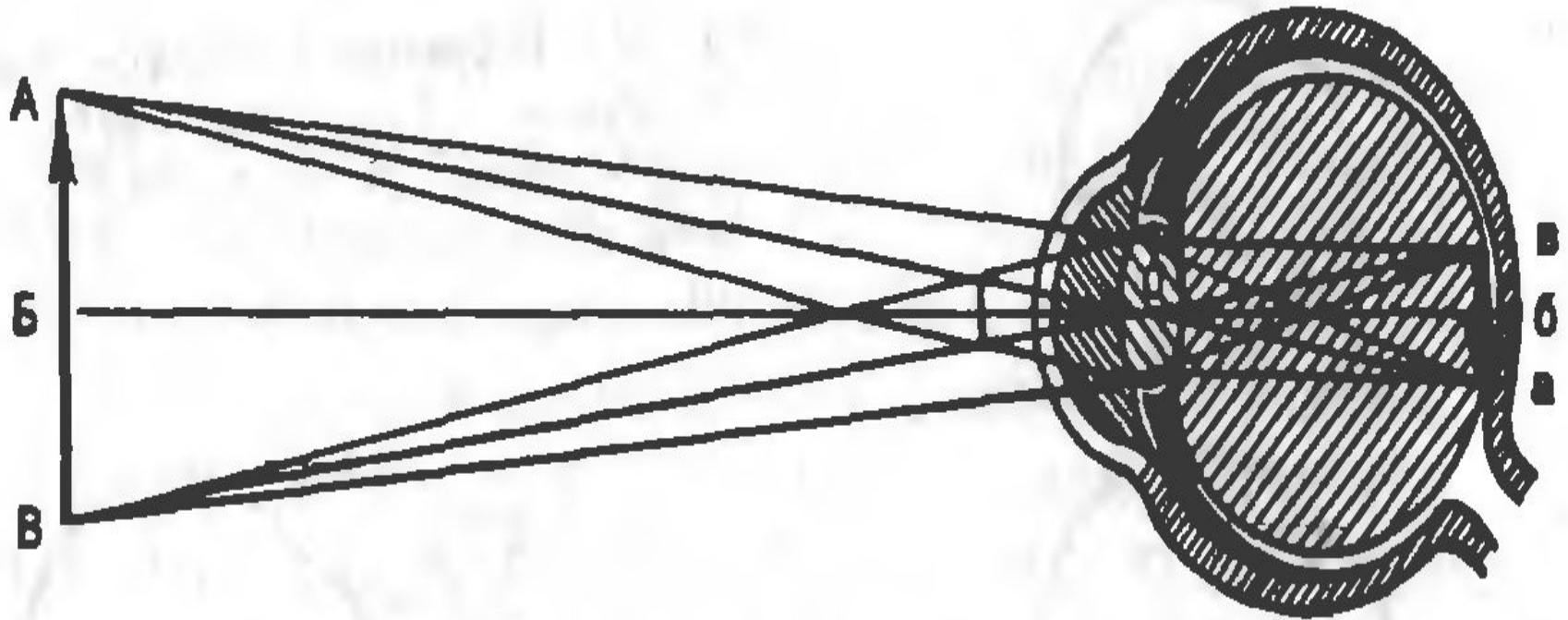
Рефракция

- преломление лучей оптической системой глаза.
- преломляющая сила системы зависит от радиуса кривизны границы двух сред и их коэффициентов преломления.
- *Самая большая преломляющая сила у роговицы, потому, что она лежит на границе воздушной и водной сред.*
- *1D — диоптрия — равна преломляющей силе линзы с фокусным расстоянием 100см*

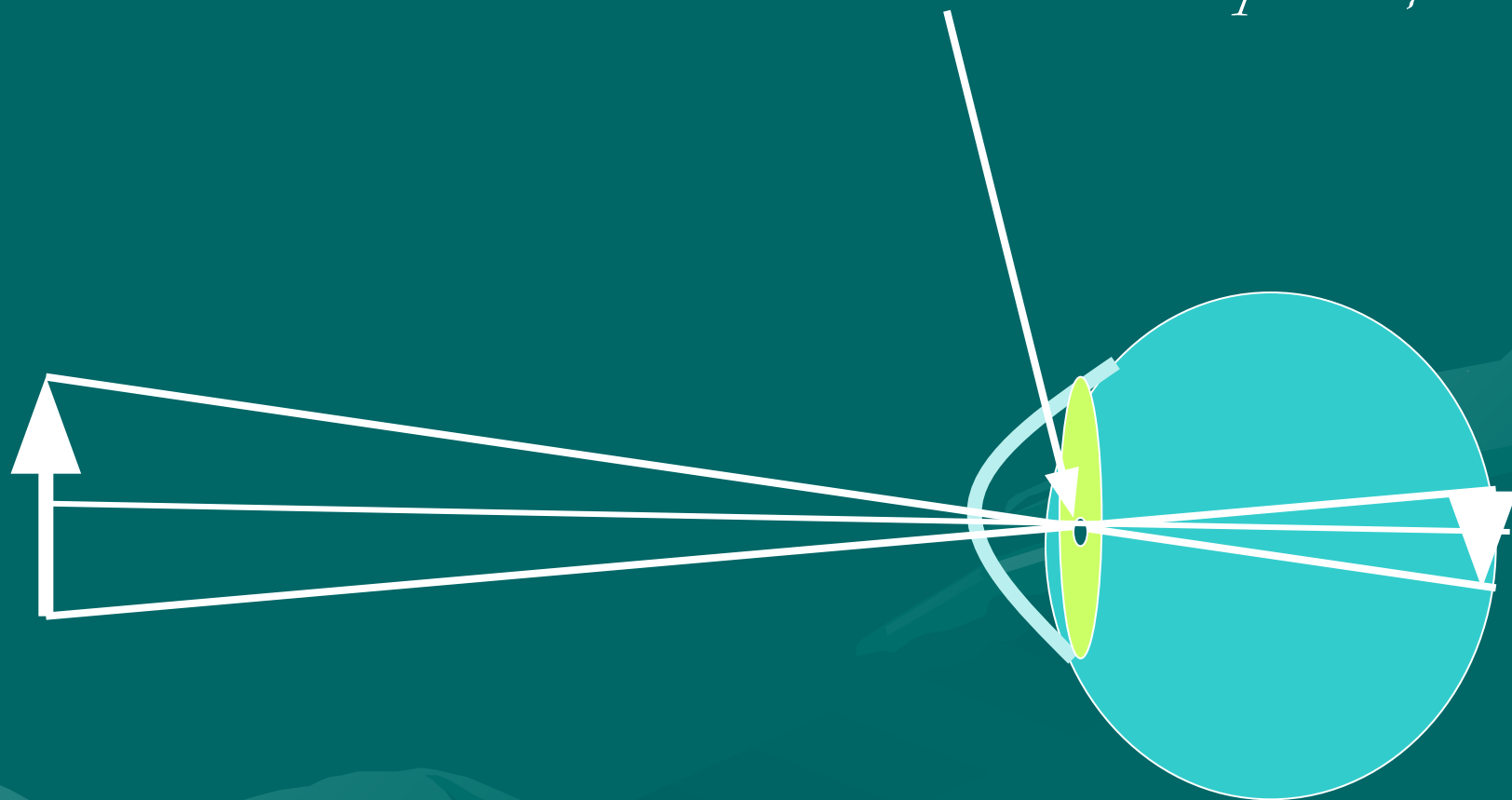
Редуцированный глаз

- схема оптической системы, где все оптические преломляющие поверхности изображаются в виде одной главной плоскости. Расстояние от узловой строчки до сетчатки составляет 16,67 мм. По этой величине и углу α , под которым виден объект, можно определить величину изображения на сетчатке.

Ход лучей от объекта и построение изображения на сетчатке



Узловая точка — 7 мм сзади от роговицы



Изображение — уменьшенное, перевернутое,
действительное

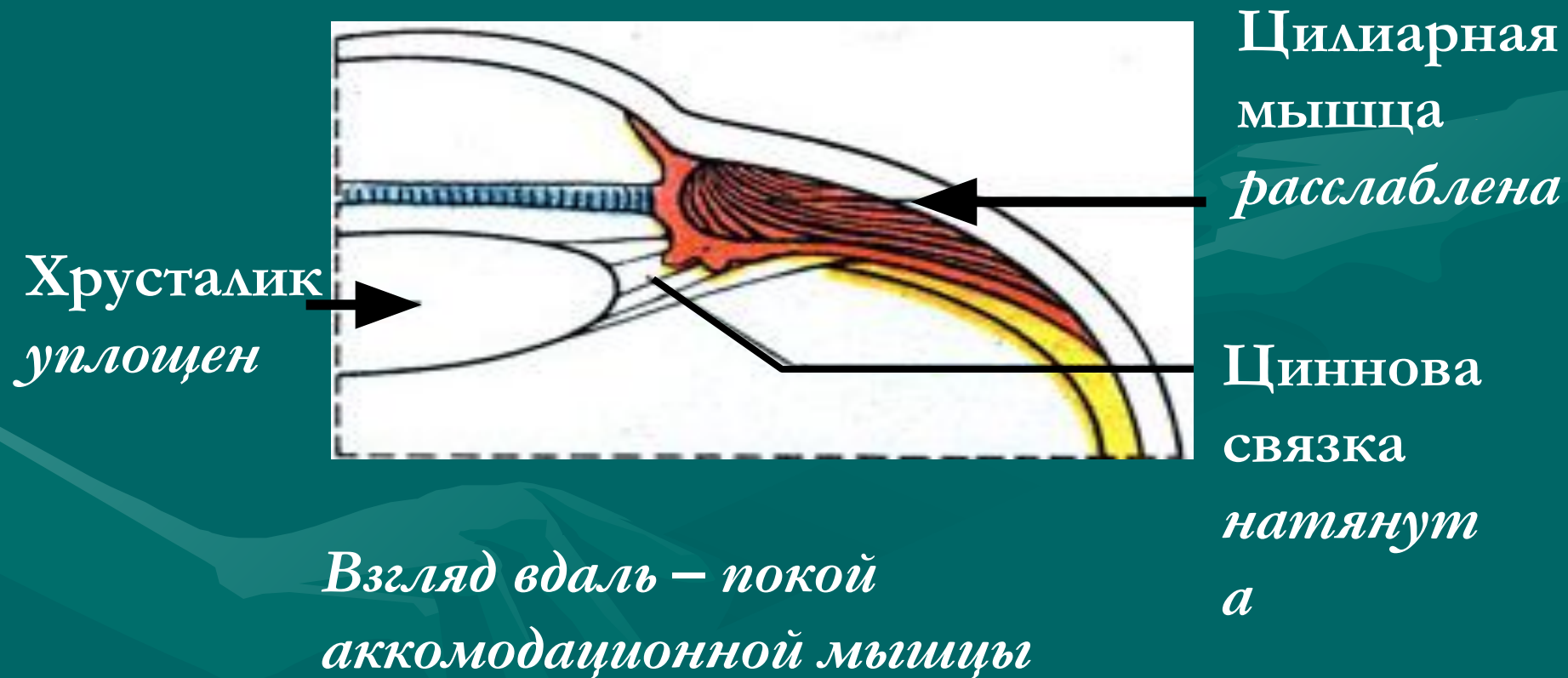
Преломляющая сила здорового глаза

- При рассмотрении далеких предметов – 59D
- При рассмотрении близких предметов – $70,5\text{ D}$
- Дальняя точка ясного видения – в бесконечности
- Ближняя точка ясного видения – 10 см от глаза

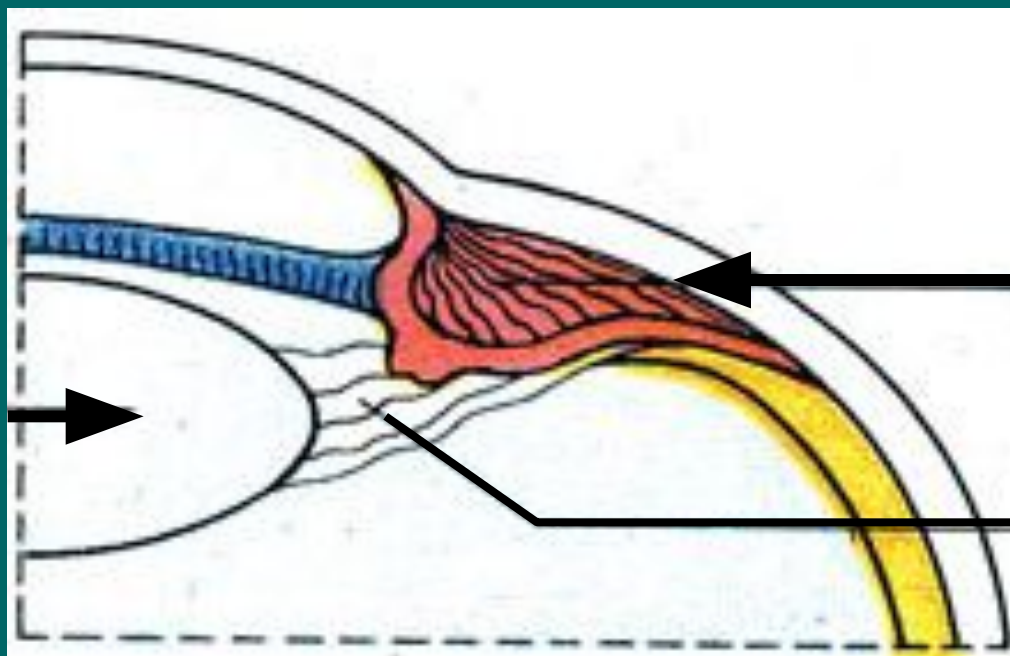
Аккомодация

- Приспособление глаза к ясному видению разноудаленных предметов называется *аккомодацией*
- Меняются кривизна хрусталика и его преломляющая способность
- Аккомодационная мышца — *ресничная*
- *Иннервация — парасимпатическая ветвь глазодвигательного нерва*

Механизм аккомодации



Механизм аккомодации



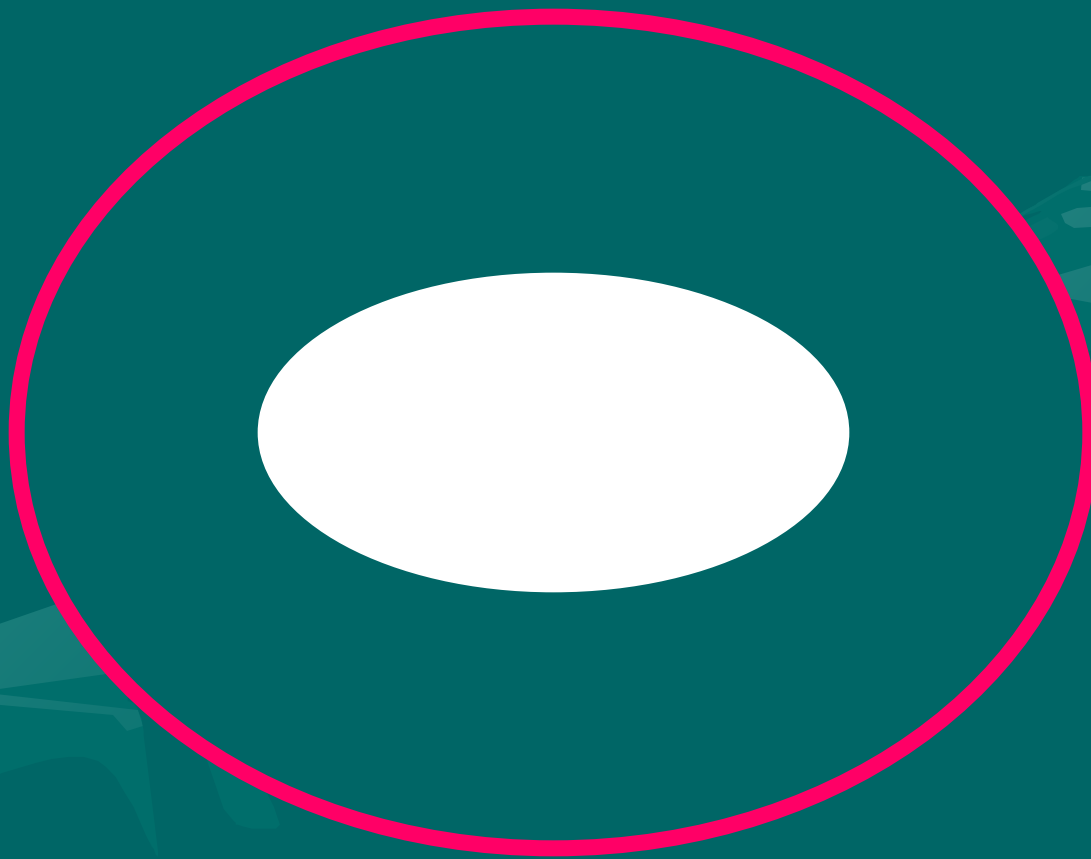
Хрусталик
шарооб-
разный

Цилиарная
мышца
сокращена

Циннова
связка
расслаблена

*Взгляд на близкий предмет –
напряжение аккомодационной
мышцы*

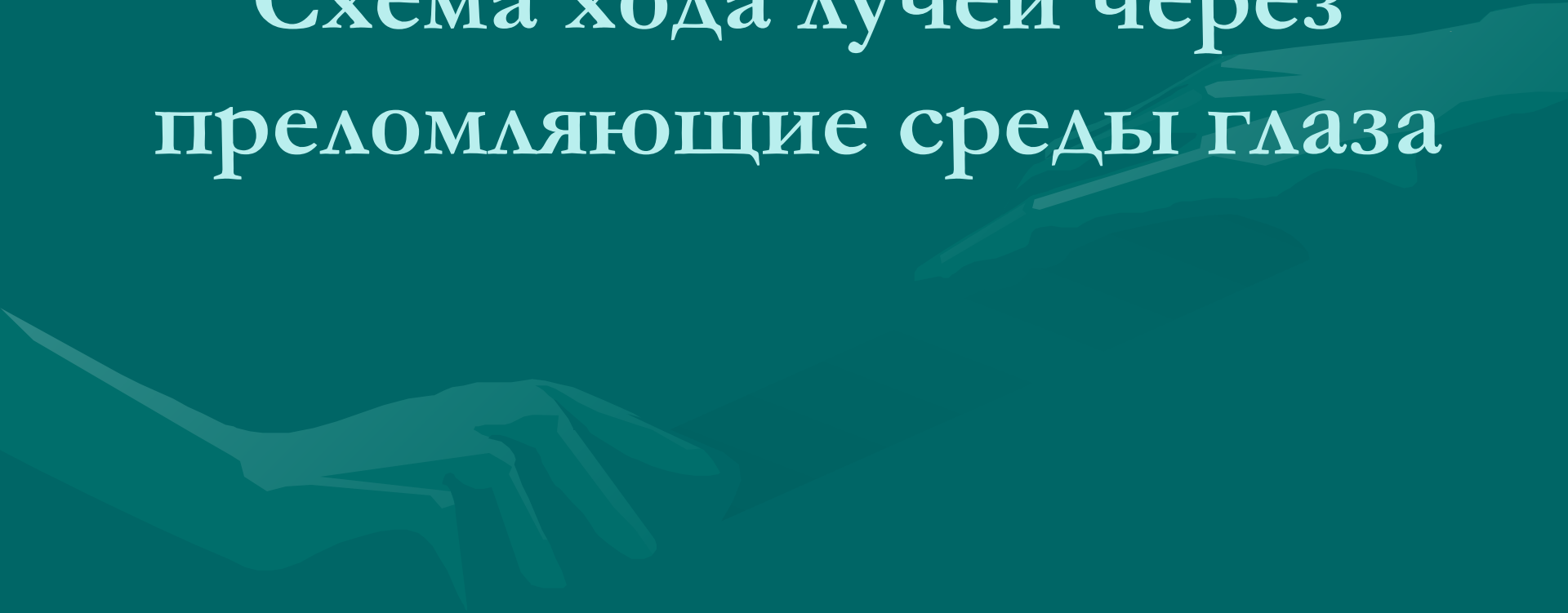
Механизм аккомодации



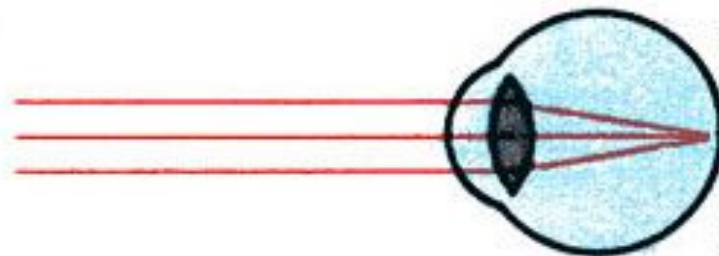
Механизм аккомодации



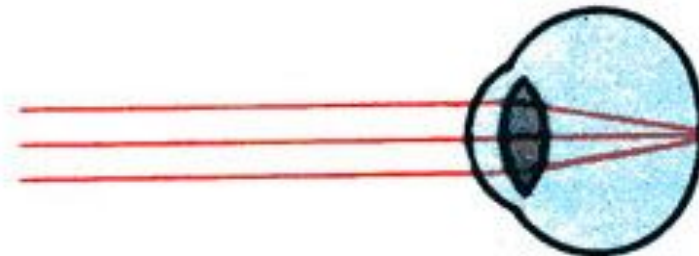
Схема хода лучей через преломляющие среды глаза



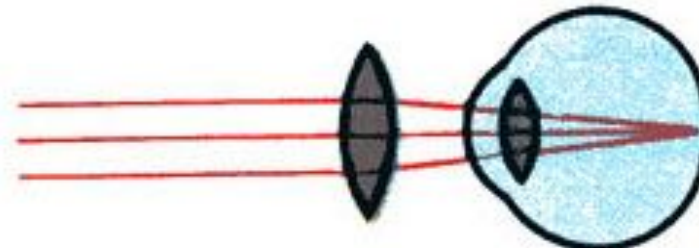
Эмметропия



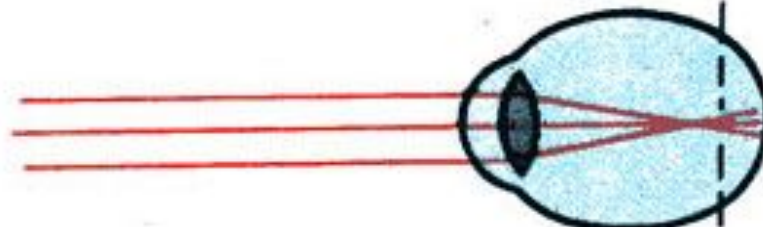
Гиперметропия



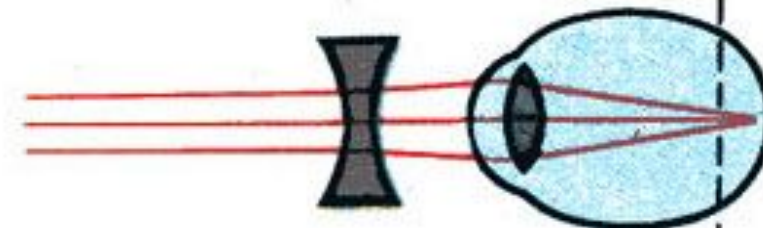
Коррекция гиперметропии



Миопия



Коррекция миопии



Аномалии рефракции глаза

- Эмметропия – нормальная рефракция
- Гиперметропия – дальнозоркость – изображение проецируется за сетчаткой
- Пресбиопия – старческая дальнозоркость (нарушается эластичность хрусталика, ближняя точка ясного зрения отодвигается)

Аномалии рефракции глаза

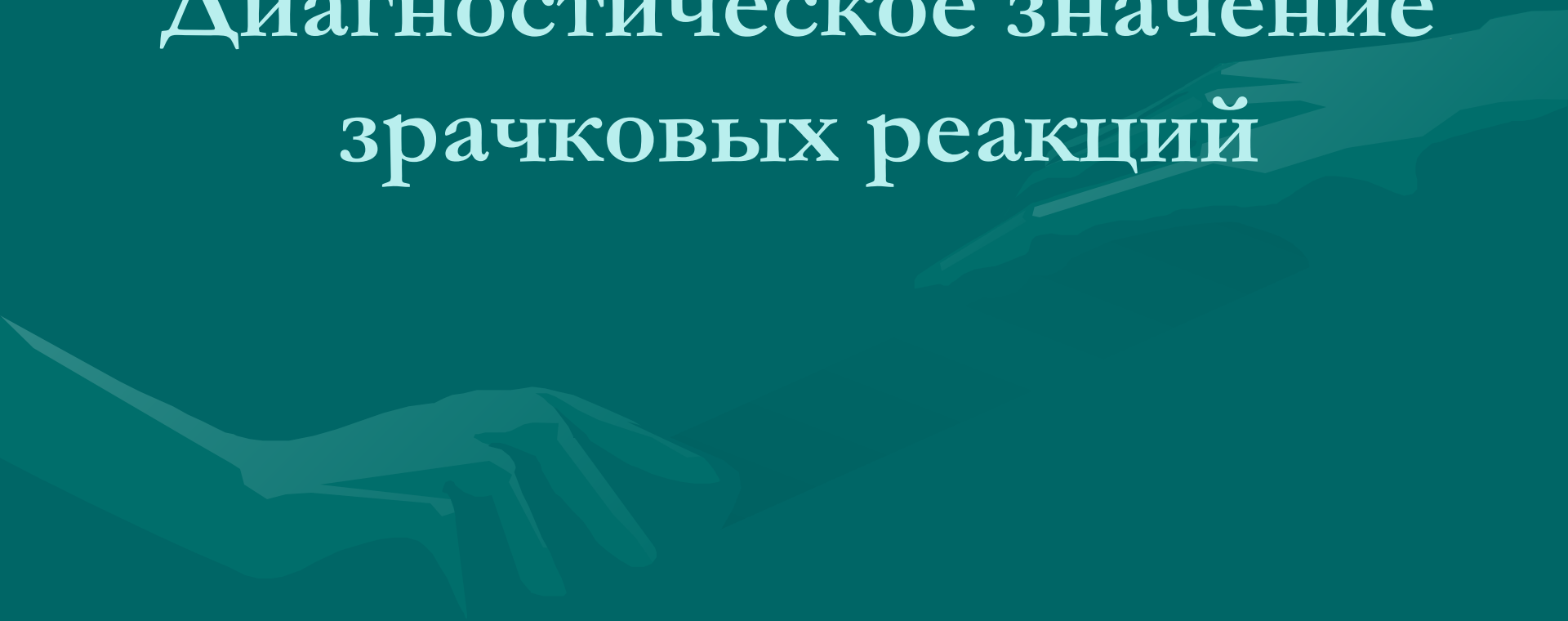
- Миопия — близорукость — изображение проецируется перед сетчаткой
- Приобретенная миопия - часто вызывается спазмом аккомодационной мышцы (дальняя точка ясного видения приближается из бесконечности)
- Астигматизм — неодинаковое преломление лучей в разных направлениях, обусловлен тем, что поверхность роговицы не строго сферическая

Зрачковый рефлекс

- Изменение диаметра зрачка в ответ на изменение освещенности
- Зрачок пропускает только центральные лучи (убирает абберацию) и способствует четкому видению предмета
- Зрачок регулирует освещенность сетчатки



Диагностическое значение зрачковых реакций



Топическая диагностика

- можно выявить поражения сетчатки, зрительного нерва, глазодвигательной зоны головного мозга, шейного отдела спинного мозга, областей, через которые проходят пре и постганглионарные зрачководвигательные волокна (область в глубине шеи, клиновидная кость и глазница)

Функциональная диагностика

- размеры зрачка зависят от возраста, психоэмоциональных факторов (страх, ярость и др.), уровень внимания, степень утомления, а также от патологических состояний (болевого шок, гипоксия, глубокий наркоз и др.).

Периферический отдел зрительного анализатора

Строение сетчатки и механизм
восприятия света

Строение сетчатки

- У человека в сетчатке имеется 6-7 млн. колбочек и 110-125 млн палочек. Центральная ямка сетчатки содержит только колбочки. По направлению к периферии сетчатки число колбочек уменьшается, а количество палочек возрастает. Периферия сетчатки содержит почти исключительно палочки.

Строение сетчатки

палочки

110-125

млн

Колбочки

6-7 млн

Свет



Волокна зрительного нерва

Ганглиозные клетки

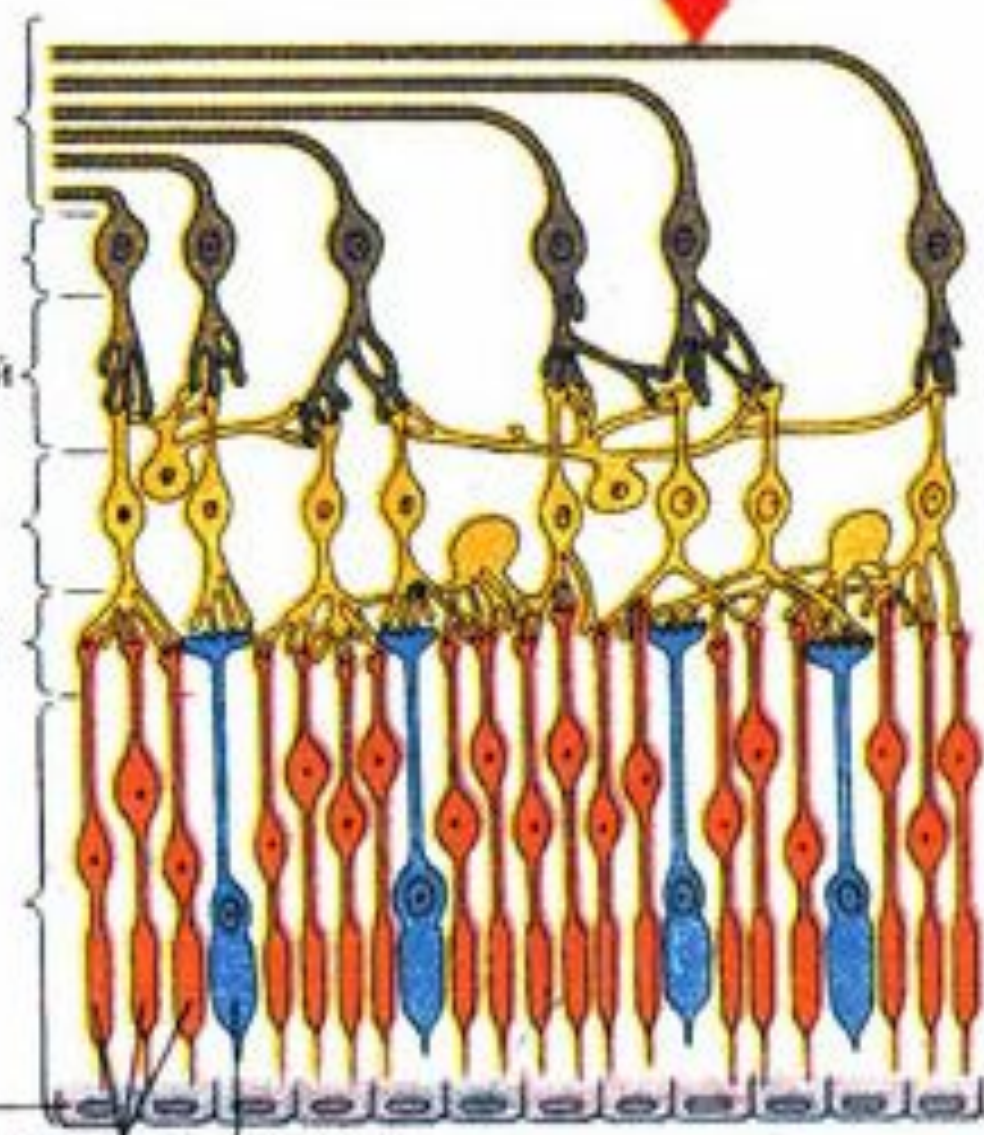
Внутренний синаптический слой

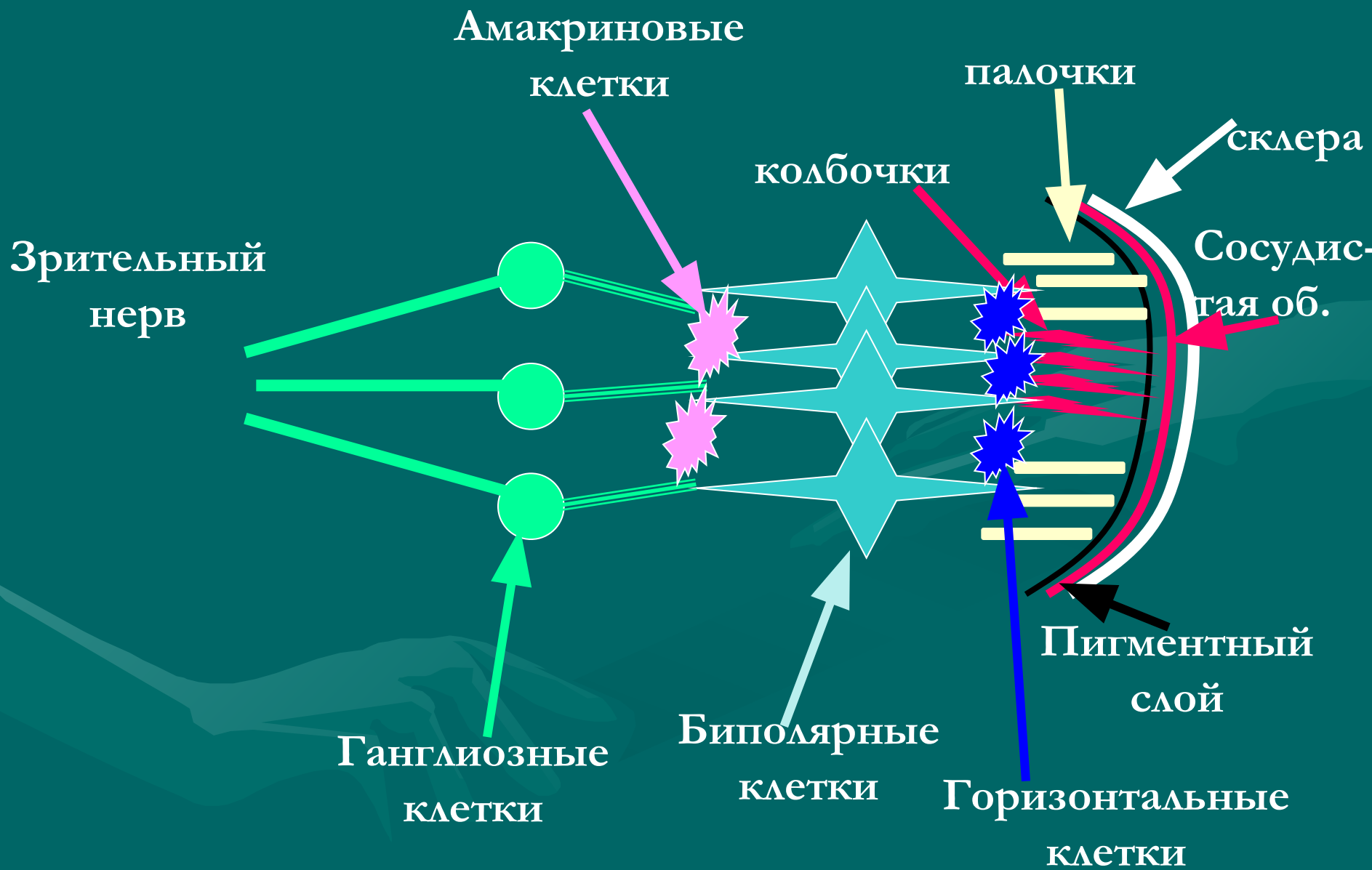
Биполярные клетки

Наружный синаптический слой

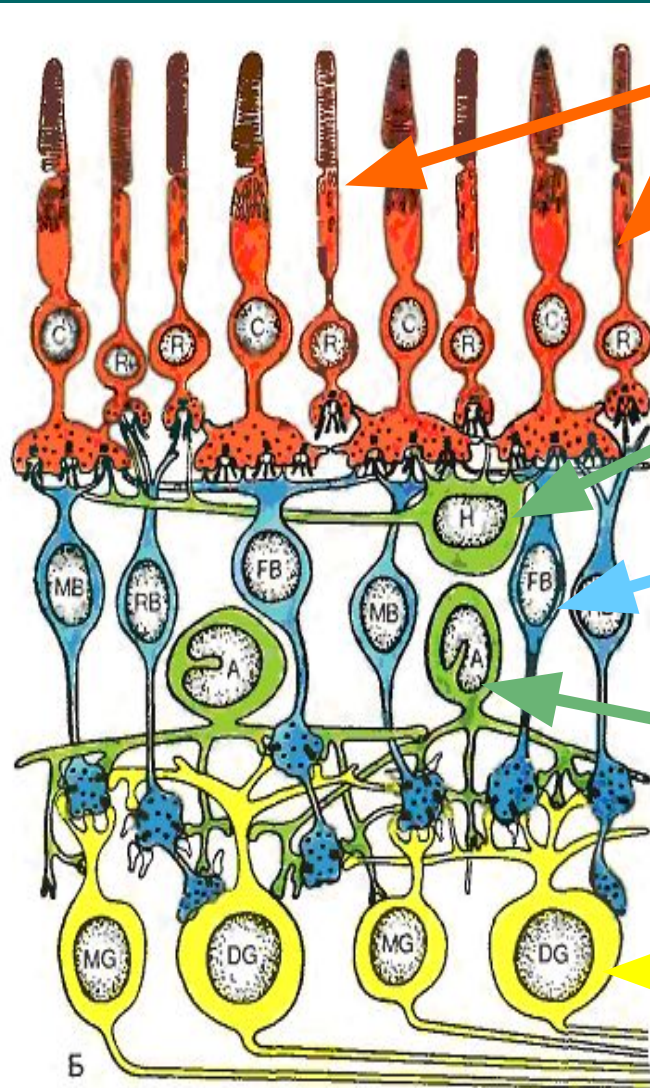
Рецепторные клетки

Пигментные клетки Палочки Колбочка





Строение фоторецептора и сетчатки глаза



Фоторецепторы

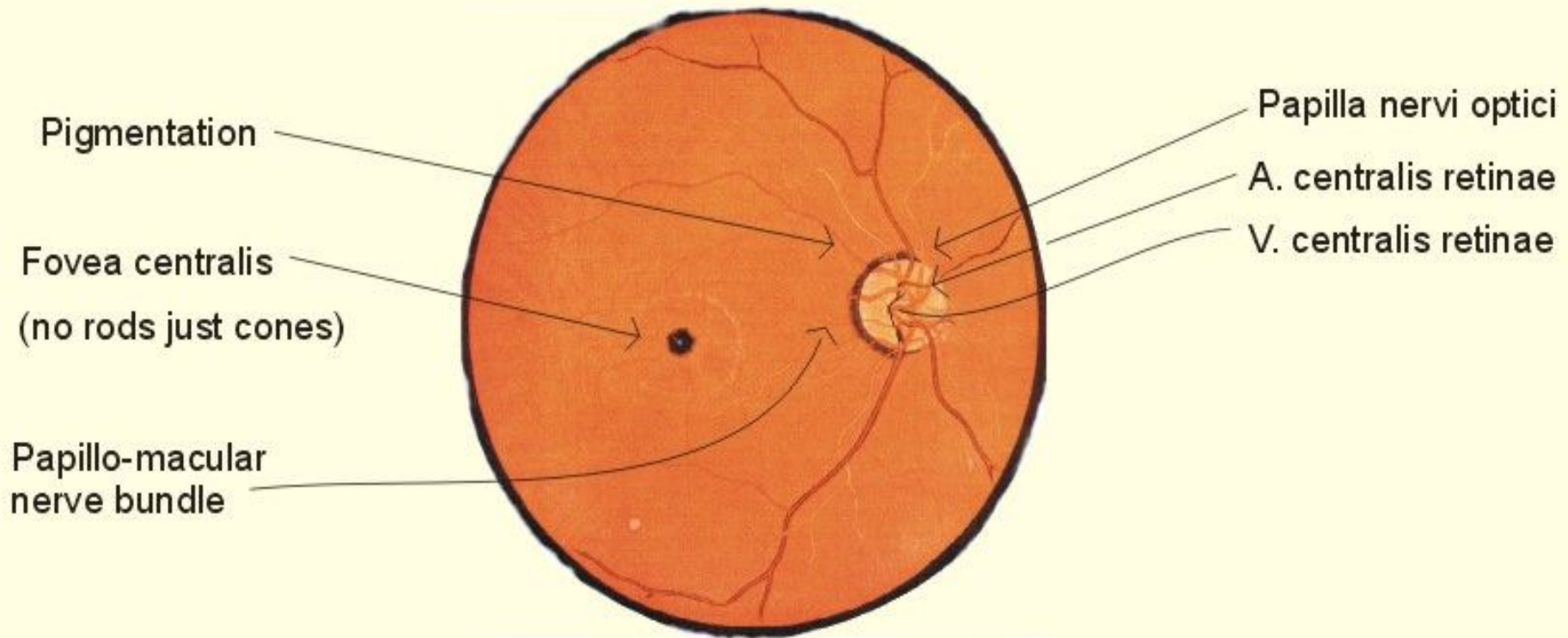
Горизонтальные
клетки

Биполярные
клетки

Амакриновые
клетки

Ганглиозные
клетки

Normal Ophthalmoscopic Picture



Механизм восприятия света

Зрительный пигмент — в палочках - **родопсин** — состоит из **ретиноля** (альдегид витамина А) и белка **опсина**; в колбочках - три пигмента - **йодопсин, хлоролаб, эритролаб** .

Теория двойственности восприятия света

- В сумерках и ночью работают палочки (*скототопическое зрение*).
- При нормальном дневном свете – колбочки (*фототопическое зрение*).
- В первом случае цвета не различаются, во втором различимы как яркость, так и окраска предметов.
- *Куриная слепота – отсутствие сумеречного и ночного зрения при недостатке витамина А*

Схема механизма
восприятия света на
примере взаимодействия
света с фоторецептором-
палочкой

Деполаризация
синапса -25 мВ

Выделение медиатора
глутамата

Фоторецептор в
темноте

Ток ионов

Высокая
проницаемость
для Na^+

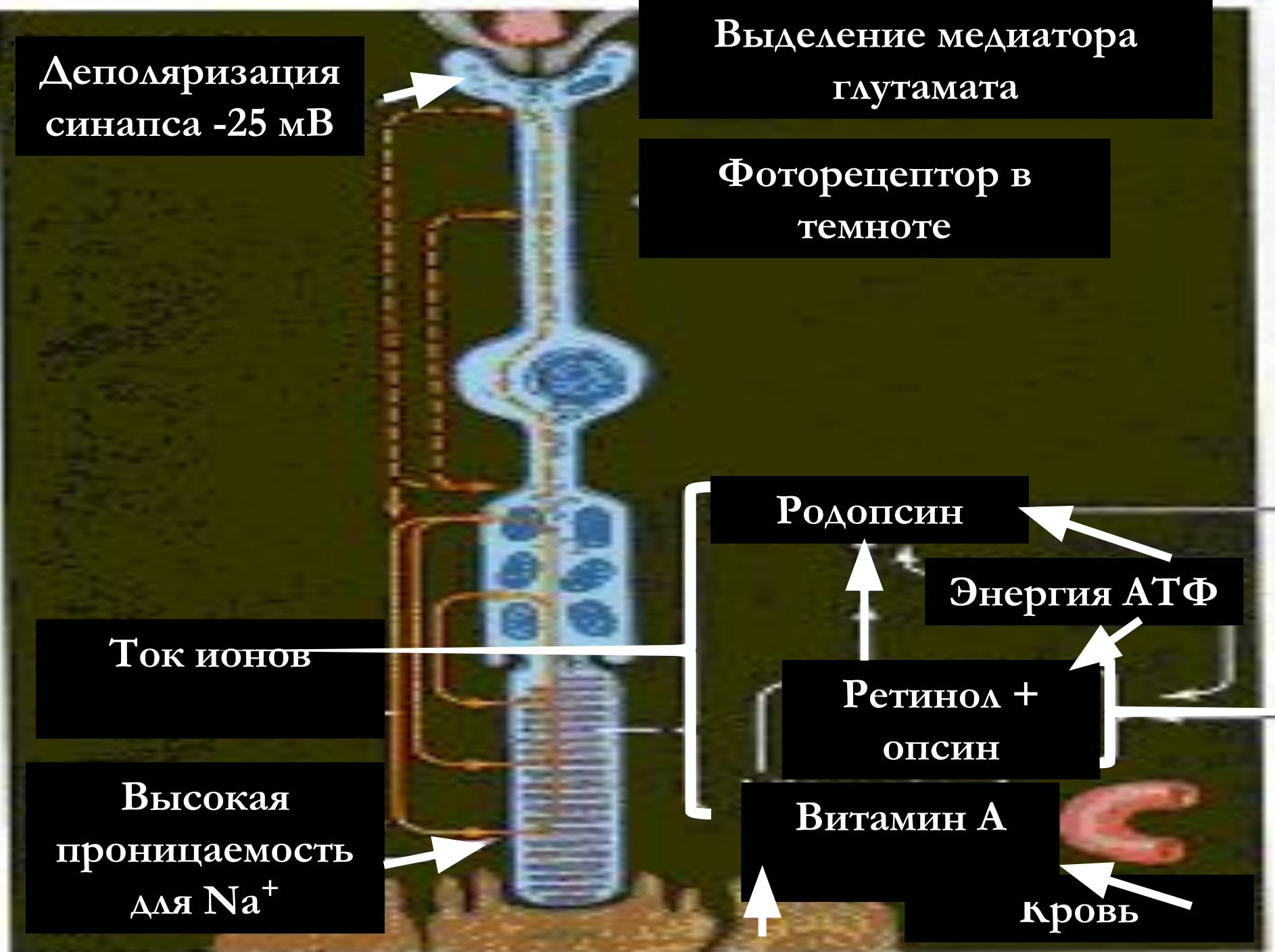
Родопсин

Энергия АТФ

Ретинол +
опсин

Витамин А

КРОВЬ



Медиатор глутамат -
уменьшение

Фоторецептор на
свету

фотон света

люмиродопсин

метародопсин

Ретинол +
опсин

Витамин А

Гиперполяризация
синапса -40мВ

polarized
Synaptic bar

Nucleus

Centriole
(basal body)

Низкая
проницаемость
для Na^+

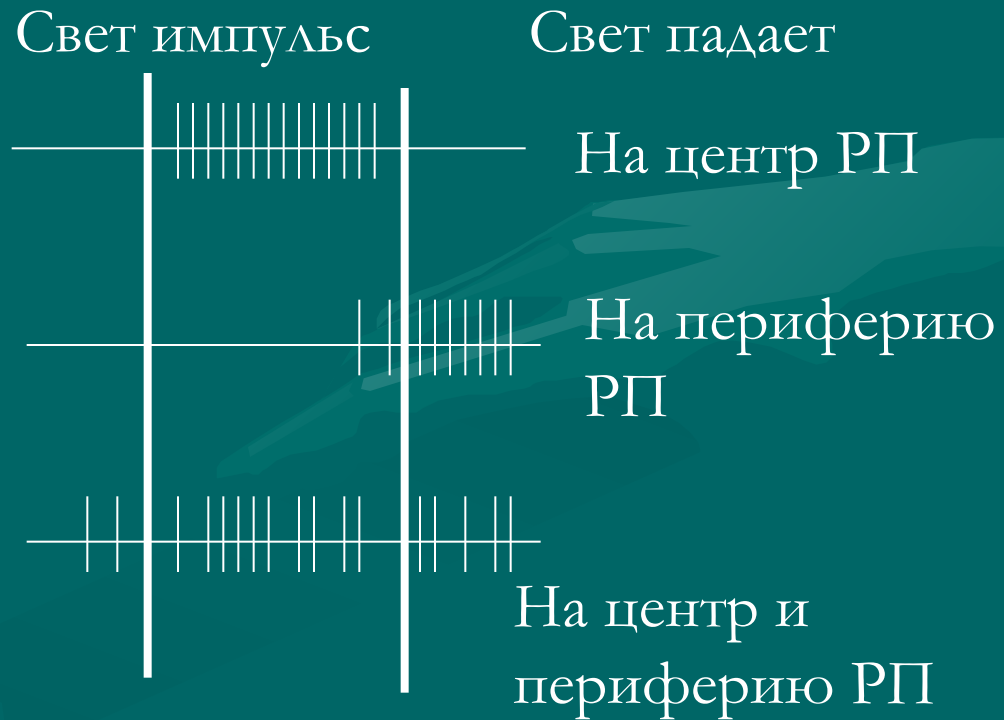
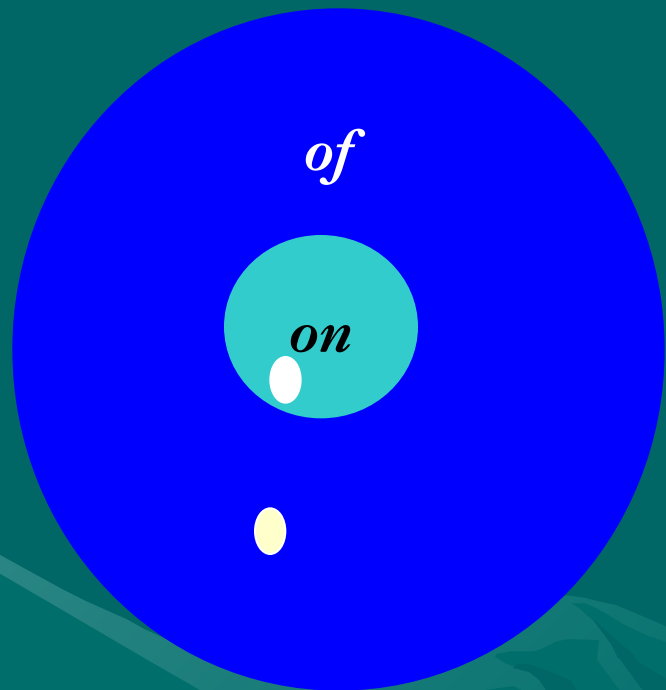




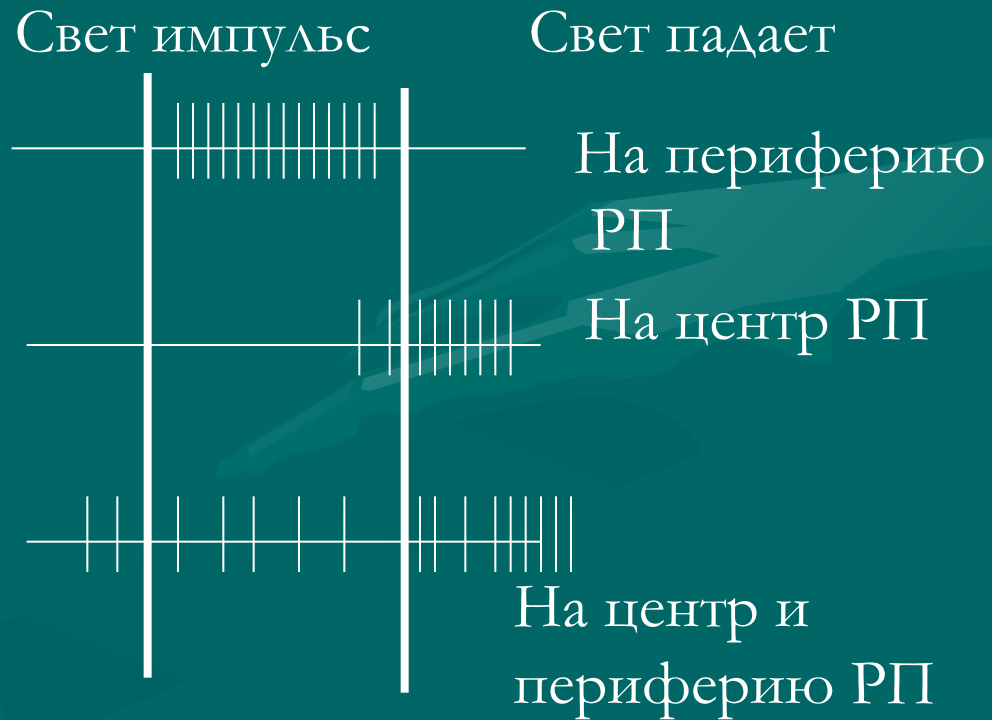
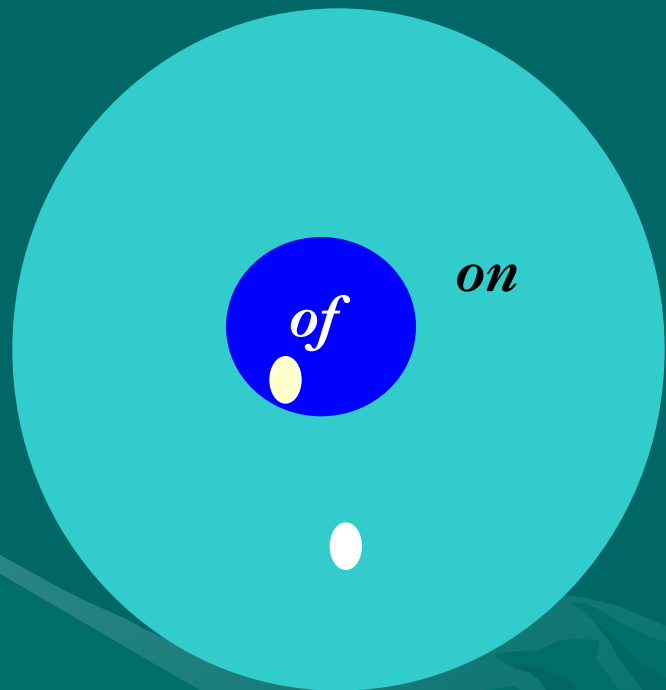
Рецептивное поле сетчатки (РП)

- это область сетчатки, в пределах которой соответствующий зрительный стимул вызывает возбуждение или торможение данного нейрона.
- РП состоит из различных функциональных зон.
- Ганглиозная клетка выполняет операцию пространственной суммации возбуждения или торможения, развивающихся в разных зонах ее РП.

Рецептивные поля ганглиозной клетки



Рецептивные поля ганглиозной клетки



Цветовое зрение

Трехкомпонентная теория
цветоощущения

Три типа колбочек

1. Чувствительные к **красному** цвету
2. Чувствительные к **зеленому** цвету
3. Чувствительные к **фиолетовому** цвету

Нормальное цветоощущение – трихромазия

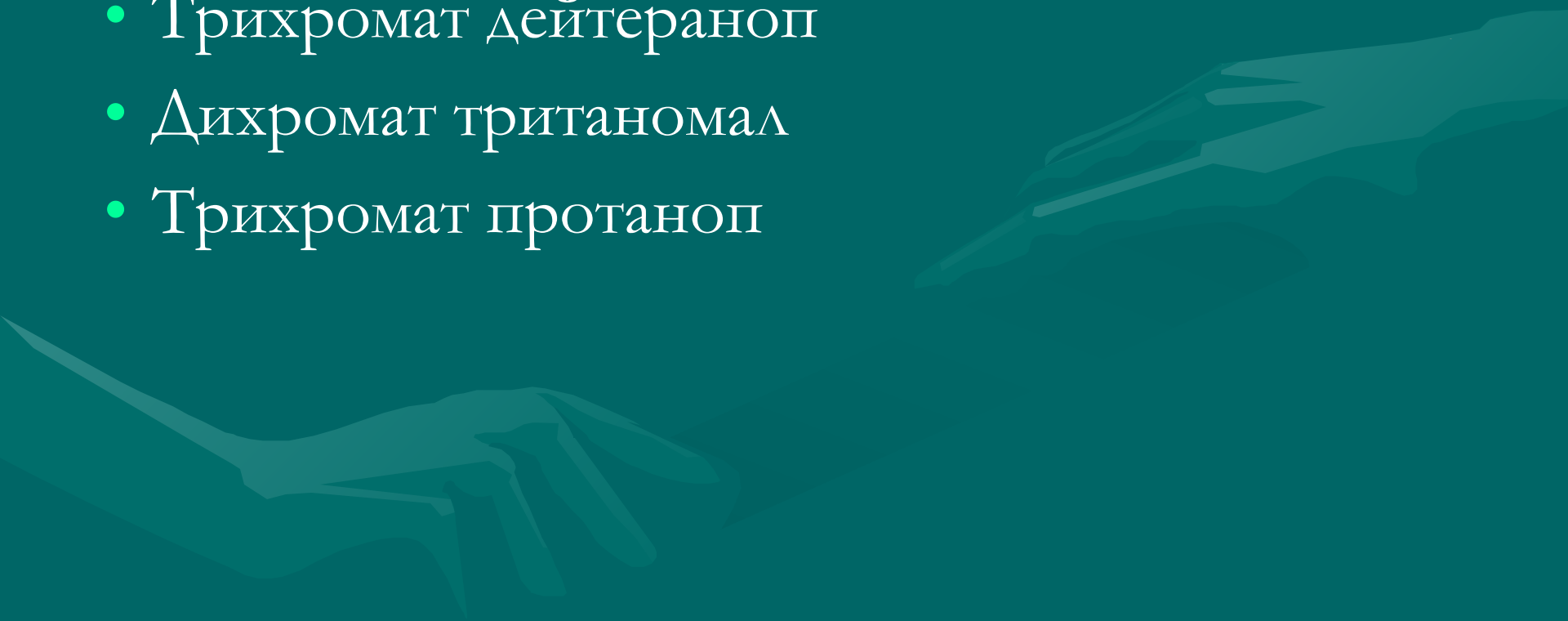
Человек - трихромат

Аномалии цветового зрения

- Аномалия – нарушение восприятия оттенков одного из спектров света
- Анопия – выпадение восприятия
- Дихромат – видит два цвета
- Монохромат – воспринимает только один цвет (черно-белый)
- Протос – первый (красный цвет); дейтерос – второй (зеленый); тритос – третий (синий)

Аномалии цветового зрения

- Дихромат протаномал
- Трихромат дейтераноп
- Дихромат тританомал
- Трихромат протаноп



Острота зрения («визус»)

- способность глаза различать две светящиеся точки раздельно при минимальном расстоянии между ними
- нормальный глаз различает две точки раздельно под углом зрения в одну минуту
- **Острота зрения выражается в относительных величинах**
- **Нормальная острота принимается за единицу**
Острота зрения характеризует как состояние преломляющих сред глаза, так и состояние сетчатки

Определение остроты зрения

- Таблицы Сивцева и таблицы с кольцами Ландольта
- $V = d/D$
- d — расстояние, на котором данный стимул (буква строчки) может быть опознан
- D — расстояние, с которого данный стимул виден как объект с угловыми размерами в 1 угловую минуту — 5 м

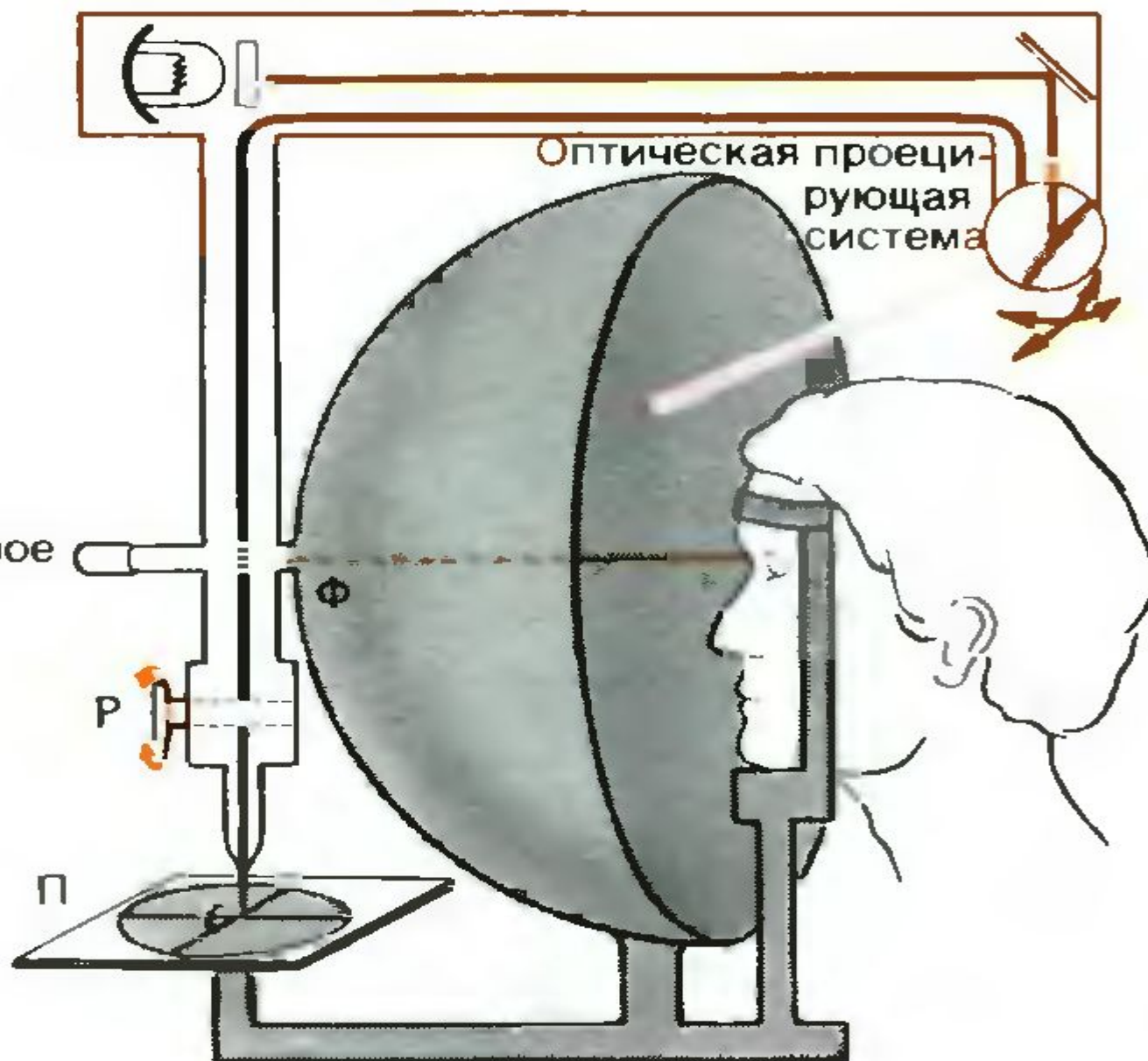
Поле зрения

- пространство, видимое глазом при фиксации взгляда в одной точке
- цветное (хроматическое) – отражает состояние колбочек (объект попадает в область желтого пятна)
- бесцветное (ахроматическое) – отражает состояние периферии – палочек. Оно больше хроматического

Определение поля зрения

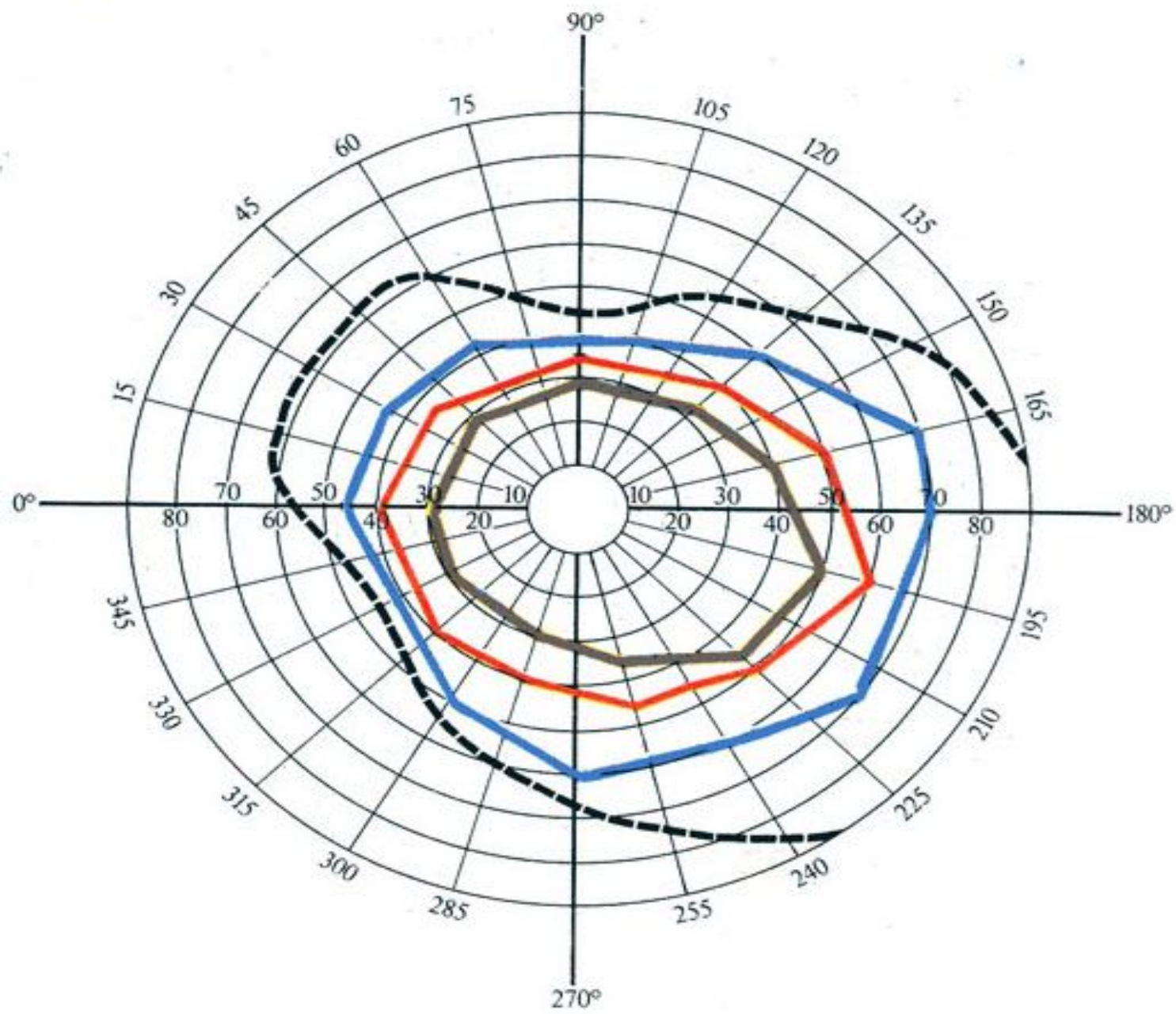
- С помощью периметра
- *Клиническое значение определения поля зрения: дает возможность оценить состояние сетчатки и позволяет провести топическую диагностику путем оценки состояния зрительных путей*
- **Скотома** — участок поля зрения, на котором отсутствует восприятие предмета, другими словами — выпадение поля зрения.

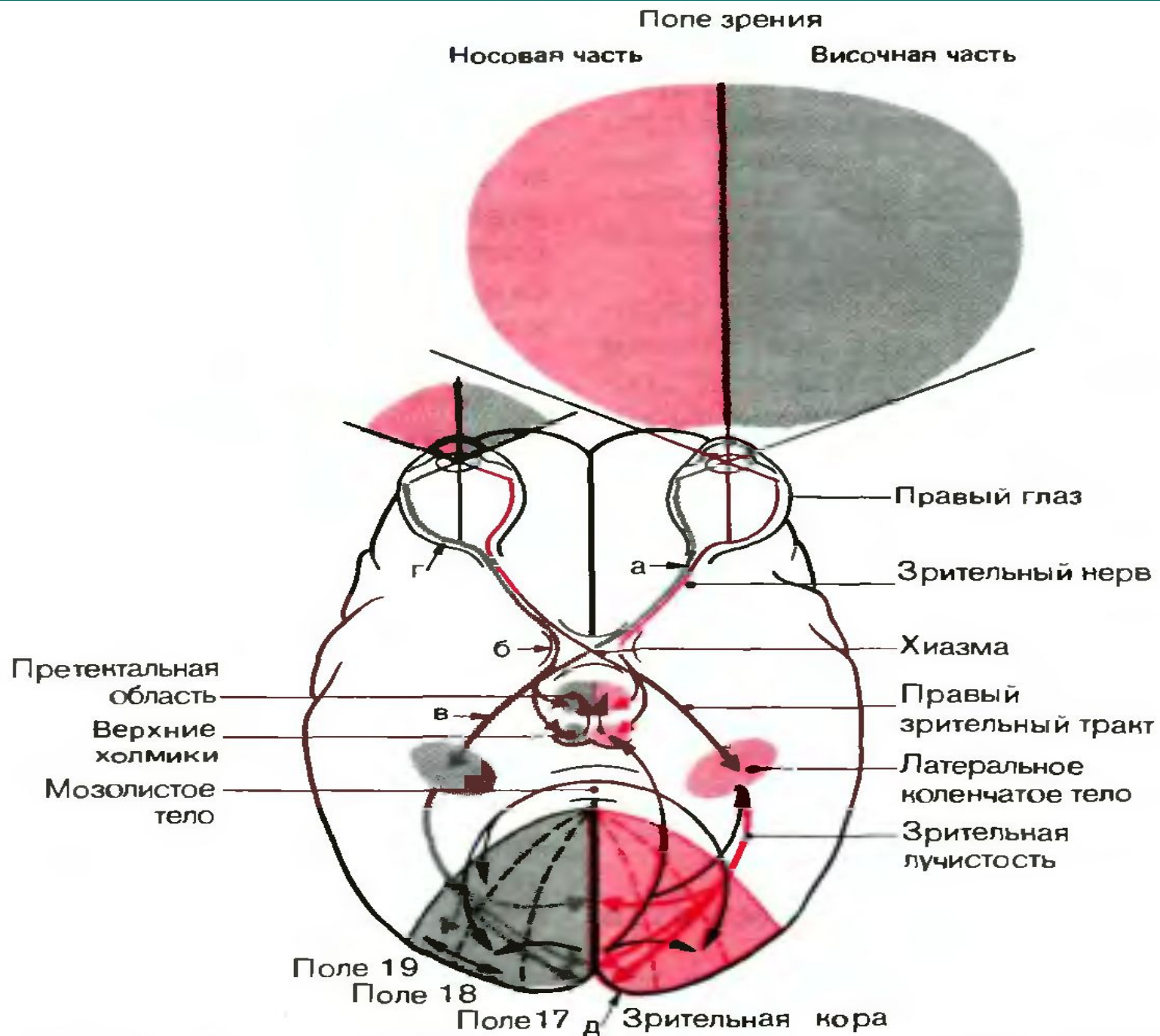
Источник света

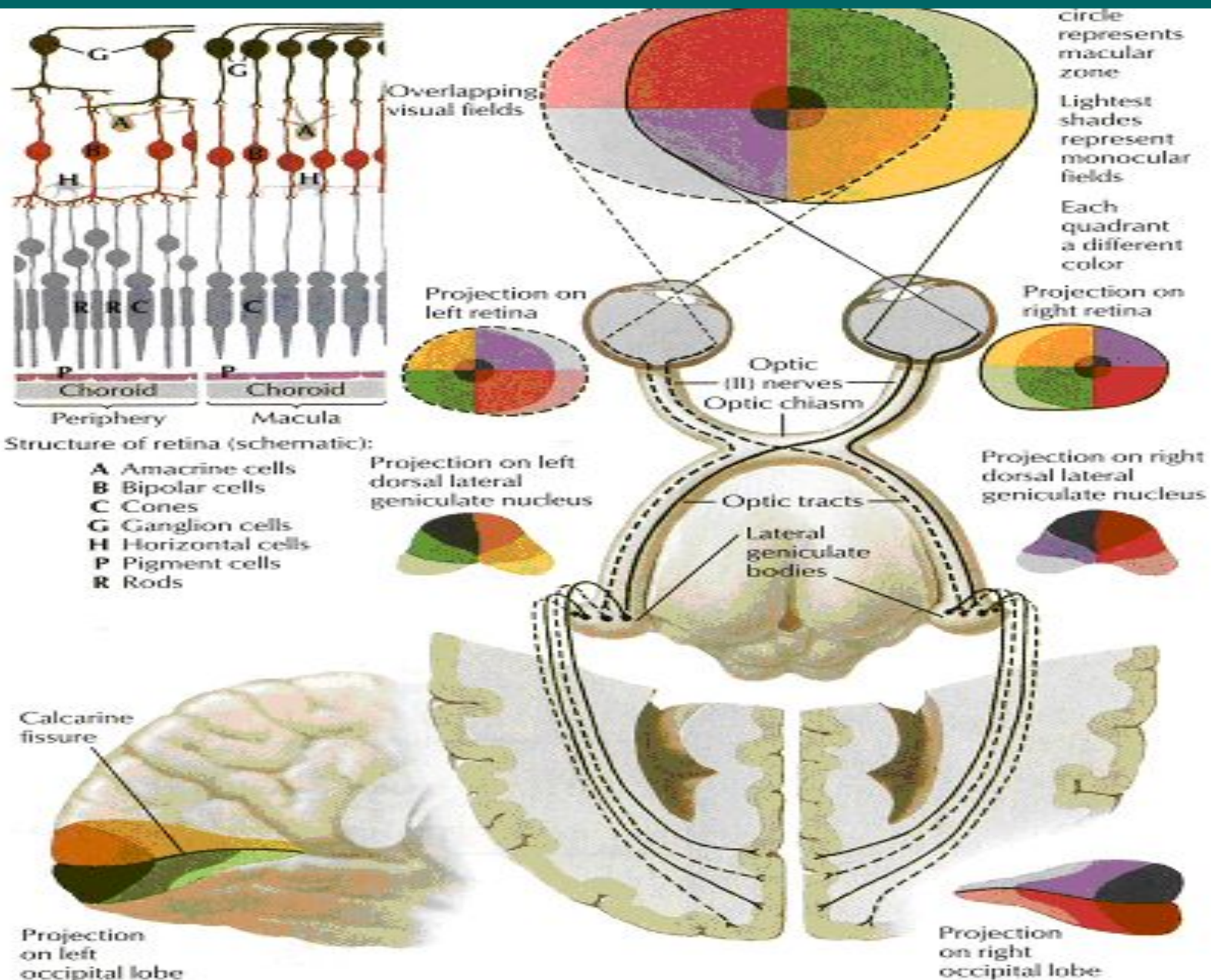




Б. Поле зрения
левого глаза







Зрительная адаптация

Темновая — переход от света к темноте

- Восстановление зрительного пигмента — родопсина
- Уменьшение или даже снятие горизонтального торможения на сетчатке — увеличение РП ганглиозных клеток
- 10 мин — чувствительность увеличивается в десятки раз
- 1 час — ув. в десятки тысяч раз

Зрительная адаптация

Световая — переход из темноты к освещенности

- Снижается чувствительность сетчатки
- Уменьшатся диаметр зрачка
- Увеличивается тормозное влияние горизонтальных и амакриновых клеток
- Длится несколько секунд