

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России)

**Т.А. Жигальская, А.А. Крылова, О.И. Кривошеина**

**ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА,  
РЕФРАКЦИЯ И АККОМОДАЦИЯ**

Томск  
Издательство СибГМУ  
2023

УДК 617.7(075.8)  
ББК 56.7,2я73  
Ж 681

**Т.А. Жигальская**  
Ж 681 **Оптическая система глаза, рефракция и аккомодация:**  
учебное пособие / Т.А. Жигальская, А.А. Крылова,  
О.И. Кривошеина. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2023. – 88 с.

В учебном пособии рассмотрено строение оптической системы глаза человека, подробно описаны виды аномалий рефракции, их клинические проявления и современные методы лечения, в том числе принципы оптической и контактной коррекции аметропий, виды рефракционной хирургии.

Детально изложены анатомо-топографические особенности строения аккомодационного аппарата глаза, рассмотрены механизмы и возрастные особенности аккомодации.

Учебное пособие написано в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, утвержденным МЗ РФ в 2010 г., и предназначено для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело» (31.05.01), «Педиатрия» (31.05.02) и «Стоматология» (060105).

УДК 617.7(075.8)  
ББК 56.7,2я73

**Рецензент:**

**Ю.И. Хороших**, доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, д-р мед. наук.

*Утверждено и рекомендовано к печати методической комиссией лечебного факультета ФГБОУ ВО СибГМУ (протокол № 3 от 22.05.2023 г.).*

© Т.А. Жигальская, А.А. Крылова, О.И. Кривошеина, 2023  
© Макет изд-ва СибГМУ, 2023

---

## ВВЕДЕНИЕ

---

**Рефракция** – это преломление света в оптической системе.

Учение о рефракции основано на законах оптики, характеризующих распространение света в различных средах.

Глаз человека представляет собой сложную оптическую систему, по отношению к которой различают **два вида рефракции**:

- физическую;
- клиническую.

---

# ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА

---

## Физическая рефракция

**Физическая рефракция** – преломляющая сила оптической системы глаза, выраженная в диоптриях.

**Диоптрия (D)** – единица измерения преломляющей способности оптического стекла.

1,0 D – сила преломления линзы с фокусным расстоянием 1,0 метр.

Сила стекла обратно пропорциональна фокусному расстоянию (рис. 1).

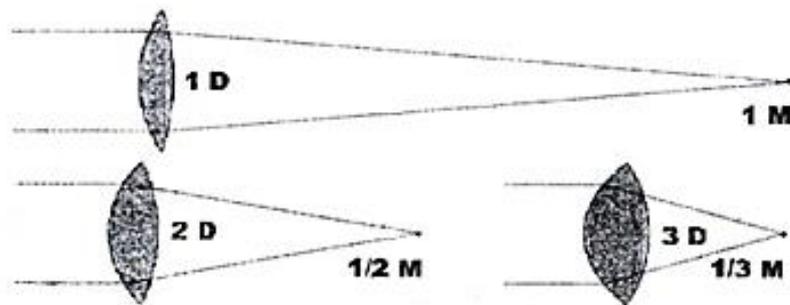
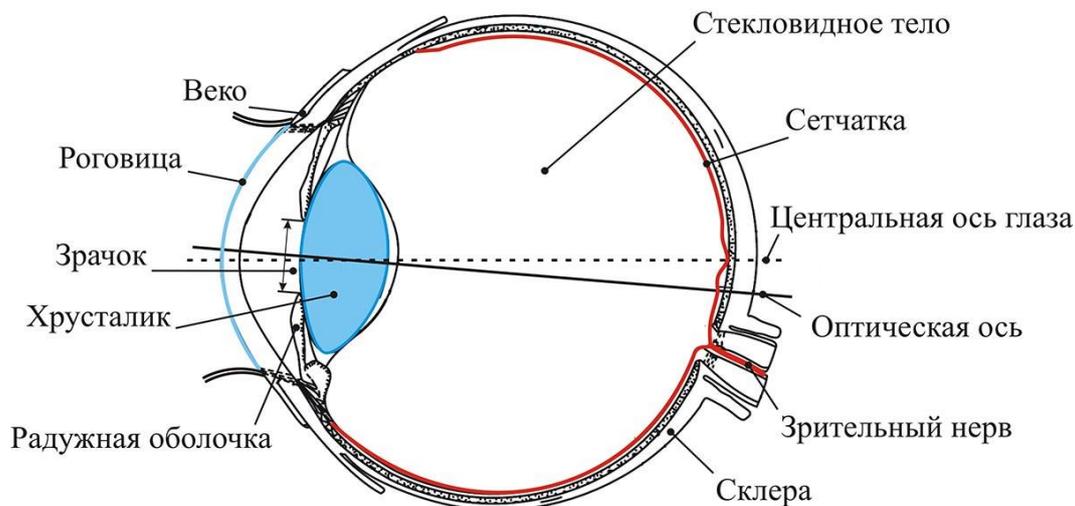


Рис. 1. Зависимость фокусного расстояния оптической линзы от ее преломляющей силы

Оптическая система глаза включает в себя (рис. 2):

- *роговица* – преломляющая сила в среднем составляет 40,0 D. Радиус кривизны передней поверхности роговицы равен 7,7 мм, задней поверхности 7,0 мм;
- *влага передней камеры* выполняет функцию преломляющей среды вместе с роговицей и служит проводником лучей;
- *хрусталик* – преломляющая сила составляет 20,0 D. Радиус кривизны передней поверхности хрусталика равен 10,0 мм, задней поверхности – 6,0 мм;
- *стекловидное тело* является, преимущественно, проводником лучей, и его преломляющая сила составляет 1,5–2,0 D.

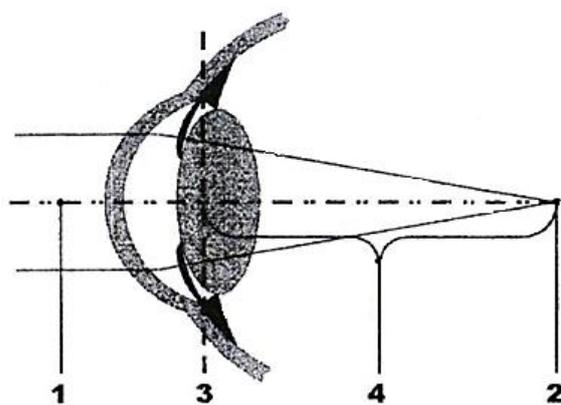
Физическая рефракция глаза человека варьирует в пределах 52,6 -71,3 D, составляя в среднем 60,0 D.



*Рис. 2. Оптическая система глаза*  
 (<https://www.ochkov.net/wiki/storage/app/media/1./что-такое-мнимое-косоглазие/2.jpg>)

В сложной оптической системе фокусное расстояние измеряется не от вершины какой-либо преломляющей поверхности, а от условной главной плоскости данной системы, которая вычисляется математическим путем с учетом величины преломляющей силы каждой из поверхностей данной оптической системы и расстояния между ними (рис. 3).

*Рис. 3. Главная оптическая ось и главный фокус оптической системы глаза*



1 – главная оптическая ось; 2 – главный фокус; 3 – главная плоскость;  
 4 – фокусное расстояние

Главная оптическая ось – прямая линия, проходящая через центры кривизны всех преломляющих поверхностей оптической системы.

*Главный фокус* – точка соединения лучей, падающих параллельно главной оптической оси, после преломления в системе.

*Главное фокусное расстояние* – расстояние от главной плоскости до главного фокуса. Фокусное расстояние (F) характеризует преломляющую силу оптической системы. Чем сильнее преломляет система, тем короче ее фокусное расстояние.

Зная фокусное расстояние стекла, можно определить его рефракцию (D) по формуле:

$$D = \frac{1\text{м}}{F(\text{м})} \text{ или } D = \frac{100\text{см}}{F(\text{см})}$$

Например, преломляющая сила стекла при  $F = 2$  м будет равна

$$D = \frac{1(\text{м})}{2(\text{м})} = 0,5 \text{ диоптр}$$

при  $F=10$  см

$$D = \frac{100\text{см}}{10(\text{см})} = 10 \text{ диоптр}$$

Зная рефракцию, можно определить фокусное расстояние стекла.

При этом:

$$F(\text{м}) = \frac{1\text{м}}{D} \text{ или } F(\text{м}) = \frac{100 \text{ см}}{D}$$

## **Клиническая рефракция**

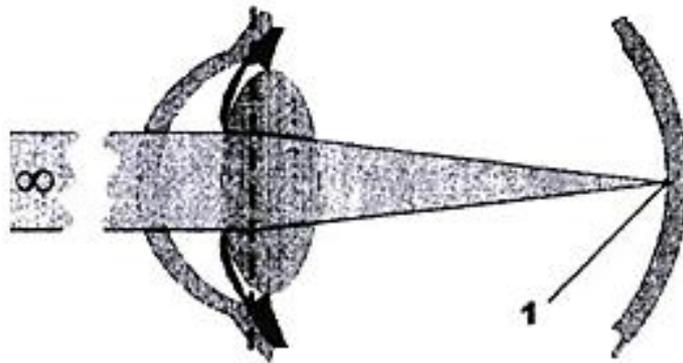
В практической деятельности наибольшее значение имеет клиническая рефракция глазного яблока, которая характеризуется положением заднего главного фокуса по отношению к сетчатке, т.е. отражает соразмерность преломляющей силы оптической системы глаза с длиной его передне-задней оси.

В зависимости от расположения главного заднего фокуса относительно сетчатки, выделяют 2 вида клинической рефракции:

- 1) эметропия;
- 2) аметропия.

## Виды клинической рефракции

**Эмметропия** (Em) – соразмерный вид клинической рефракции. Параллельные лучи света после преломления в эмметропичном глазу собираются на сетчатой оболочке, и задний главный фокус оптической системы такого глаза совпадает с сетчаткой. В этом случае имеется соразмерность двух величин: преломляющей силы оптической системы глаза и длины его передне-задней оси (рис. 4).



*Рис. 4. Соразмерная клиническая рефракция  
1 – задний главный фокус, совпадающий с сетчаткой*

Если задний главный фокус не совпадает с сетчаткой, то возникает несообразный вид клинической рефракции – **аметропия**.

Существует 2 вида аметропии:

- 1) миопия (M) – близорукость;
- 2) гиперметропия (Hm) – дальнозоркость.

*Миопия (M)* – несообразная клиническая рефракция, при которой задний главный фокус оптической системы располагается перед сетчаткой, что может быть обусловлено 2 причинами:

- 1) большая преломляющая сила оптической системы глаза – свыше 60,0 D (рис. 5А);
- 2) увеличение передне-задней оси глаза – больше 24 мм (рис. 5Б).

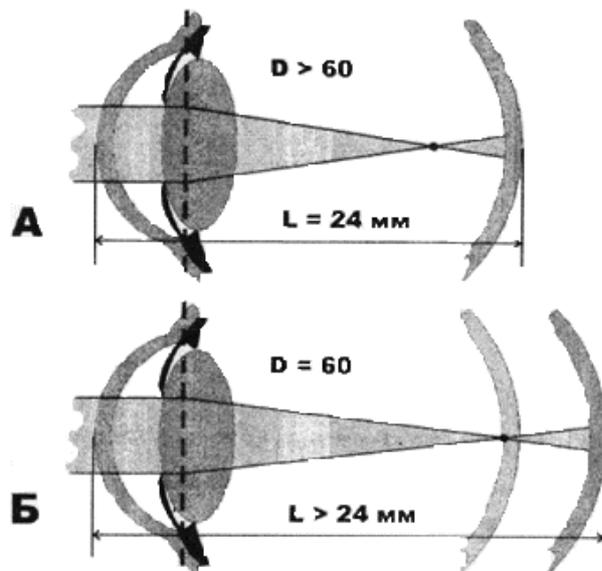


Рис. 5. Вариант несоизмерной клинической рефракции – миопия

- А. Большая преломляющая сила глаза;
- Б. Большая длина передне-задней оси глаза

Гиперметропия (*Hm*) – несоизмерная клиническая рефракция, при которой задний главный фокус оптической системы располагается позади сетчатки, что может быть обусловлено 2 причинами:

- 1) преломляющая сила оптической системы глаза менее 60.0 D (рис. 6А);
- 2) укорочение передне-задней оси глаза менее 24 мм (рис. 6Б).

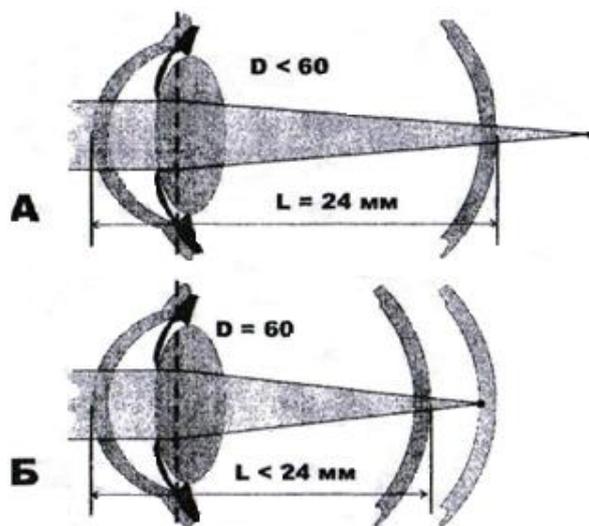


Рис. 6. Вариант несоизмерной клинической рефракции - гиперметропия

- А – малая преломляющая сила глаза;
- Б – малая длина передне-задней оси глаза

Клиническая рефракция характеризуется **дальнейшей точкой ясного зрения** (*punctum remotum* – *PR*) – наиболее удаленной от глаза точкой, которая отчетливо видна при полном покое аккомодации. Световые лучи, исходящие из этой точки, после преломления в глазу собираются на сетчатке.

Установлено, что световые лучи, идущие с расстояния 5–6 м, попадая в глаз через зрачок средней ширины, образуют такое небольшое расхождение, что их условно считают параллельными.

При *Em* после преломления в фокусе на сетчатке собираются условно параллельные лучи света, идущие из бесконечности (расстояние 5–6 м). Благодаря расположению заднего главного фокуса на сетчатке при *Em* человек хорошо видит вдаль, и дальнейшая точка ясного зрения у него находится в бесконечности (рис. 7).

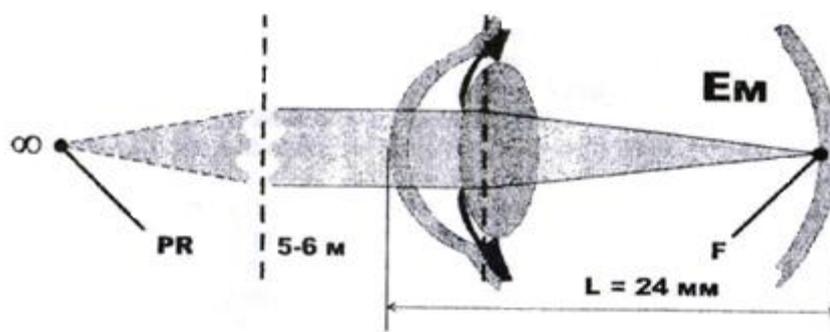


Рис. 7. Положение дальнейшей точки ясного зрения для эметропического глаза *PR* – *punctum remotum*, *F* – фокус, располагающийся на сетчатке, *Em* – эметропия

При *M* параллельные лучи света после преломления в глазу соединяются в фокусе перед сетчаткой, поэтому миоп плохо видит вдаль. В близоруком глазу в фокусе на сетчатке соединяются расходящиеся лучи, идущие от предметов, находящихся на конечном, коротком (ближе 5–6 м) расстоянии, которое и соответствует положению дальнейшей точки ясного зрения.

Чем выше степень близорукости, тем ближе к глазу дальнейшая точка ясного зрения (рис. 8).

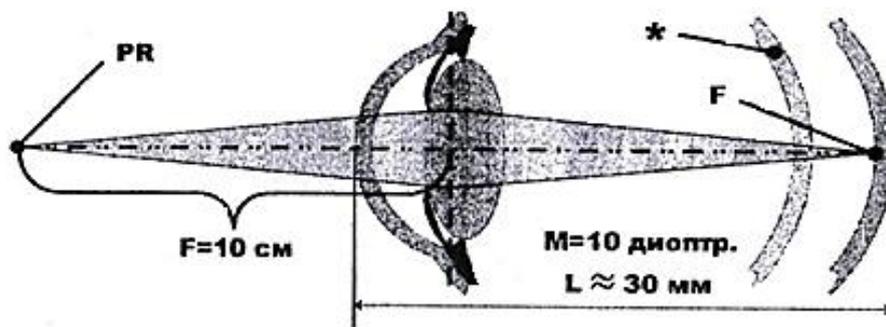


Рис. 8. Положение дальнейшей точки ясного зрения для глаза с миопией 10,0 D

*PR* – *punctum remotum*; *F* – задний главный фокус, располагающийся на сетчатке в миопичном глазу, *M* – миопия, *L* – длина передне-задней оси глаза. Знаком \* отмечено положение заднего фокуса в эметропическом глазу

Например, при *M* 1,0 D *PR* находится на расстоянии 1,0 м от глаза, при *M* 5,0 D на 1/5 м (20 см), при *M* 10,0 D на 1/10 м (10 см) ( $F(\text{м}) = \frac{100 \text{ см}}{D}$ ).

При *Hm* параллельные лучи света после преломления в глазу соединяются в фокусе позади сетчатки, поэтому гиперметроп плохо видит вдаль (рис. 9А). Фокус расходящихся лучей света, идущих с короткого (ближе 5–6 м) расстояния, в гиперметропическом глазу располагается еще дальше за сетчаткой, поэтому гиперметроп плохо видит и вблизи (рис. 9Б).

В фокусе на сетчатке у гиперметропа могут соединяться только сходящиеся лучи света, которых, однако в природе не существует. Поэтому гиперметроп в реальности не имеет дальнейшей точки ясного зрения.

При *Hm* существует *мнимая дальнейшая точка ясного зрения*, расположенная в отрицательном пространстве, позади глаза (рис. 9В).

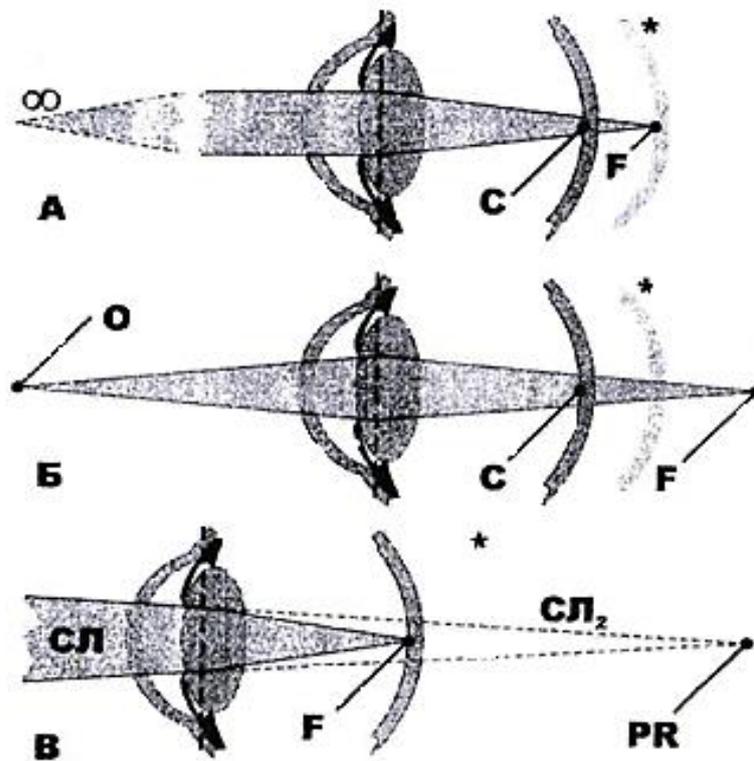


Рис. 9. Положение дальнейшей точки ясного зрения для глаза с гиперметропией  
 А. Расположение заднего главного фокуса при Нт после преломления параллельных лучей.

Б. Расположение заднего главного фокуса при Нт после преломления расходящихся лучей.

В. Положение мнимой дальнейшей точки ясного зрения при Нт.

С – сетчатка; F – задний главный фокус оптической системы Нт; O – объект, расположенный на конечном расстоянии перед глазом; СЛ – сходящиеся лучи, падающие на глаз; СЛ<sub>2</sub> – продолжение лучей, падающих на глаз в отрицательное пространство за глаз; PR – мнимая дальнейшая точка ясного зрения, расположенная у Нт в отрицательном пространстве, позади глаза.

Знаком \* отмечено положение заднего полюса глаза в эметропическом глазу.

**Астигматизм (As)** – сочетание в одном глазу различных видов рефракции или разных степеней одного вида рефракции.

При этом в астигматическом глазу образуются два главных фокуса, вследствие чего изображение рассматриваемых предметов у человека получается нечетким.

При астигматизме имеется две плоскости сечения с наибольшей

и наименьшей преломляющей силой – *главные меридианы*. В большинстве случаев плоскости взаимно перпендикулярны, располагаясь вертикально и горизонтально (рис. 10), однако, иногда главные меридианы могут иметь и косое расположение, образуя *астигматизм с косыми осями*.

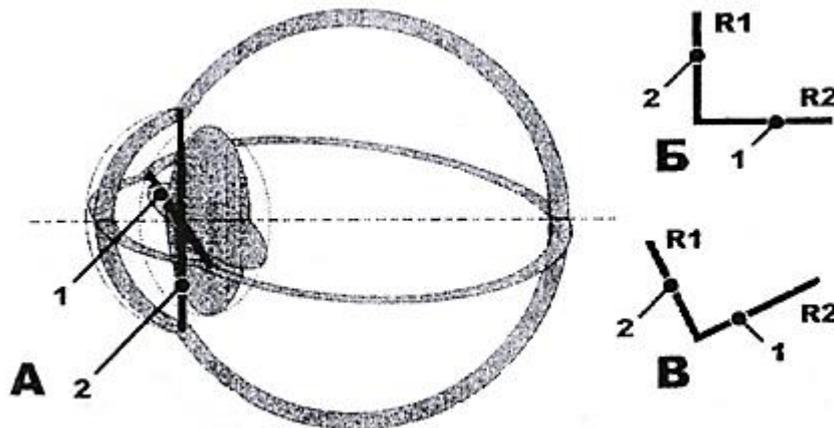


Рис. 10. Главные меридианы астигматизма

А. Схема расположения главных меридианов астигматизма.

1 – горизонтальный главный меридиан астигматического глаза; 2 – вертикальный главный меридиан.

Б. Схема условного обозначения главных меридианов астигматизма.

В. Схема условного обозначения главных меридианов астигматизма с косыми осями.

1 – горизонтальный главный меридиан астигматического глаза;

2 – вертикальный главный меридиан астигматического глаза;

R1 и R2 – виды клинической рефракции (так, в медицинской карте пациента вместо R1 будет указана его рефракция, например, M 3,0 D, а вместо R2 – Hm 2,0 D).

Главные меридианы астигматического глаза принято обозначать в соответствии со шкалой ТАБО.

**Шкала ТАБО** – градусная полукруговая или круговая шкала с отсчетом против часовой стрелки, нанесенная на рамку проемов пробной оправы очков (рис. 11). Аббревиатура ТАБО состоит из начальных букв названия учреждения в Германии (Technische Ausschuss für Brillen - Optik – Технический комитет по очковой оптике), впервые предложившего подобную систему обозначения в 1917 г.

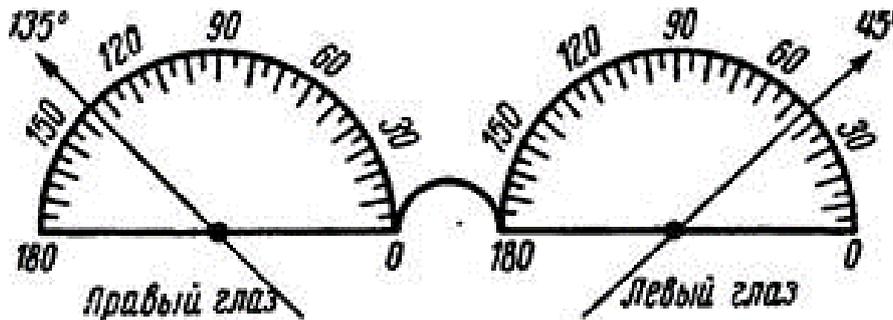


Рис. 11. Схема направления меридианов в астигматическом глазу по шкале ТАВО

[https://sci.house/files/uch\\_group41/uch\\_pgroup284/uch\\_uch1412/image/73.jpg](https://sci.house/files/uch_group41/uch_pgroup284/uch_uch1412/image/73.jpg)

## Классификация астигматизма

### I. По типу

- **Прямой астигматизм** – вертикальный меридиан характеризуется более сильной рефракцией, чем горизонтальный (рис. 12А).
- **Обратный астигматизм** – горизонтальный меридиан обладает более сильной рефракцией, чем вертикальный (рис. 12Б).

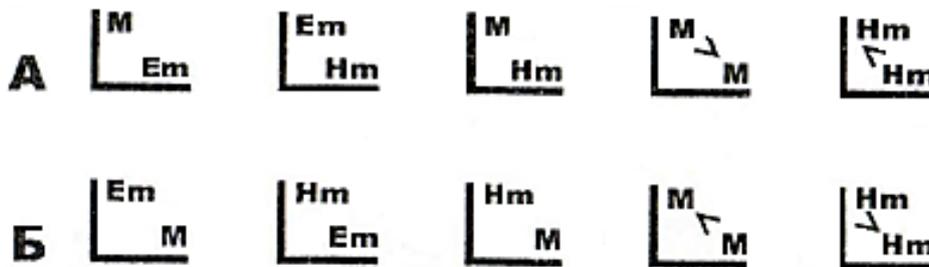


Рис. 12. Варианты типов астигматизма

А. Виды прямого астигматизма; Б. Виды обратного астигматизма.

Знак > или < указывает, что по одному из главных меридианов преломляющая сила больше (меньше), чем по другому

### II. По регулярности рефракции в пределах меридиана

- **Правильный астигматизм** характеризуется одинаковой преломляющей силой на протяжении всего меридиана. Является врожденной аномалией и редко изменяется в течение жизни человека.
- **Неправильный астигматизм** характеризуется локальными

изменениями преломляющей силы на протяжении одного меридиана. Является приобретенным и возникает вследствие изменений формы роговицы пациента после перенесенных заболеваний или операций: рубец, кератоконус и т.д.

### III. По виду клинической рефракции в меридианах

- **Простой астигматизм** – сочетание эмметропии в одном из главных меридианов с аномалией рефракции в другом:
  - простой миопический астигматизм (рис. 13А);
  - простой гиперметропический астигматизм (рис. 13Б).

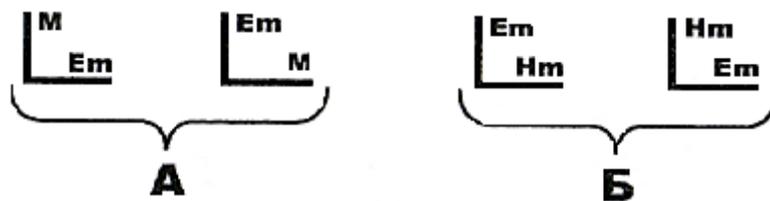


Рис. 13. Виды простого астигматизма

А. Простой миопический астигматизм; Б. Простой гиперметропический астигматизм

- **Сложный астигматизм** – сочетание в главных меридианах разных степеней одного вида аномалии рефракции.
  - сложный миопический астигматизм (рис. 14А);
  - сложный гиперметропический астигматизм (рис. 14Б).

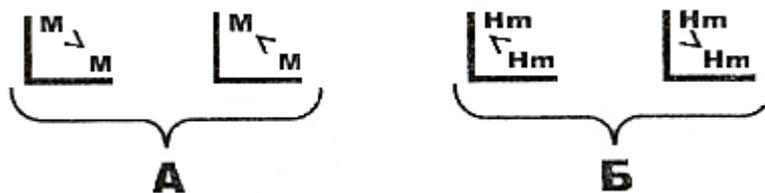


Рис. 14. Виды сложного астигматизма

А. Сложный миопический астигматизм; Б. Сложный гиперметропический астигматизм

- **Смешанный астигматизм** – сочетание миопии и гиперметропии в главных меридианах (рис. 15).



Рис. 15. Виды смешанного астигматизма

#### IV. По оптической структуре

- **Роговичный** (вызван неравномерностью кривизны роговицы)
- **Хрусталиковый** (вызван неравномерностью кривизны хрусталика)
- **Комбинированный** (сочетание первой и второй причин).

#### V. По степени

- слабая степень — до 3,0 D
- средняя степень — от 3,0 до 6,0 D
- высокая степень — выше 6,0 D.

О степени астигматизма судят по разности клинической рефракции в главных меридианах. При этом (рис. 16)

- степень простого астигматизма зависит от степени аномалии рефракции в одном из главных меридианов;
- степень сложного астигматизма определяется вычитанием;
- степень смешанного астигматизма определяется сложением.



Рис. 16. Определение степени астигматизма.

А. Простой астигматизм; Б. Сложный астигматизм;

В. Смешанный астигматизм

Астигматизм слабой степени обнаруживается практически у всех

людей. Правильный прямой астигматизм до 0,5 D, не вызывающий жалоб и не требующий коррекции, является *физиологическим астигматизмом*.

---

## ОПТИЧЕСКИЕ СТЕКЛА

---

Преломляющей способностью обладает стекло, в основе которого есть призма, так как луч света, проходя через призму, отклоняется к ее основанию.

### Виды оптических стекол

#### I. По характеру преломления лучей

**Собирательное** оптическое стекло (convex) аналогично двум призмам, сложенным основаниями. Параллельные лучи света, проходя через собирательное стекло, становятся сходящимися (рис. 17). Собирательное стекло имеет действительный фокус и обозначается знаком «+».

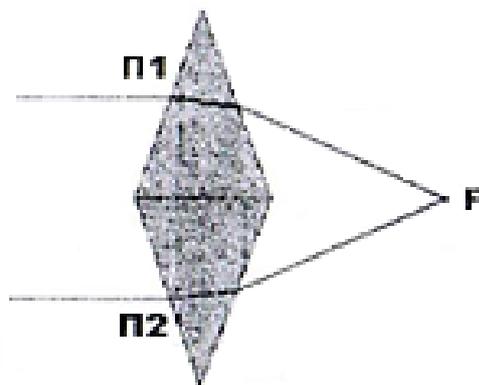
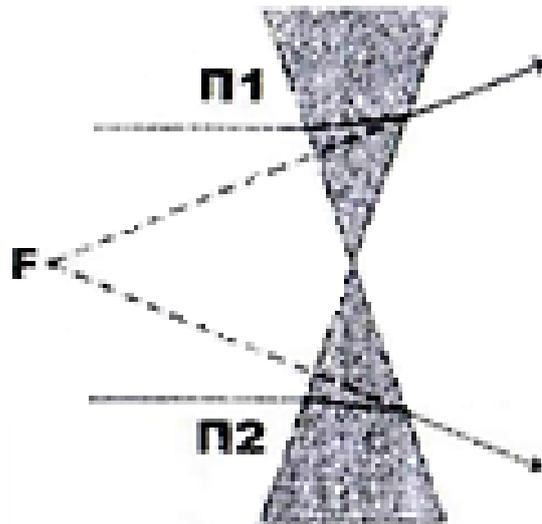


Рис. 17. Собирательное оптическое стекло

П1 и П2 – призмы, сложенные основаниями, F – действительный фокус собирательного стекла

**Рассеивающее** оптическое стекло (conсав) аналогично двум призмам, сложенным вершинами. Параллельные лучи света, проходя через рассеивающее стекло, становятся расходящимися (рис. 18). Рассеивающее стекло имеет мнимый фокус, т.к. он находится по ту же сторону стекла, откуда падают лучи, и обозначается знаком «-».



*Рис. 18. Рассеивающее оптическое стекло*

*П1 и П2 – призмы, сложенные вершинами, F – мнимый фокус рассеивающего стекла*

## II. По форме преломляющих поверхностей (рис. 19)

- сферические;
- цилиндрические;
- торические.

по форме преломляющих поверхностей

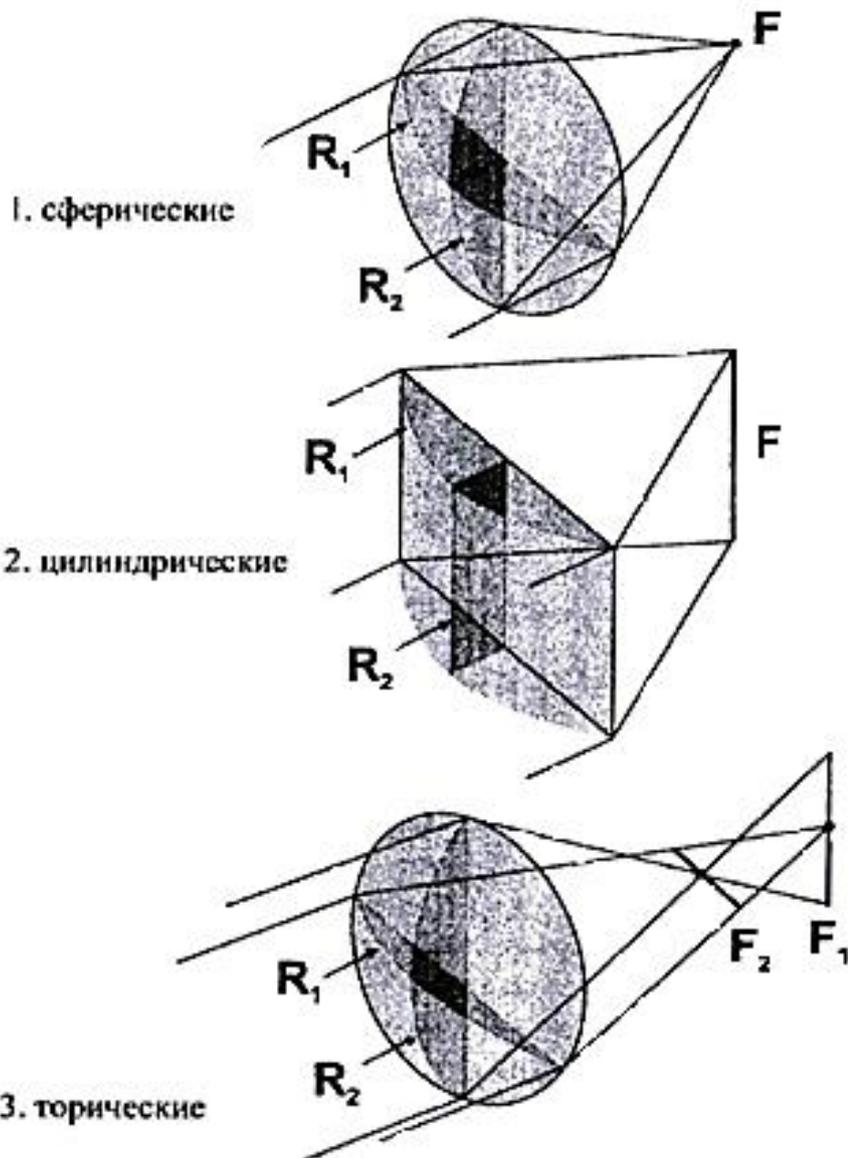


Рис. 19. Виды оптических стекол в зависимости от преломляющих поверхностей

1. Сферическое стекло.

$R_1=R_2$  – радиусы кривизны по горизонтали и вертикали равны, стекло имеет единый фокус  $F$  в виде точки.

2. Цилиндрическое стекло.

$R_1 \neq R_2$  – кривизна по вертикали отсутствует,  $R_2 \rightarrow \infty$ , стекло имеет единый фокус  $F$  в виде линии.

3. Торическое стекло

$R_1 \neq R_2$  – кривизна по вертикали больше, чем по горизонтали,  $R_2 < R_1$ , стекло имеет 2 фокуса, соответственно –  $F_1$  и  $F_2$  в виде линий.

---

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕФРАКЦИИ

---

Методы исследования рефракции разделяют на **субъективные** и **объективные**. Субъективные методы базируются на оценке различных тестов пациентом, результаты объективных исследований рефракции оценивает непосредственно исследователь.

### Субъективные методы определения рефракции

Наиболее распространенным субъективным методом определения рефракции является способ, основанный на **определении максимальной остроты зрения** с коррекцией.

Офтальмологическое обследование каждого пациента, независимо от предполагаемого диагноза, начинается именно с применения данного диагностического теста. При этом последовательно решаются 2 задачи:

- 1) определение вида клинической рефракции пациента;
- 2) определение степени аномалии рефракции пациента, если таковая имеется.

**Максимальная острота зрения** – уровень зрения, который достигается у пациента при правильной и полноценной коррекции, имеющейся у него аметропии. При правильной коррекции аномалии рефракции пациента его максимальная острота зрения должна приближаться к так называемой «нормальной» и обозначаемой как полная или соответствующая «1,0». Следует помнить, что иногда из-за особенностей строения сетчатки «нормальная» острота зрения может быть больше 1,0 и составлять 1,2; 1,5 и даже 2,0.

Для определения остроты зрения необходимы:

- пробная очковая оправа;
- набор оптических стекол;
- тест-объекты.

Суть методики сводится к определению влияния пробных оптических стекол на остроту зрения каждого глаза пациента.

### Основные правила определения максимальной остроты зрения

- При остроте зрения, равной 1,0, предполагается наличие у пациента Em, Nm (компенсированной напряжением аккомодации) или M слабой степени.

Далее помещается оптическое стекло -0,5 D. В случае ухудшения остроты зрения этого глаза делается вывод о наличии в нем Em или Nm, а в случае улучшения M слабой степени.

На следующем этапе исследования в пробную очковую оправу напротив исследуемого глаза пациента помещается оптическое стекло +0,5 D. В случае ухудшения остроты зрения этого глаза делается вывод о наличии в нем Em, в случае улучшения остроты зрения – о наличии Nm (в условиях выключенной аккомодации).

- При остроте зрения меньше 1,0 предполагается наличие у пациента M, Nm или астигматизма.

Для уточнения в пробную очковую оправу напротив исследуемого глаза пациента помещается оптическое стекло -0,5 D. В случае улучшения остроты зрения этого глаза делается вывод о наличии в нем M, в случае ухудшения остроты зрения или отсутствия его изменений делается вывод о наличии Nm или астигматизма.

На следующем этапе исследования в пробную очковую оправу напротив исследуемого глаза пациента помещается оптическое стекло +0,5 D. В случае улучшения остроты зрения этого глаза делается вывод о наличии в нем Nm.

При отсутствии изменений остроты зрения исследуемого глаза пациента на фоне коррекции оптическими сферическими стеклами предполагается наличие у него астигматизма. В этом случае для уточнения диагноза используются оптические цилиндрические стекла из набора, в которых лишь одно из двух сечений является оптически деятельным.

- После определения вида клинической рефракции исследуемого глаза пациента определяется степень аметропии.

Для этого, меняя пробные оптические сферические или рассеивающие стекла, добиваются максимальной остроты зрения исследуемого глаза пациента.

При **определении степени аметропии** необходимо придерживаться следующего **основного правила**:

- степень гиперметропии определяется самым сильным собирательным стеклом;
- степень миопии определяется самым слабым рассеивающим стеклом, дающим максимальную остроту зрения исследуемого глаза пациента.

## **Объективные методы определения рефракции**

Объективные методы исследования рефракции (независящие от ответов пациента):

- скиаскопия;
- авторефрактометрия;
- компьютерная топографическая кератометрия

- **Скиаскопия или «теневая проба»**

Способ объективного определения клинической рефракции, основанный на наблюдении за движением тени, получаемой при освещении области зрачка исследуемого глаза пациента.

Основное правило скиаскопии: движение тени в зрачковой области исследуемого глаза пациента не наблюдается, если его дальнейшая точка ясного зрения совпадает с источником освещения зрачка, т.е. фактически с положением исследователя.

### *Методика скиаскопии*

Врач садится напротив пациента (обычно на расстоянии 0,67 или 1 м), устанавливает источник освещения (лампа) слева и сзади от пациента и освещает зрачок исследуемого глаза зеркалом ручного офтальмоскопа. Поочередно поворачивая офтальмоскоп по горизонтальной и вертикальной осям в одну и другую сторону, врач наблюдает за

направлением движения тени на фоне розового рефлекса глазного дна в зрачковой области исследуемого глаза пациента.

При скиаскопии плоским зеркалом офтальмоскопа с расстояния 1 м в случае гиперметропии, эмметропии и миопии менее 1,0 D тень в зрачковой области исследуемого глаза пациента движется в ту же сторону, что и зеркало, а при миопии более 1,0 D – в противоположную.

При скиаскопии вогнутым зеркалом офтальмоскопа соотношение движения тени-света обратные.

Отсутствие движения светового пятна в области зрачка исследуемого глаза пациента при скиаскопии с расстояния в 1 м при использовании и плоского, и вогнутого зеркала офтальмоскопа свидетельствует о наличии у обследуемого миопии 1,0 D.

После определения вида клинической рефракции пациента врач приступает к установлению ее степени, используя **метод нейтрализации движения тени**. Для выполнения метода используются специальные скиаскопические линейки или оптические стекла из набора, устанавливаемые в пробную оправу (рис. 20, 21).



Рис. 20 Скиаскопические линейки  
<https://spb.ivlabmed.ru/upload/iblock/b6a/b6a7db1d54a0e68002c6c9a3837c386c.jpg>



Рис. 21. Проведение скиаскопии  
<https://permkdkb.ru/patients/otdelenia/baumana-17/otdelnie-oftalmologii>

При миопии более 1,0 D к исследуемому глазу пациента врач приставляет рассеивающее сферическое стекло -0,5 D, и постепенно увеличивает по -0,5 D силу стекла, вплоть до тех пор, пока движение тени в области зрачка не прекратится.

При гиперметропии, эмметропии и миопии менее 1,0 D к исследуемому глазу пациента врач приставляет собирающее сферическое

стекло +0,5 D, и постепенно увеличивает по +0,5 D силу стекла, вплоть до нейтрализации движения тени в зрачковой области.

При астигматизме метод нейтрализации движения тени выполняется по отдельности в каждом из двух главных меридианов исследуемого глаза.

Искомая **величина клинической рефракции** определяется по формуле:

$$R=C-1+D,$$

*R – рефракция исследуемого глаза (в диоптриях: миопия – со знаком «-», гиперметропия – со знаком «+»); C – сила нейтрализующей линзы (в диоптриях); D – расстояние, с которого производят исследование (в метрах).*

- **Авторефрактометрия**

Более точные данные о клинической рефракции могут быть получены в ходе авторефрактометрии. Принцип метода основан на регистрации отраженных от сетчатки световых сигналов, фокусировка которых зависит от вида и степени клинической рефракции (рис. 22).



Рис. 22. Проведение авторефрактометрии

<https://www.ochkov.net/images/2019/06/28/133115.text.4863.jpg>

Результаты авторефрактометрии выдаются в виде распечатки на специальном бланке по следующим основным параметрам:

- ✓ величина сферической аметропии;
- ✓ величина астигматизма;
- ✓ положение одного из главных меридианов.

В настоящее время широко применяется *автоматическая кераторефрактометрия*, в ходе которой определяется не только клиническая рефракция исследуемого глаза пациента, но и рефракция роговицы.

Оцениваемые параметры роговой оболочки при автоматической кераторефрактометрии:

- ✓ преломляющая сила (в диоптриях);
- ✓ радиус кривизны передней поверхности роговицы (в миллиметрах);
- ✓ положение главных меридианов роговицы (в градусах).

С помощью автоматической кераторефрактометрии оценивается рефракция роговицы только в центральной (диаметром 2,5–3 мм) зоне.

- **Компьютерная топографическая кератометрия**

Более детальная оценка рефракции роговой оболочки осуществляется с помощью *компьютерной топографической кератометрии*, позволяющей изучить рефракцию различных участков роговицы как в оптической зоне, так и на периферии.

---

## АККОМОДАЦИЯ

---

**Аккомодация** (от лат. accommodation – приспособление) – способность глаза изменять свою преломляющую силу для того, чтобы рассматривать предметы на различном расстоянии. Этот динамический процесс сопровождается усилением преломляющей способности глаза.

Стимулом к включению аккомодации по типу безусловного рефлекса является возникновение на сетчатке нечеткого изображения рассматриваемого объекта вследствие отсутствия фокусировки.

## Аккомодационный аппарат глаза

В глазу функция аккомодации обеспечивается сочетанной работой трех компонентов (рис. 23):

- 1) цилиарная мышца;
- 2) циннова связка;
- 3) хрусталик.

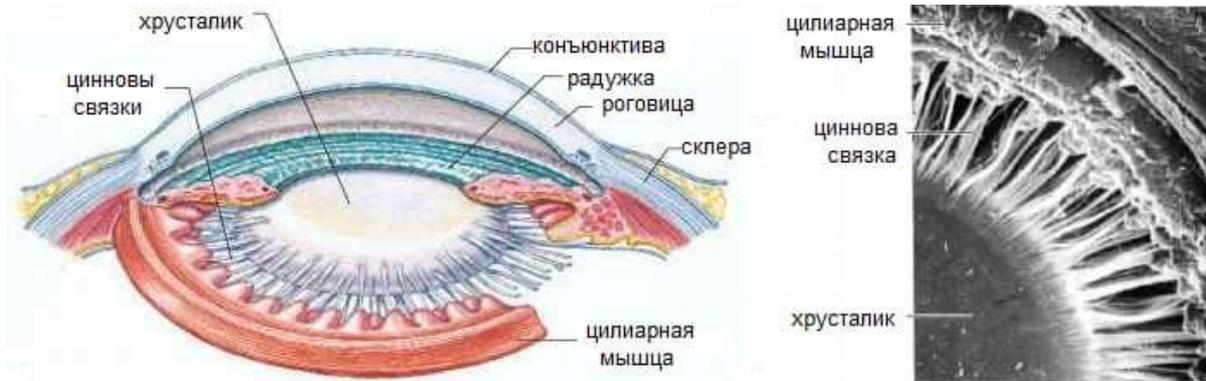


Рис. 23. Схема расположения компонентов аккомодационного аппарата глаза  
<https://mgkl.ru/patient/stroenie-glaza/tsinnova-svyazka-khrustalika>

### **Цилиарная мышца**

Цилиарная (*ресничная*) мышца представляет собой мышцу, расположенную в полости глазного яблока, сокращение которой обеспечивает аккомодацию.

Гистологически в мышце различают 3 вида гладкомышечных волокон:

1. *Меридиональные волокна (мышца Брюкке)* начинаются в области хориоидеи и направляются к склеральной шпоре, прикрепляясь позади шлеммова канала. Сокращение этих волокон сопровождается смещением хориоидеи кпереди. Мышца Брюкке принимает участие в фокусировке на близко расположенных предметах, а также в процессе дезаккомодации.

2. *Радиальные волокна (мышца Иванова-Ерофеева)* расходятся веерообразно от склеральной шпоры к цилиарным отросткам и плоской части хориоидеи. Мышца Иванова-Ерофеева участвует и в процессе дезаккомодации.

3. *Циркулярные волокна* образуют *мышцу Мюллера*, которая в виде отдельных пучков располагается во внутренней части ресничной мышцы.

Сочетанное сокращение всех 3-х волокон цилиарной мышцы обеспечивает процесс аккомодации.

Цилиарная мышца кровоснабжается четырьмя артериями, которые являются ветвями глазничной артерии. Венозный отток осуществляется через цилиарные вены.

### ***Циннова связка***

*Циннова (цилиарная связка или ресничный пояс)* – круговая связка, состоящая из тонких соединительно-тканых волокон (*fibrae zonulares*) и являющаяся связочным аппаратом хрусталика. Волокна связки начинаются от отростков цилиарного тела и прикрепляются к экватору хрусталика (рис. 23).

### ***Хрусталик***

*Хрусталик* (лат. *lens*) – прозрачное эпителиальное образование, расположенное в полости глазного яблока между стекловидным телом и радужкой. По сути является биологической линзой, входя в состав оптической системы глаза.

Хрусталик представляет собой прозрачное двояковыпуклое округлое эластичное образование (рис. 24), циркулярно фиксированное к цилиарному телу с помощью волокон цинновой связки. Задняя поверхность хрусталика прилегает к стекловидному телу, спереди от него находятся радужка и передняя и задняя камеры.

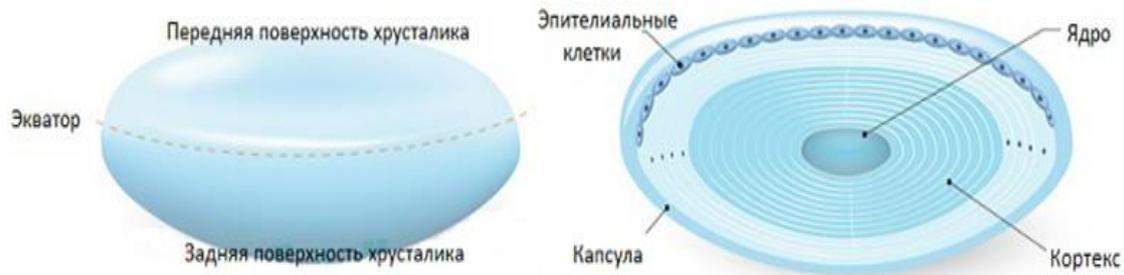


Рис. 24. Строение хрусталика

<https://about-vision.ru/wp-content/uploads/2013/11/Hrustalik-glaza.jpg>

### Параметры хрусталика взрослого человека

- ✓ максимальная толщина (в зависимости от напряжения аккомодации) – 3,6–5 мм;
- ✓ диаметр – 9–10 мм;
- ✓ радиус кривизны передней поверхности хрусталика в покое аккомодации – 10 мм;
- ✓ радиус кривизны задней поверхности хрусталика – 6 мм;
- ✓ преломляющая сила, в среднем 20,0 D, с колебаниями от 19,0 до 33,0 D.

У новорождённого хрусталик имеет почти шаровидную форму, мягкую консистенцию и преломляющую силу около 35,0 D.

### Строение хрусталика

- капсула (сумка);
- капсулярный эпителий;
- основное вещество.

#### Капсула хрусталика

Снаружи хрусталик покрыт тонкой эластичной бесструктурной капсулой, которая представляет собой однородную прозрачную оболочку, сильно преломляющую свет и защищающую хрусталик от воздействия различных факторов.

Толщина капсулы хрусталика неодинакова:

- ✓ капсула, покрывающая переднюю поверхность хрусталика несколько толще капсулы задней поверхности (соответственно

- 0,008–0,02 и 0,002–0,004 мм), т.к. под передней капсулой располагается одиночный слой эпителиальных клеток;
- ✓ капсула имеет наибольшую толщину в двух зонах, расположенных концентрично экватору,
    - в переднем поясе находится в 1,0 мм кнутри от места прикрепления передних волокон цинновой связки;
    - в заднем поясе находится кнутри от места заднего прикрепления цинновой связки;
  - ✓ капсула имеет минимальную толщину в области заднего полюса хрусталика.

### Эпителий хрусталика

Эпителий хрусталика – однослойный плоский неороговевающий.

Функции:

- трофическая;
- камбиальная (обеспечение роста хрусталика);
- барьерная.

Эпителиальные клетки хрусталика, располагающиеся в центральной зоне его передней капсулы (в проекции зрачка), уплощены и плотно прилегают друг к другу. Здесь практически не происходит деления эпителиоцитов.

По направлению к периферическим отделам хрусталика эпителиальные клетки постепенно уменьшаются в размере, а их митотическая активность повышается.

В области экватора эпителий хрусталика приобретает практически призматическую форму, образуя здесь ростковую зону хрусталика, в которой формируются хрусталиковые волокна. Молодые эпителиальные клетки постепенно оттесняют хрусталиковые волокна к центру, формируя ядро хрусталика.

Ядро хрусталика по мере взросления человека постепенно увеличивается в размере и плотности, что примерно к 45 годам сопровождается снижением аккомодативных способностей.

### Вещество хрусталика

Основная масса хрусталика образована волокнами, которые представляют собой эпителиоциты, вытянутые в длину и напоминающие по форме шестиугольную призму.

Вещество хрусталика в норме абсолютно прозрачно и лишено сосудов, нервов.

Центральная, плотная часть вещества хрусталика формирует *ядро*, периферическая часть – менее плотную *кору хрусталика*.

В процессе внутриутробного развития хрусталик получает питание за счет артерии стекловидного тела, находящейся в клокетовом канале. К моменту рождения данный канал редуцируется.

Во взрослом состоянии метаболические процессы в хрусталике обеспечиваются питательными веществами из стекловидного тела и внутриглазной жидкости.

## **Аккомодация**

Механизм аккомодации объясняется классической теорией Гельмгольца, согласно которой при взгляде вдаль цилиарная мышца глаза расслаблена, а циннова связка находится в натянутом состоянии и не дает возможности хрусталику принять более выпуклую форму. При переводе взгляда на близкое расстояние, во время аккомодации циркулярные волокна цилиарной мышцы сокращаются, циннова связка при этом расслабляется, а хрусталик благодаря своей эластичности принимает более выпуклую форму. Это сопровождается увеличением преломляющей способности хрусталика, что в свою очередь обеспечивает возможность четкой фокусировки на сетчатке изображений предметов, расположенных на близком от глаза расстоянии.

Рефракция в состоянии покоя аккомодации называется *статической* и характеризуется дальнейшей точкой ясного зрения.

Рефракция с включением аккомодации называется *динамической* и характеризуется *ближайшей точкой ясного зрения* (*punctum proximum* - *PP*) – точкой, ближе которой глаз не может четко видеть объекты. Положение *PP* соответствует максимальному напряжению

аккомодации. Ближайшая точка ясного зрения определяется путем измерения с помощью линейки наименьшего расстояния, на котором возможно чтение мелкого печатного текста, поднесенного к исследуемому глазу.

При максимальном расслаблении аккомодации динамическая рефракция совпадает со статической, и глаз устанавливается к дальнейшей точке ясного зрения. По мере усиления динамической рефракции вследствие увеличения напряжения аккомодации точка ясного видения все больше приближается к глазу. При максимальном усилении динамической рефракции глаз оказывается установленным к ближайшей точке ясного зрения.

Расстояние между дальнейшей и ближайшей точками ясного зрения, выраженное в линейных величинах, определяет *длину аккомодации*.

Например, у эмметропа  $PP$  находится на расстоянии 10 см от глаза, а  $PR$  располагается в бесконечности, поэтому длина аккомодации у эмметропа будет находится в пределах от бесконечности до 10 см от глаза (рис. 25).

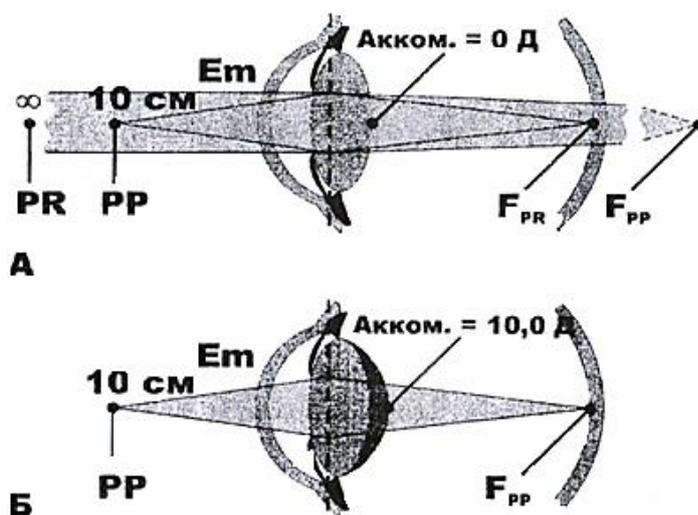


Рис. 25. Длина аккомодации при  $E_m$  в зависимости от состояния аккомодации

А. Длина аккомодации при  $E_m$  в условиях статической рефракции.

Б. Длина аккомодации при  $E_m$  в условиях динамической рефракции.

$PR$  – дальнейшая точка ясного зрения;

$PP$  – ближайшая точка ясного зрения;

$F$  – положение фокуса.

У миопы в 2,0 D находится на расстоянии 10 см от глаза, а *PR* располагается на расстоянии 50 см от глаза.

$$(F(m) = \frac{100 \text{ см}}{D}, \text{ т.е. } F(m) = \frac{100 \text{ см}}{2D} = 50 \text{ см}).$$

Следовательно, у него длина аккомодации будет находиться в пределах от 50 см до 10 см от глаза.

У гиперметропа в 2,0 D находится на расстоянии 10 см от глаза, а *PR* располагается в отрицательном пространстве за глазом. Следовательно, длина аккомодации этого глаза находится в пределах от отрицательного пространства до 10 см перед глазом.

При отсутствии стимула к аккомодации (в темноте или безориентированном пространстве) сохраняется небольшой тонус цилиарной мышцы, за счет которого глаз устанавливается в точке, занимающей промежуточное положение между дальнейшей и ближайшей точками ясного зрения.

Функция аккомодации зависит от:

- рефракции исследуемого;
- возраста;
- расстояния до рассматриваемого объекта.

Так, например, эметроп и миоп пользуются аккомодацией при рассматривании предметов, находящихся на расстоянии ближе их дальнейшей точки ясного зрения.

Гиперметроп вынужден постоянно включать аккомодационный аппарат при рассматривании предметов на любом расстоянии – как вдали, так и вблизи, при этом общая величина гиперметропии складывается из скрытой (компенсированной напряжением) и явной (требующей коррекции) степени гиперметропии.

Для количественной характеристики аккомодации используется *объем аккомодации*, т.е. разница между динамической и статической рефракциями, выраженная в диоптриях.

**Объем аккомодации** находится по формуле:

$$A = P - R,$$

где *A* – объем аккомодации, *P* – динамическая рефракция (всегда имеет отрицательное значение), *R* – статическая рефракция.

Например, у эметропа, миоп в 2,0 D и гиперметропа в 2,0 D *PP* располагается на расстоянии 10 см перед исследуемым глазом, следовательно, у каждую из них величина динамической рефракции будет составлять 10,0 D

$$P = \frac{100 \text{ см}}{10 \text{ см}} = 10,0 \text{ (из формулы } F(\text{м}) = \frac{100 \text{ см}}{D}\text{)}.$$

Следовательно, объем аккомодации составляет

- у эметропа  $A = (-10,0 \text{ D}) - 0 = 10,0 \text{ D}$ ;
- у миоп в 2,0 D  $A = (-10,0 \text{ D}) - (-2,0 \text{ D}) = 8,0 \text{ D}$ ;
- у гиперметропа в 2,0 D  $A = (-10,0 \text{ D}) - (+2,0 \text{ D}) = 12,0 \text{ D}$ .

Аккомодация каждого глаза в отдельности называется *абсолютной*.

Однако в нормальных условиях зрение осуществляется бинокулярно, то есть обоими глазами. При этом при взгляде вдаль зрительные оси обоих глаз располагаются параллельно, при переводе взгляда на близкое расстояние зрительные оси обоих глаз пересекаются за счет сведения глазных яблок кнутри – конвергенции. Чем ближе к глазу находится рассматриваемый объект, тем больший нужен объем аккомодации и тем сильнее должна быть конвергенция.

Степень конвергенции зрительных осей соответствует степени напряжения аккомодации (рис. 26).

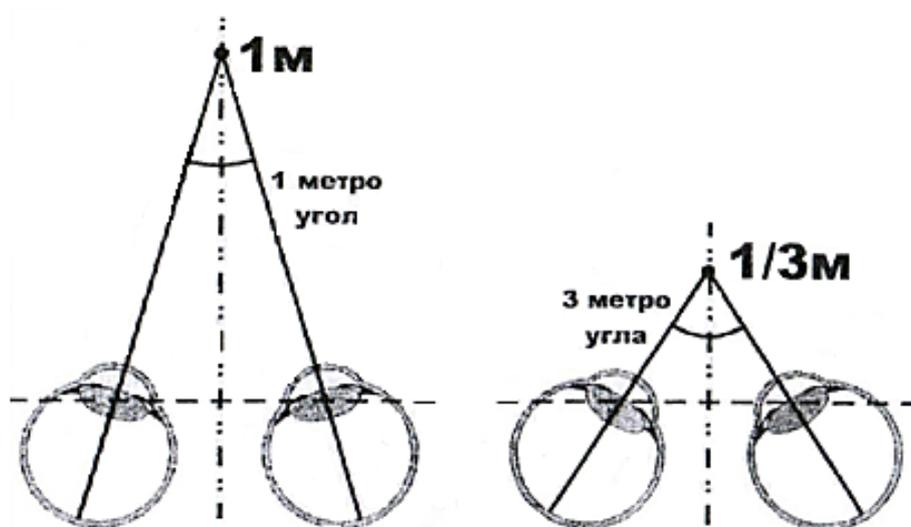


Рис. 26. Степень конвергенции с учетом аккомодации

Аккомодация обоих глаз при определенной конвергенции зрительных осей называется *относительной аккомодацией*.

Части относительной аккомодации:

- отрицательная часть затрачивается при зрительной работе в данный момент времени (*затраченная аккомодация*);
- положительная часть остается в запасе (*запас аккомодации*).

*Определение относительной аккомодации* и составляющих ее частей осуществляют путем подбора самого сильного собирающего и самого сильного рассеивающего стекол, которые не нарушают ясности зрения в данной точке, т.е. при одной и той же степени конвергенции.

При этом аккомодация, определенная собирающим стеклом, будет отрицательной частью, а определенная рассеивающим стеклом – положительной частью.

У Em в 20-летнем возрасте объем аккомодации составляет в среднем 10,0 D (ближайшая точка ясного зрения находится на расстоянии 10 см от глаза). При зрительной нагрузке на среднем рабочем расстоянии 33 см от лица Em без напряжения использует 1/3 имеющегося объема аккомодации, т.е. 3,0 D – это отрицательная часть его относительной аккомодации. Следовательно, положительная часть относительной аккомодации Em, то есть его запас аккомодации, составляет 7,0 D.

## **Патология аккомодации**

К патологии аккомодации относятся

- парез и паралич аккомодации;
- спазм аккомодации;
- привычно-избыточное напряжение аккомодации;
- пресбиопия.

### Парез и паралич аккомодации

**Парез аккомодации** характеризуется частичной потерей способности цилиарной мышцы к напряжению. При этом объем аккомодации

уменьшается, а ближайшая точка ясного зрения находится на несоответствующем возрасту расстоянии от глаза.

**Паралич аккомодации** характеризуется полной потерей способности цилиарной мышцы к напряжению. При этом происходит слияние ближайшей и дальнейшей точек ясного зрения между собой.

Клинически паралич аккомодации у лиц с эмметропической и гиперметропической рефракциями проявляется абсолютной потерей способности читать на близком расстоянии мелкий печатный текст. Лица с миопической рефракцией будут различать мелкие предметы только на расстоянии, соответствующем положению своей (в зависимости от степени близорукости) дальнейшей точки ясного зрения.

Парез и паралич аккомодации в большинстве случаев развиваются за короткий период времени, нередко внезапно. Важным сопутствующим симптомом является наличие мидриаза, который тем значительнее, чем значительнее нарушение аккомодации.

#### *Причины пареза и паралича аккомодации*

- инстилляций глазных капель, расширяющих зрачок и парализующих аккомодацию (атропин, тропикамид, мидриацил и т.д.);
- поражение цилиарного узла или ствола глазодвигательного нерва (опухоль, воспаление, кровоизлияние, травма);
- поражение ядер глазодвигательного нерва на дне 3-го желудочка (опухоль, энцефалит, кровоизлияние, гидроцефалия и т.д.);
- общие инфекции и интоксикации (ботулизм, дифтерия, отравление метиловым спиртом).

#### Спазм аккомодации

Это состояние, которое характеризуется стойким избыточным напряжением цилиарной мышцы вследствие нарушения равновесия между симпатической и парасимпатической ее иннервациями, с преобладанием парасимпатической.

### *Факторы риска спазма аккомодации*

- длительная работа на близком расстоянии (гаджеты, чтение, письмо, рисование);
- работа с нечетким текстом в плохо освещенном помещении;
- неполноценное питание с дефицитом витаминов группы В и белков;
- расстройства вегетативной иннервации;
- инфекционные заболевания;
- психоэмоциональные нагрузки и стресс;
- отсутствие полноценного отдыха.

### *Виды спазма аккомодации*

*Физиологический* развивается при интенсивных зрительных нагрузках в течение длительного времени особенно на фоне уже имеющих аномалий рефракции (гиперметропия, астигматизм);

*Патологический* возникает на фоне нарушений вегетативной нервной системы, развивающихся при различных системных заболеваниях или вследствие черепно-мозговых травм.

### *Варианты патологического спазма аккомодации*

- по продолжительности
  - стойкий;
  - нестойкий;
- по сроку давности
  - свежий – до 12 месяцев;
  - давний – более 12 месяцев.
- ✓ искусственный развивается при приеме определенных фармакологических препаратов, миотиков, которые расширяют зрачок. Не требует лечения, поскольку проходит самостоятельно после того, как действие препарата закончилось.

Клинически спазм аккомодации проявляется снижением остроты зрения вдаль, быстрой утомляемостью глаз при работе на близком расстоянии, периодические головные боли и ощущение тяжести в области глаз.

В ходе офтальмологического обследования выявляются сильная рефракция и уменьшение объема аккомодации. Приставление рассеивающих оптических стекол улучшает остроту зрения. Характерно сужение зрачка с ослаблением реакции на свет.

Спазм аккомодации диагностируется по результатам объективного обследования, в том числе с применением циклоплегических (расслабляющих цилиарную мышцу) средств.

### Привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА)

Это длительный стойкий гипертонус цилиарной мышцы, развивающийся вследствие постоянной зрительной работы на чрезмерно близком расстоянии.

Наблюдается прогрессирующее усиление исходной клинической рефракции глаз ребенка (обычно эметропии или миопии слабой степени), стимулируемое и поддерживаемое устойчиво неправильным стереотипом зрительной работы на близком расстоянии.

### *Факторы риска ПИНА*

- наследственная предрасположенность – наличие у родителей ребенка аномалий рефракции увеличивают риск развития у него ПИНА до 80%;
- несоблюдение правил зрительной гигиены – длительная зрительная работа на близком расстоянии (чтение, письмо, игра) при недостаточном освещении и в неправильной позе;
- чрезмерные зрительные нагрузки (работа с гаджетами, чтение, письмо);
- гиподинамия – дети, склонные к малоподвижному образу жизни и мало находящиеся на свежем воздухе, приобретают ПИНА, а в дальнейшем и близорукость, значительно чаще, по сравнению с детьми, ведущими активный образ жизни;
- неполноценное питание с преобладанием в ежедневном рационе углеводов;
- болезни опорно-двигательного аппарата с нарушением осанки и т.д.

ПИНА чаще развивается у детей и подростков, состоянию нередко предшествуют острые респираторные заболевания, эмоциональное и/или зрительное напряжение.

ПИНА развивается постепенно, вначале имеет волнообразное течение. Жалобы ребенка сводятся к периодическому, а позднее к стойкому двустороннему снижению остроты зрения вдаль, реже снижается острота зрения одного глаза. Отмечаются также затруднения при работе на близком расстоянии, расплывчатости и нечеткости изображений рассматриваемых объектов, быстрая утомляемость глаз, периодические головные боли. Симптомы более выражены к вечеру, после зрительной нагрузки.

При офтальмологическом обследовании определяется миопическая рефракция, величина которой иногда не соответствует степени снижения остроты зрения. Приставление сферических рассеивающих («минусовых») стекол повышает остроту зрения до 1,0.

Объём абсолютной аккомодации значительно уменьшается. Запас относительной аккомодации нередко снижается практически до нулевого значения.

После инстилляций циклоплегических средств (циклопентолат, атропин) у ребенка обнаруживается гиперметропия слабой степени, эмметропия или миопия меньше исходно (до медикаментозного мидриаза) диагностированной степени, а некорригированная острота зрения повышается по сравнению с исходной. После окончания действия циклоплегического препарата «ложная» миопия возвращается полностью или почти полностью.

ПИНА характеризуется резистентностью к проводимому лечению, склонностью к рецидивированию и прогрессированию.

### Пресбиопия

Возрастное ослабление аккомодации, обусловленное уплотнением ядра хрусталика с нарушением его эластичности и способности к изменению кривизны.

Характеризуется постепенным уменьшением объема аккомода-

ции, что клинически проявляется отодвиганием ближайшей точки ясного зрения и ухудшением зрения на близком расстоянии.

Необходимо иметь в виду, что при пресбиопии речь идет не о рефракции, а о возрастном изменении аккомодации.

Пресбиопия проявляется обычно, начиная с 40 лет, и ее лечение сводится к назначению очков для работы вблизи (табл. 1).

Таблица 1

### Правила подбора очков при пресбиопии

Возраст, годы	Вид клинической рефракции		
	Em	Hm	M
40	+1,0 D	К силе стекла по возрасту прибавляется степень гиперметропии	Из силы стекла
45	+1,5 D		по возрасту вычи-
50	+2,0 D		тается степень
55	+2,5 D		миопии
60	+3,0 D		
65 и старше	+3,5 D		

Пресбиопия развивается у всех лиц, независимо от вида рефракции, однако ее появление значительно раньше ощущают гиперметропы, а позже – миопы.

## ВИДЫ АМЕТРОПИИ И ПРАВИЛА КОРРЕКЦИИ

### Гиперметропия

**Гиперметропия (Hm) или дальновзоркость** – аномалия рефракции, характеризующаяся слабой преломляющей силой глаза (менее 60,0 D) либо малой длиной передне-задней оси глазного яблока (менее 24 мм), вследствие чего параллельные лучи света после преломления в глазу собираются в фокусе позади сетчатки, где находится и дальнейшая точка ясного зрения (рис. 27).

Лучи света, идущие от близко расположенных предметов, после

преломления в глазу при  $H_m$  собираются еще дальше в фокусе за сетчаткой. Поэтому для обеспечения хорошей остроты зрения и вдаль, и вблизи гиперметроп постоянно аккомодирует, повышая слабую преломляющую силу своего глаза за счет изменения толщины хрусталика.

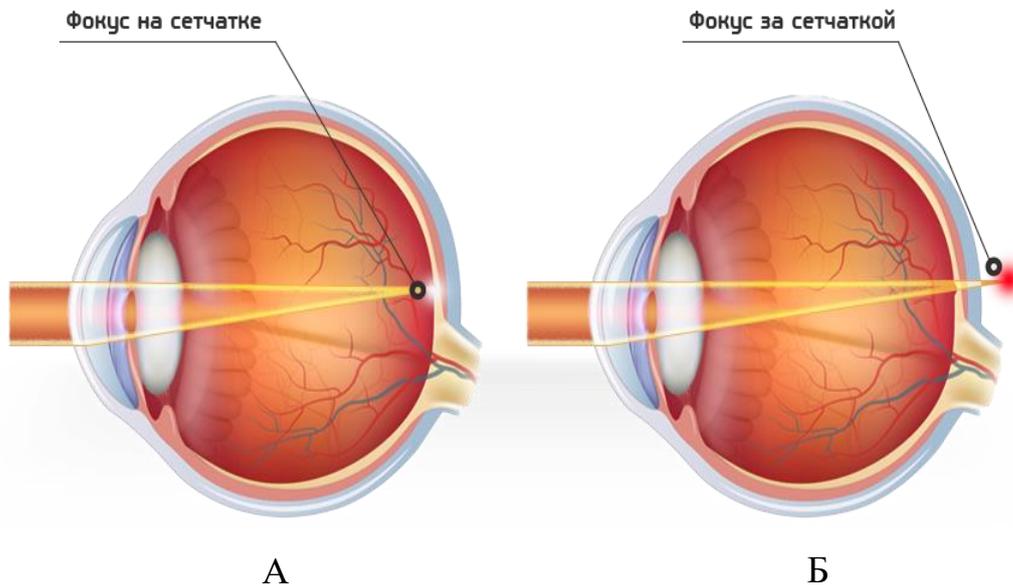


Рис. 27. Расположение заднего главного фокуса

А – при эметропии; Б – при гиперметропии

<https://eyeservice.ru/treatment/laser-correction/lechenie-dalnozorkosti/>

Однако постоянное напряжение аккомодационного аппарата у гиперметропов молодого возраста в большинстве случаев становится привычным для глаза, и полного расслабления цилиарной мышцы не наступает.

В связи с этим различают 2 вида гиперметропии:

- явная определяется при подборе оптических стекол;
- скрытая определяется при медикаментозном параличе аккомодации.

#### Степени гиперметропии

- слабая – от  $+0,25D$  до  $+2,0 D$ ;
- средняя – от  $+2,25D$  до  $+5,0 D$ ;
- высокая –  $+5,25 D$  и выше.

## Коррекция гиперметропии

Коррекция гиперметропии проводится сферическими собирательными (плюсовыми) стеклами – sph convex. При подборе очков выбираются самые сильные собирательные стекла, обеспечивающие пациенту максимальную остроту зрения.

### Показания к назначению очков при дальнозоркости

- наличие астенопических жалоб;
- снижение остроты зрения хотя бы одного глаза;
- наличие гиперметропии 4,0 D и более.

### Правила оптической коррекции гиперметропии

- ✓ **при Nm слабой степени** и нормальной остроте зрения в молодом возрасте (до 30 лет) коррекция не назначается. При появлении астенопических жалоб (зрительная утомляемость, головокружение, головные боли, преходящее двоение) назначается полная оптическая коррекция, равная степени гиперметропии, для работы вблизи.
- ✓ **при Nm средней и высокой степени** назначается оптическая коррекция для постоянного ношения, максимально переносимая и дающая наилучшую остроту зрения.

Детям раннего возраста (2–4 года) при дальнозоркости более 3,5 D целесообразно выписывать очки для постоянного ношения на 1,0 D меньше имеющейся степени гиперметропии, объективно выявленной в условиях медикаментозной циклоплегии.

Если у ребенка **дальнозоркость** сочетается с **содружественным сходящимся косоглазием**, то необходима полная оптическая коррекция его гиперметропии. В случае непереносимости ребенком полной коррекции подбирается более слабая, переносимая им коррекция гиперметропии, которая в последующие 3–4 месяца заменяется полной оптической коррекцией. При этом очки детям назначаются для постоянного ношения.

При сочетании у ребенка дальнозоркости с содружественным ко-

соглазием оптическая коррекция аномалии рефракции должна обязательно сочетаться с лечением косоглазия: плеоптика, диплоптика, оперативное вмешательство.

Если у ребенка **дальнозоркость** сочетается с **содружественным расходящимся косоглазием**, то необходима оптическая коррекция на 0,5–1,0 D меньше его степени гиперметропии.

## Миопия

**Миопия** (M) или близорукость – аномалия рефракции, характеризующаяся большой преломляющей силой глаза (более 60 D) либо увеличением длины передне-задней оси глаза (более 24 мм), вследствие чего параллельные лучи света после преломления в глазу собираются в фокусе перед сетчаткой, вызывая ухудшение зрения вдаль (рис. 28).

В фокус на сетчатке попадают расходящиеся лучи, идущие от близко расположенных предметов, благодаря чему близорукие пациенты четко видят вблизи.

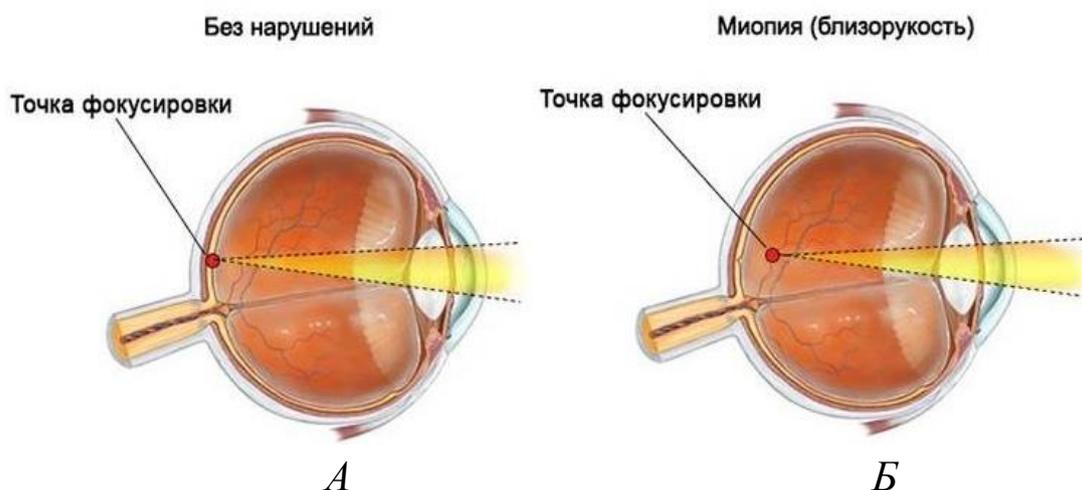


Рис. 28. Расположение заднего главного фокуса

*А – при эметропии; Б – при миопии*

<https://glazexpert.ru/bolezni/miopiya/miopia-srednej-stepeni-cto-eto-priciny-i-licenie.html>

Существует несколько гипотез происхождения близорукости, связывающих ее развитие и прогрессирование с общим состоянием организма, расовыми особенностями строения глазного яблока, наличием врожденных особенностей и т.д.

В России наибольшее распространение получила **теория патогенеза миопии**, предложенная профессором Э.С. Аветисовым (1975), который выделял три основных звена в механизме развития близорукости:

- зрительная работа на близком расстоянии при исходно ослабленной аккомодации;
- наследственная обусловленность;
- воздействие внутриглазного давления на ослабленную склеру.

Первые два звена действуют уже на начальном этапе развития близорукости, причем степень участия каждого из них может быть различной. Третье звено обычно находится в потенциальном состоянии и проявляется в стадии развитой близорукости, обуславливая ее дальнейшее прогрессирование.

При ослабленной аккомодационной способности усиленная зрительная работа на близком расстоянии становится для глаз слишком сильной нагрузкой. В этих случаях организм вынужден изменить оптическую систему глаз таким образом, чтобы приспособить ее к работе на близком расстоянии без напряжения аккомодации. Это достигается преимущественно за счет удлинения передне-задней оси глаза в период его роста.

Неблагоприятные гигиенические условия для зрительной работы оказывают влияние на развитие миопии лишь в той мере, в какой они затрудняют аккомодацию и побуждают чрезмерно приближать глаза к объекту зрительной работы.

Согласно другой теории патогенеза миопии – **теории «периферического дефокуса»**.

*Периферический дефокус* – это относительное ослабление или усиление преломления световых лучей в глазу при переходе от центральной ямки сетчатки к периферическим отделам глазного дна. В

случае ослабления преломления лучей света имеет место периферический гиперметропический дефокус, в случае усиления их преломления – миопический периферический дефокус.

Развитие и прогрессирование близорукости обусловлено изменением ретинального периферического дефокуса с фокусировкой световых лучей на периферии глазного дна за сетчаткой (примерно в 15–30° градусах от области желтого пятна) и усилением периферического гиперметропического дефокуса (рис. 29). При этом изменяется скорость высвобождения ретинальных нейротрансмиттеров, оказывающих прямое влияние на синтез протеогликанов и морфо-функциональное состояние склеральной оболочки глаза. Как следствие, стимулируется рост передне-задней оси глаза и развивается прогрессирующая осевая миопия.

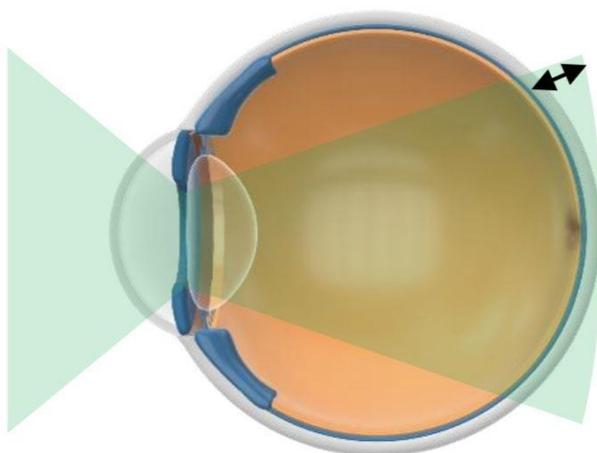


Рис. 29. Ретинальный периферический дефокус (стрелка)

<https://mcoptica.com/linzy-dlya-ochkov-i-vsyo-s-nimi-svyazannoe/kontrol-miopii-s-pomoshhyu-perifokalnyh-ochkovyh-linz-myopilux/>

### Классификация миопии

#### **I. По патогенезу**

- истинная или осевая;
- ложная или псевдомиопия
  - ✓ спазм аккомодации, ПИНА;
  - ✓ транзиторная миопия (медикаментозная и на фоне общих заболеваний);

- ✓ ночная миопия (вследствие аберраций (искажений) от преломления световых лучей на периферии хрусталика).

## II. По степени

- слабая – от -0,25 до -3,0 D;
- средняя – от -3,25 до -6,0 D;
- высокая – от -6,25 D и выше.

## III. По времени возникновения

- врожденная;
- приобретенная:
  - ✓ в дошкольном возрасте;
  - ✓ в школьном возрасте.

## IV. По течению

- стационарная;
- прогрессирующая – признаки:
  - ✓ увеличение передне-задней оси глаза на 1 мм и более в год;
  - ✓ увеличение степени близорукости на 1,0 D и более в год.

### Клиника истинной или осевой миопии

В развитии клинических проявлений ведущее значение имеет дефицит кровоснабжения глазного яблока, возрастающий по мере увеличения степени осевой близорукости.

Со стороны **переднего отрезка глаза** наблюдается раннее развитие дистрофических и атрофических процессов: разрушение пигментного листка радужки с отложением пигмента на эндотелии роговицы и в углу передней камеры. В хрусталике рано формируется ядерная катаракта. В стекловидном теле развивается фибриллярная деструкция - при этом больные жалуются на «летающие мушки», плавающие помутнения перед глазами.

**В центральных отделах глазного дна** при осевой миопии может определяться **миопический конус**, представляющий собой небольшой ободок желтовато-белого цвета в виде серпа с височной стороны края диска зрительного нерва (ДЗН) (рис. 30). Наличие миопического конуса объясняется тем, что в растянутом глазу пигментный эпителий сетчатки и сосудистая оболочка отстают от края ДЗН, и растянутая

склера заднего полюса просвечивает через прозрачную сетчатку.

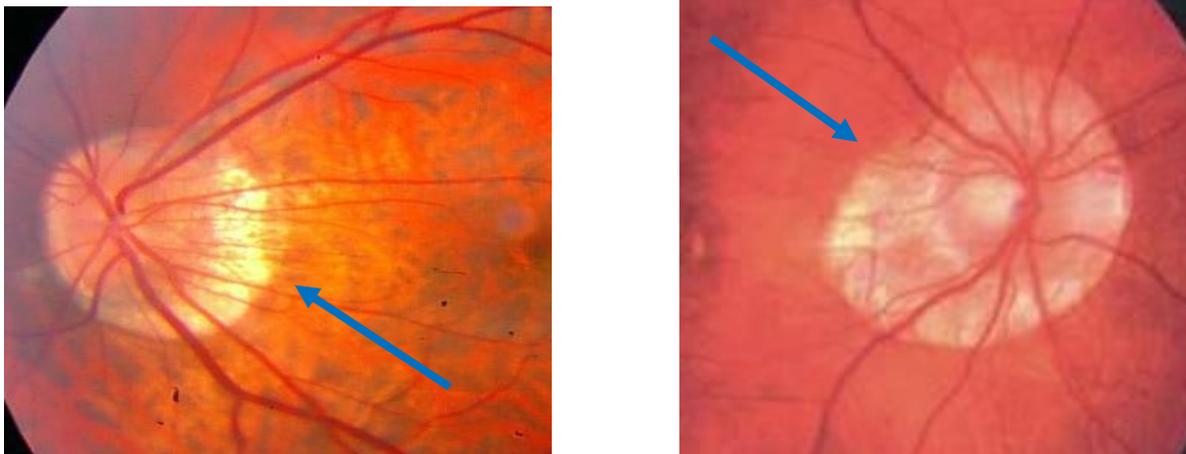


Рис. 30. Варианты миопического конуса (стрелки)

<https://kbnk45.ru/zabolevaniya/stafiloma.html>

<https://glazexpert.ru/wpcontent/uploads/9/a/e/9aeb04f7af0ac74037f009fdde3d1d4b.jpg>

При высокой степени осевой миопии может формироваться истинное выпячивание в области заднего полюса глаза – **стафилома склеры**, которая определяется при офтальмоскопии по перегибу сосудов на ее краях (рис. 31).

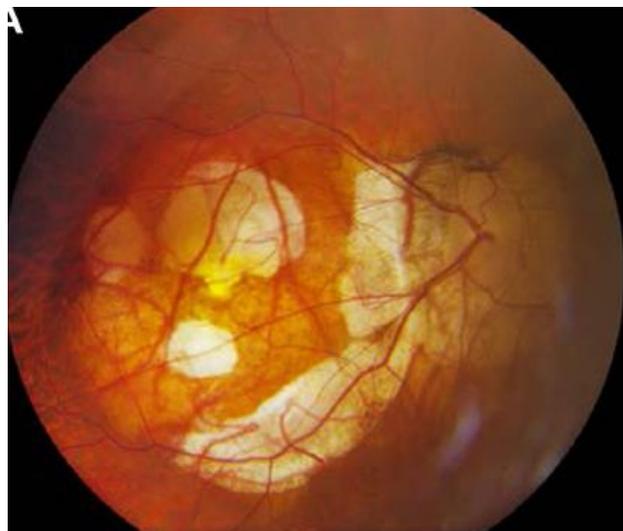


Рис. 31. Офтальмоскопическая картина при задней стафиломе склеры

[https://www.dovepress.com/front\\_end/cr\\_data/article\\_fulltext/s104000/104475/img/ОПН-104475-F02.jpg](https://www.dovepress.com/front_end/cr_data/article_fulltext/s104000/104475/img/ОПН-104475-F02.jpg)

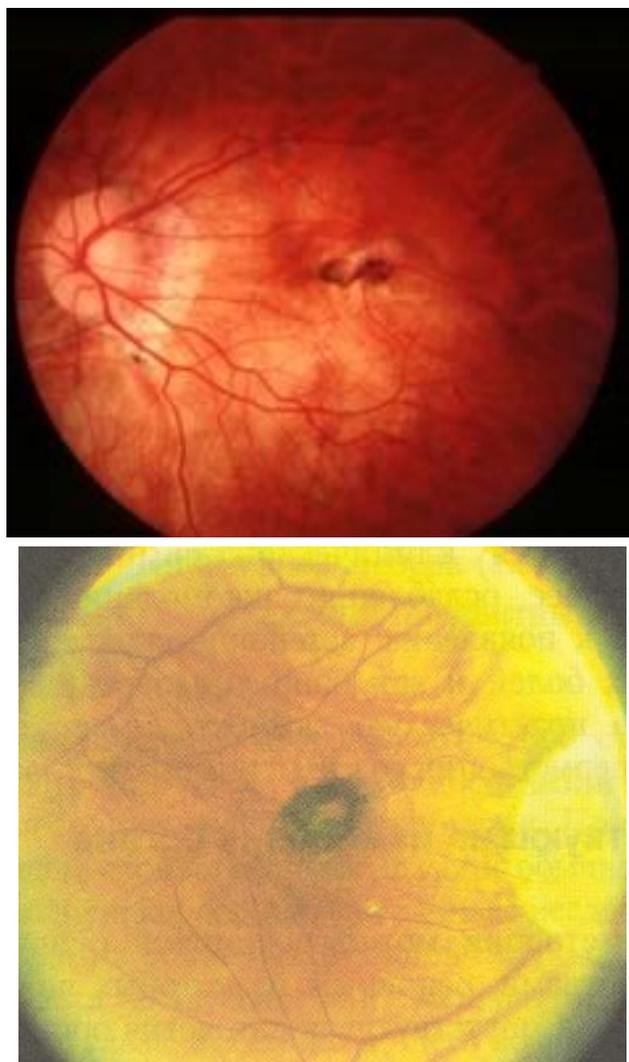
При осевой миопии средней и высокой степени нередко обнаруживаются изменения и в **макулярной области сетчатки**:

✓ отек сетчатки и рецидивирующие геморрагии с формированием

**пятна Фукса** (пигментированный атрофический хориретинальный очаг в макулярной области) (рис. 32);

- ✓ **миопическая хориоидальная неоваскуляризация** – патологическое разрастание сосудов хориоидеи с развитием фиброваскулярных тяжей и мембран под нейроэпителием (рис. 33) и/или пигментным эпителием сетчатки на фоне повышения концентрации фактора роста эндотелия сосудов и истончения хориоидеи в перипапиллярной зоне и/или в макулярной области.

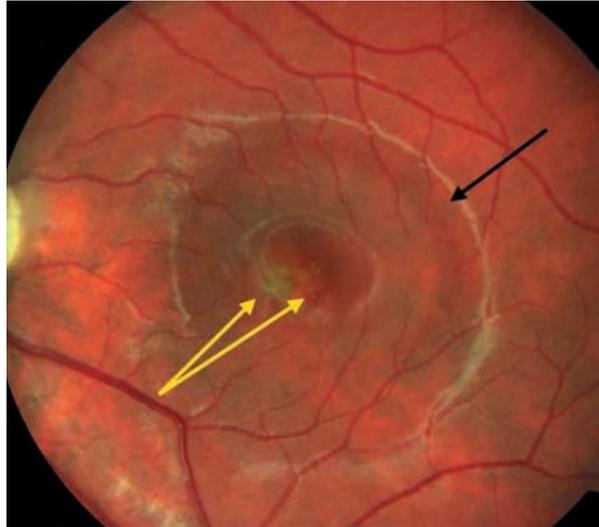
Поражение сетчатки макулярной области сопровождается значительным снижением остроты зрения и появлением скотом и метаморфопсий – искажения изображений видимых объектов.



*Рис. 32. Варианты пятна Фукса*

[https://studfile.net/html/1465/240/html\\_FVBlrk7ugx.6oth/img-MkF4CS.jpg](https://studfile.net/html/1465/240/html_FVBlrk7ugx.6oth/img-MkF4CS.jpg)

[https://setchatkaglaza.ru/images/images/%D0%BF%D1%8F%D1%82%D0%BD%D0%BE\\_%D1%84%D1%83%D0%BA%D1%81%D0%B0.jpg](https://setchatkaglaza.ru/images/images/%D0%BF%D1%8F%D1%82%D0%BD%D0%BE_%D1%84%D1%83%D0%BA%D1%81%D0%B0.jpg)



*Рис. 33. Офтальмоскопическая картина при хориоидальной неоваскулярной мембране, осложненной серозной отслойкой нейроэпителия.*

*Черная стрелка – граница отслойки нейроэпителия сетчатки.*

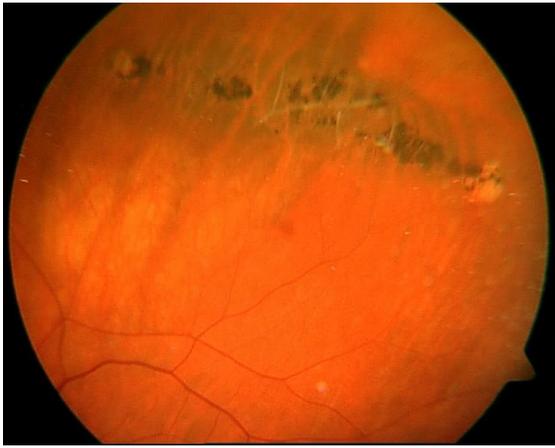
*Желтые стрелки – очаг серовато-зеленого цвета и субретинальная геморрагия.*

<https://files.eyepress.ru/0006045/27617p071.jpg>

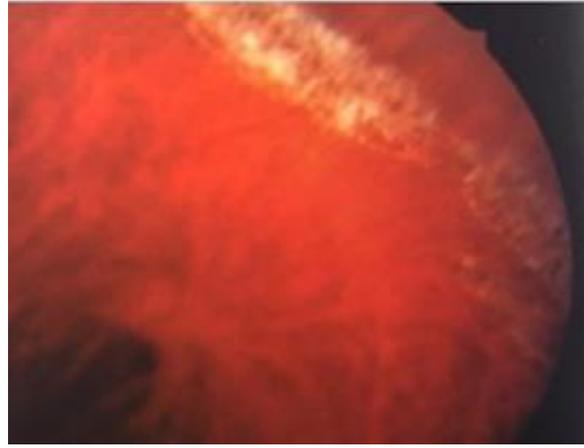
При осевой миопии наблюдаются изменения и на периферии сетчатки в виде периферических хориоретинальных дистрофий (рис. 34), которые нередко приводят к разрывам сетчатки с последующей ее отслойкой.

Классификация периферических витреохориоретинальных дистрофий (ПВХРД) (по Е.О. Саксоновой)

<b>Вид ПВХРД</b>	<b>Клинические формы</b>
экваториальные	- решетчатая - изолированные разрывы сетчатки - патологическая экваториальная гиперпигментация
параоральные	- кистозная - периферический дегенеративный ретиношизис - хориоретинальная атрофия
смешанные	



*A*



*Б*

*Рис. 34. Варианты периферических дистрофий сетчатки*

*A – решетчатая дистрофия сетчатки; Б – дистрофия сетчатки по типу «следа улитки»*

<http://www.khvmntk.ru/169.html>

<https://theslide.ru/img/thumbs/fe37985f768e57dd49be3d2b917ec39d-800x.jpg>

### Коррекция миопии

Коррекция миопии проводится **сферическими рассеивающими** («минусовыми») оптическими стеклами - **sph concav**. При подборе очков выбирают самые слабые рассеивающие стекла, с которыми достигается максимальная острота зрения.

### Правила оптической коррекции миопии

#### **М слабой степени**

- при М 1,0-2,0 D рекомендуются очки для дали по необходимости
- при М слабой степени и ослабленной аккомодации рекомендуется полная коррекция для дали

#### **М средней степени**

- рекомендуется коррекция для дали до бинокулярной остроты зрения не ниже 0,8–1,0, что обычно на 0,5 D слабее рефракции, диагностируемой в условиях медикаментозной циклоплегии.
- при ослабленной аккомодации рекомендуется постоянная коррекция с аддидацией – более слабой коррекцией для близи – на 0,75–2,0 D меньше подобранной коррекции для дали, при этом используются прогрессивные или бифокальные очки или 2 пары очков (для дали и для близи)

## **М высокой степени**

- рекомендуется постоянная коррекция в зависимости от субъективных ощущений пациента (по переносимости).

Если у ребенка **близорукость** сочетается с **содружественным расходящимся косоглазием**, то необходима полная оптическая коррекция его миопии с подбором очков для постоянного ношения.

Если у ребенка **близорукость** сочетается с **содружественным сходящимся косоглазием**, то необходима оптическая коррекция на 0,5–1,0 D меньше его степени миопии.

## **Контактная коррекция аномалий рефракции**

Принцип действия – благодаря максимальному приближению контактной линзы к глазу при ее надевании на роговицу создается единая оптическая система «линза – слезная жидкость – роговица». При этом роль оптического аппарата в образующейся системе берет на себя правильная передняя поверхность контактной линзы, а неправильная поверхность роговицы (астигматизм, кератоконус) оказывается оптически нейтрализованной.

### Преимущества контактной коррекции аномалий рефракции

- отсутствие значительного изменения величины изображения объектов на сетчатке;
- отсутствие сужения поля зрения и искажения предметов на периферии взора;
- обеспечение более высокой по сравнению с оптической коррекцией остроты зрения при аномалиях рефракции высокой степени, астигматизме;
- возможность ведения активного образа жизни (фитнесс, спорт и т.д.);
- отсутствие дискомфорта, связанного ношением очков (запотевание стекол, давление оправы на переносицу и т.д.).

### Показания к контактной коррекции

- аномалии рефракции (близорукость, дальнозоркость) различной степени от слабых до высоких степеней;
- пресбиопия;
- непереносимость очковой коррекции зрения;
- анизометропия (разница в рефракции между двумя глазами 3,0 D и более);
- монокулярная и бинокулярная афакия (отсутствие хрусталика);
- выраженный правильный и неправильный астигматизм;
- кератоконус (конусовидная форма роговицы);
- изменение цвета глаз с косметической целью.

### Противопоказания к контактной коррекции

- острые и хронические воспалительные заболевания глаз;
- аллергические заболевания глаз (блефариты, конъюнктивиты);
- дегенеративные заболевания глазной поверхности (птеригиум, дермоидная киста);
- синдром «сухого глаза» средней и тяжелой степени;
- косоглазие более 15°;
- хрусталиковый астигматизм;
- подвывих хрусталика.

### Классификация контактных линз

#### **I. По типу материала**

- жесткие контактные линзы;
  - газопроницаемые;
  - газонепроницаемые;
- мягкие контактные линзы;
  - гидрогелевые;
  - силикон-гидрогелевые.

## II. По режиму ношения

- *линзы дневного ношения* (daily wear – **DW**). Линзы носят от 8 до 12 часов в день, на ночь их необходимо снимать;
- *линзы гибкого режима ношения* (flexible wear – **FW**). Допускается возможность сна в линзах (необходима обязательная консультация окулиста, поскольку возможны индивидуальные ограничения, зависящие от состояния глазной поверхности);
- *линзы пролонгированного ношения* (extended wear – **EW**). Возможно непрерывное ношение линз до 7 суток (6 ночей, 7 дней). В период адаптации (1 месяц) необходимо постоянное наблюдение окулиста;
- *линзы непрерывного ношения* (continuous wear – **CW**). Возможно непрерывное ношение линз до 30 суток.

## III. По сроку замены

- *традиционные контактные линзы* – срок службы от 6 месяцев до 1 года;
- *контактные линзы плановой замены*;
  - ✓ линзы плановой замены – срок службы 3 месяца;
  - ✓ линзы частой плановой замены – срок службы 1 месяц и меньше;
- *одноразовые контактные линзы* – срок службы 1 день.

Срок замены контактных линз зависит от материала, из которого они изготовлены, дизайна линзы и метода производства.

**Использовать контактные линзы больше срока, рекомендованного производителем, категорически запрещается, так как при этом во много раз повышается риск развития осложнений!**

Подбор контактной коррекции осуществляется офтальмологом, который в соответствии с целью коррекции (исправление аномалий рефракции, маскировка косметического дефекта, лечение заболеваний роговой оболочки) выбирает тип контактных линз с учетом индивидуальных параметров пациента:

- вид и степень аномалии рефракции;
- острота зрения монокулярно и бинокулярно, без и с коррекцией;
- кривизна роговицы;
- наличие сопутствующей патологии органа зрения;
- образ жизни и профессия.

Врач-офтальмолог подбирает оптимальный режим ношения рекомендуемых контактных линз, обучает пациента манипуляциям с контактными линзами, оценивает положение подобранных линз на глазной поверхности и их подвижность, а также объясняет правила ухода за контактными линзами (необходимость своевременной замены контактных линз и регулярного ухода за ними: очистка от загрязнений, дезинфекция и увлажнение).

Правильный уход за контактными линзами значительно уменьшает количество отложений на поверхности линз, наличие которых ухудшает их оптические свойства, снижает кислородопроницаемость и способствует размножению микроорганизмов, повышая риск развития осложнений.

#### Осложнения контактной коррекции

- механические (повреждение эпителия роговицы и конъюнктивы);
- гипоксические (отек и неоваскуляризация роговицы);
- токсико-аллергические (папиллярный конъюнктивит);
- воспалительные и инфекционные (стерильный инфильтрат роговицы, кератиты бактериальной, вирусной, акантамебной, грибковой этиологии).

*Механические осложнения* (эрозии роговицы и конъюнктивы) чаще всего наблюдаются при ношении мягких силикон-гидрогелевых и жестких контактных линз, при попадании под линзу инородного тела, а также при использовании поврежденной или загрязненной линзы. В данном случае необходимо временно отменить контактную коррекцию с проведением местной специфической и патогенетической фармакотерапии (инстилляцией антибактериальных, противови-

русных или противогрибковых глазных капель, нестероидных противовоспалительных капель, кератопротекторов).

*Гипоксические осложнения* наблюдаются при ношении гидрогелевых контактных линз либо при систематическом нарушении режима ношения линз. При осмотре обнаруживаются неоваскуляризация и гиперемия вдоль лимба, отек эпителия роговицы. В данном случае рекомендуются контактные линзы с большей кислородопроницаемостью.

*Токсико-аллергические* осложнения (папиллярный конъюнктивит, эпителиопатия роговицы) возникают в результате токсико-аллергической реакции глазной поверхности на загрязнения контактных линз или на используемые средства ухода за линзами, реже – в результате реакции на материал, из которого изготовлены линзы. В данном случае необходима своевременная замена контактных линз, а также переход на линзы с меньшим модулем упругости.

*Воспалительные и инфекционные поражения глаз* (стерильные инфильтраты, микробные конъюнктивиты и кератиты) – наиболее серьезные осложнения контактной коррекции, сопровождающиеся значительным снижением остроты зрения и требующие нередко лечения в условиях офтальмологического стационара.

## **Ортокератология**

*Ортокератология* – это метод временной коррекции аномалий рефракции с помощью планового применения жестких газопроницаемых контактных линз (ОК-линзы или «ночные» линзы), надеваемых на период сна.

### Механизм действия ОК-линз

Изменение топография роговицы за счет перераспределения слоев переднего эпителия с уменьшением его толщины в центре роговой оболочки и увеличением на периферии. Благодаря этому создается дозированное изменение кривизны передней поверхности роговицы: центральная часть становится более плоской, а средне-периферическая более крутой.

Нормальное строение роговой оболочки и целостность ее слоев при использовании ОК-линз не нарушаются.

Максимальный рефракционный эффект развивается через 1–2 недели от начала использования ОК-линз и является обратимым, постепенно исчезая после отмены линз. При этом основная часть исходной близорукости возвращается быстро – за несколько дней, оставшаяся часть возвращается медленнее – за 2–3 недели.

#### Показания к ортокератологии

- миопия в пределах 0,5–7,0 D;
- миопический астигматизм в пределах 2,0–5,0 D;
- прогрессирующая миопия;
- гиперметропия в пределах 0,5–4,0 D.

#### Противопоказания к ортокератологии

- воспалительная патология переднего отрезка глаза и придаточного аппарата глазного яблока;
- аномалии формы роговицы – кератоконус, кератоглобус;
- наличие стойкого неправильного астигматизма;
- лагофталм – неполное смыкание глазной щели;
- синдром «сухого глаза» средней и тяжелой степени;
- наличие прогрессирующей патологии органа зрения (катаракта, глаукома).

---

## ЛЕЧЕНИЕ МИОПИИ

---

Для нормализации и улучшения аккомодационной способности глаз применяют

- **немедикаментозное лечение**
  - ✓ тренировка аккомодации по Мац-Аветисову;
  - ✓ аппаратное лечение спазма аккомодации и ПИНА – Визотроник, Форбис;
  - ✓ упражнение «метка на стекле».
- **медикаментозное лечение.**

## Немедикаментозное лечение спазма аккомодации и ПИНА

### Тренировка аккомодации по Мац-Аветисову

Для занятий используются пробная очковая оправа и печатный текст для проверки остроты зрения вблизи. Пациент надевает пробную оправу, в которую устанавливаются самые слабые сферические рассеивающие («минусовые») оптические линзы  $-0,25\text{ D}$  или  $-0,5\text{ D}$ . В течение 3-х минут пациент читает предоставленный текст, упражнение выполняется бинокулярно.

По истечении этого периода времени линзы меняются на сферические рассеивающие стекла, сила которых в оправе увеличивается по отношению к предыдущим на  $0,5-1,0\text{ D}$ . Чтение с каждой новой линзой длится 3 минуты.

Процедура повторяется до тех пор, пока пациент не будет читать текст в оправе со сферическими рассеивающими линзами, оптическая сила которых будет равна субмаксимальным значениям.

После этого процедура повторяется в обратном порядке – сферические рассеивающие линзы в оправе заменяются на менее сильные и постепенно переходят к установке сферических собирательных («плюсовых») линз.

Курс лечения составляет 15–20 тренировок.

### Аппаратное лечение

Принцип лечения спазма аккомодации и ПИНА, предложенный проф. Э.С. Аветисовым и К.А. Мац, используется в аппаратах для лечения нарушений аккомодации – Визотроник, Форбис (рис. 35).

Аппарат **Визотроник** состоит из набора сферических, цилиндрических и призматических линз и набора световых импульсов в красном, зеленом и синем спектрах, действие которых запрограммировано тремя программами.

Продолжительный эффект лечения на данном аппарате достигается благодаря стойкому расслаблению цилиарной мышцы, повышению тренированности и выносливости глазодвигательных мышц,

улучшению кровоснабжения вследствие чего повышается работоспособность зрительной системы глаза с активацией адаптационных процессов.



*А*



*Б*

*Рис. 35. Аппараты для лечения миопии*

*А – аппарат Визотроник; Б – аппарат Форбис.*

<https://glazexpert.ru/voprosy/vizotronik-lecebnyj-apparat-dla-glaz-instrukcia-cena-otzyvy.html> <https://glazexpert.ru/voprosy/forbis-apparat-dla-glaz-instrukcia-cena-otzyvy.html>

Аппарат **Форбис** является устройством для тренировки функций зрения на близком расстоянии, в котором предусмотрено разделение по трем видам поля зрения: цветового, поляроидного и растрового – тест Баголини. Целью тренировочных упражнений на данном аппарате является повышение запаса относительной аккомодации в условиях одной степени конвергенции (33 см) с контролем бифовеального слияния.

### **Упражнение «метка на стекле»**

В домашних условиях тренировку аккомодационного аппарата рекомендуется проводить с помощью упражнения «метка на стекле».

Пациент в очках для дали или постоянного ношения встает на расстоянии 30–35 см от оконного стекла, на котором на уровне его глаз нанесена метка диаметром 3–5 мм. Вдали на линии взора, проходящей через эту метку, пациент выбирает объект для фиксации (ветка дерева,

окно соседнего дома) и затем поочередно по 5 секунд смотрит то на метку на стекле, то на объект вдали (рис. 36).



Рис. 36. Проведение упражнения «метка на стекле»

<https://glazexpert.ru/wp-content/uploads/0/e/f/0efe493eea610ba365cf8a6f9b3cf470.jpg>

Упражнение выполняется 2–3 раза в день в течение 15–20 дней. Первые два дня продолжительность упражнения составляет 3 минуты, последующие два дня 5 минут и остальные дни 7 минут.

Курс упражнений рекомендуется выполнять в течение месяца с перерывом в 10–15 дней.

## **Медикаментозное лечение спазма аккомодации и ПИНА**

Для консервативного лечения спазма аккомодации и ПИНА используются лекарственные препараты, вызывающие циклоплегию – паралич цилиарной мышцы. Поскольку цилиарная мышца имеет и симпатическую (радиальные волокна цилиарной мышцы или мышца Иванова-Ерофеева), и парасимпатическую (меридиональные волокна или мышца Брюкке и циркулярные волокна цилиарной мышцы или мышца Мюллера) иннервации, то возможно применение двух фармакологических групп:

- ✓ М-холинолитики
- ✓  $\alpha$ -адреномиметики

**М-холинолитики** оказывают выраженное циклоплегическое действие, расслабляя циркулярные и меридиональные волокна цилиарной мышцы.

#### *Основные представители М-холинолитиков*

- Циклопентолата гидрохлорид 1,0%;
- Тропикамид 0,5% или 1,0%;
- Атропина сульфат 0,5% или 1,0%.

Для лечения спазма аккомодации и ПИНА рекомендуются инстилляцией М-холинолитиков по 1–2 капле в оба глаза 2 раза в день курсом от 5 до 10 дней.

**$\alpha$ -адреномиметики** оказывают стимулирующее действие на радиальную порцию цилиарной мышцы и для спазма аккомодации и ПИНА чаще всего используются в комбинации в М-холинолитиками.

#### *Основные представители $\alpha$ -адреномиметиков*

- Ирифрин 2,5%;
- Тропикамид 0,5%;
- Комбинированный препарат «Мидримакс», содержащий Тропикамид 0,5% и Ирифрин 5%.

Для лечения спазма аккомодации и ПИНА рекомендуются инстилляцией  $\alpha$ -адреномиметиков по 1–2 капле в оба глаза 1 раз на ночь в течение 20–30 дней.

## **Медикаментозное лечение миопии**

Для улучшения кровоснабжения тканей глазного яблока при осевой миопии средней и высокой степени рекомендуются препараты следующих фармакологических групп

- периферические вазодилататоры
  - ✓ Галидор – внутрь по 50–100 мг 2 раза в день в течение месяца.
  - ✓ Нигексин – внутрь по 125–250 мг 3 раза в день в течение месяца.
  - ✓ Трентал – внутрь по 50–100 мг 3 раза в день после еды в течение месяца.

- ноотропные препараты
  - ✓ Пикамилон – внутрь по 20 мг 3 раза в день в течение месяца.
  - ✓ Кавинтон – внутрь 5 мг по 1 таблетке 3 раза в день в течение месяца).

Для уменьшения проницаемости стенки сосудов и укрепления прочностных свойств склеры рекомендуется *глюконат кальция* – внутрь по 0,5 г перед едой, детям – 4 раза в день, взрослым – 6 раз в день курсом 10 дней.

Часто данный препарат комбинируют с приемом *аскорбиновой кислоты* внутрь по 0,05–0,1 г 2–3 раза в день в течение месяца.

## **Хирургическое лечение миопии**

### Основные направления хирургического лечения

- склероукрепляющие операции;
- лазеркоагуляция сетчатки;
- рефракционные операции.

### **Склероукрепляющие операции**

Выполняются для укрепления истонченной и растянутой склеры в заднем полюсе глазного яблока и возможной остановки дальнейшего роста глазного яблока при прогрессирующей миопии.

### Показания для склероукрепляющих операций

- ✓ увеличение передне-задней оси глаза на 1 мм и более в год;
- ✓ увеличение степени близорукости на 1,0 D и более в год.

### Виды склероукрепляющих операций

- ✓ склеропластика;
- ✓ склероукрепляющая инъекция.

**Склеропластика** – суть операции заключается в размещении за задним полюсом глаза трансплантата Х- или У-образной формы (рис. 37), который в послеоперационном периоде постепенно спаивается со склерой, тем самым укрепляя ее и препятствуя растяжению глазного яблока.

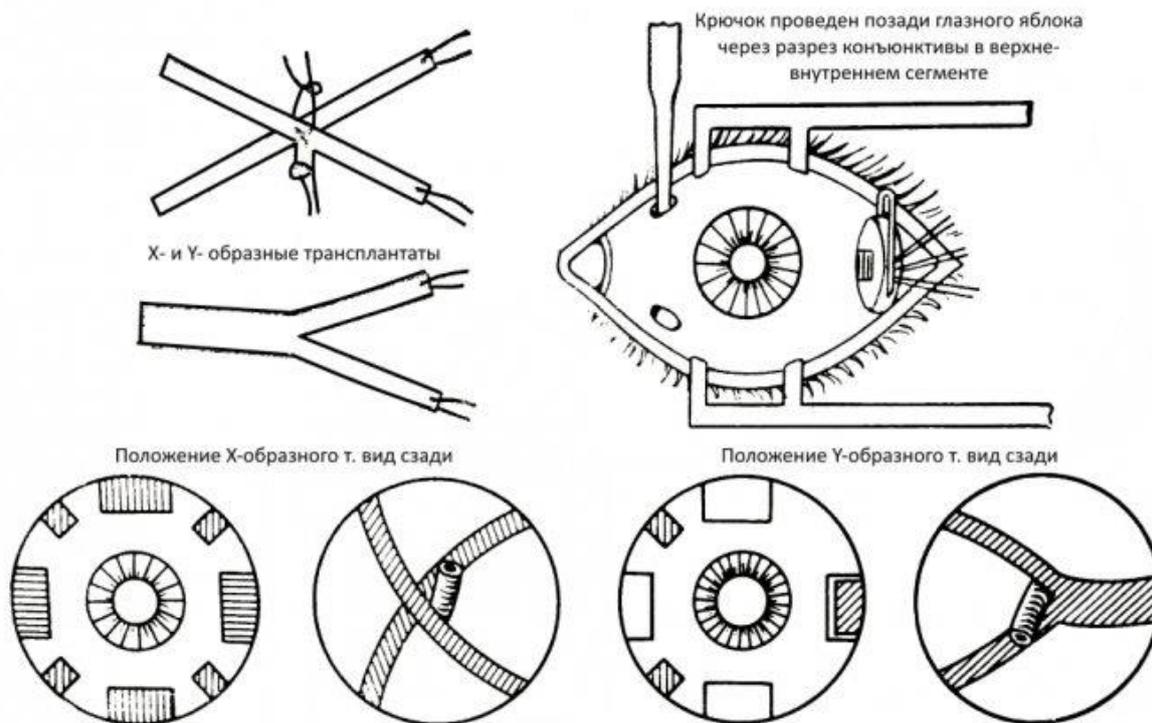


Рис. 37. Виды склеральных трансплантатов и варианты их размещения за глазным яблоком

<https://medhouse-clinic.ru/wp-content/uploads/po-snajderu.jpg>

Зрение после склеропластики не улучшается, эффект операции состоит в прекращении или существенном замедлении прогрессирования миопии, что достигается за счет механического укрепления фиброзной оболочки глаза путем образования дополнительного каркаса и реваскуляризации склеры.

#### *Виды материалов для склеропластических трансплантатов*

- широкая фасция бедра;
- гомосклера;
- твердая мозговая оболочка.

**Склероукрепляющая инъекция** – с помощью инъекции за глаз

вводится вспенивающаяся полимерная композиция, которая после полимеризации образует на поверхности склеры упругий пеногель, укрепляющий задний полюс глазного яблока (рис. 38).

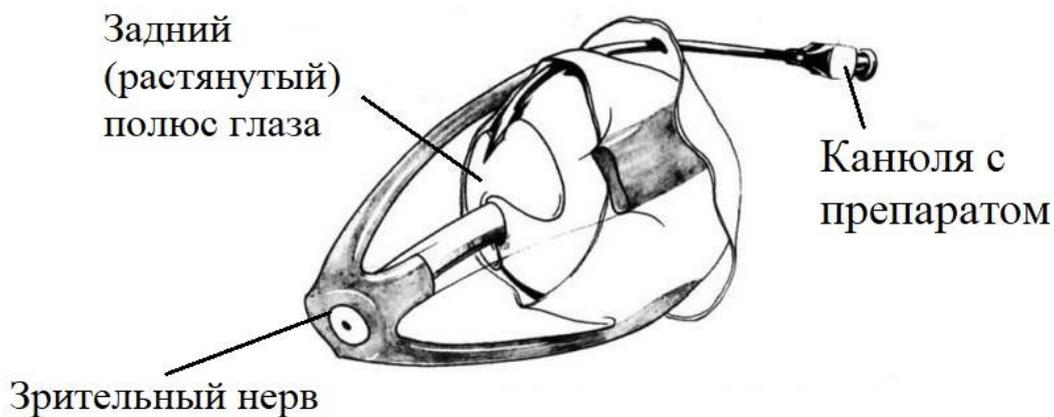


Рис. 38. Схема выполнения склероукрепляющей инъекции  
<https://retina-center.ru/images/scleroplasitka-u-detey.jpg>

### Лазеркоагуляция сетчатки при миопии

Цель лазерной манипуляции – профилактика отслойки сетчатки путем формирования хориоретинальных сращений в месте лазеркоагулятов (рис. 39). В результате лазерного воздействия при коагуляции сетчатки образуются нежные пигментированные хориоретинальные рубцы.

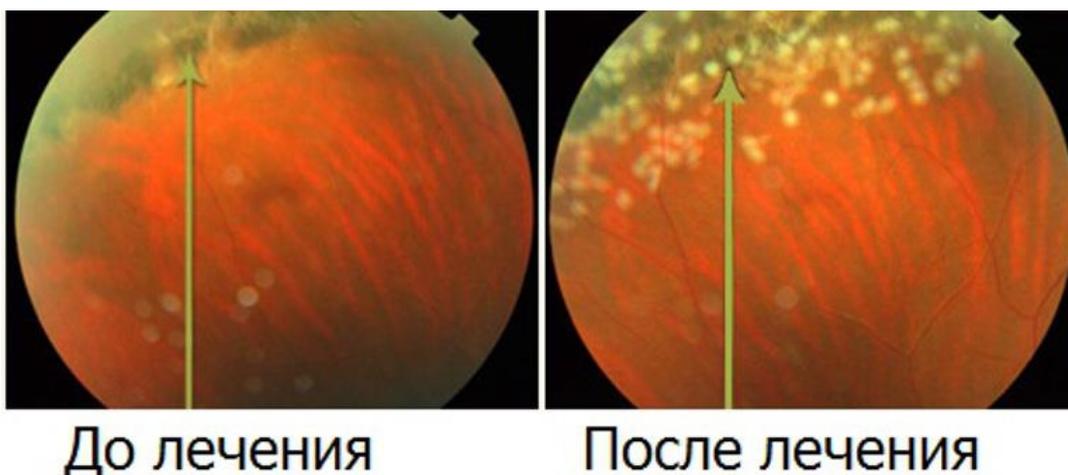


Рис. 39. Лазеркоагуляция решетчатой дистрофии сетчатки  
<https://ofthalm.ru/opisanie-distrofii-setchatki-gaza.html/amp>

### Показания для лазеркоагуляции сетчатки при миопии

- ✓ периферические хориоретинальные дистрофии;
- ✓ разрывы сетчатки;
- ✓ плоская периферическая отслойка сетчатки в 1 квадранте.

Лазерное воздействие на хориоретинальные структуры глаза не влияет на рефракцию пациента.

### **Рефракционные операции**

*Рефракционная хирургия* – вид хирургических вмешательств, которые изменяют свойства и параметры оптической системы глаза (длину оси, силу роговичной или хрусталиковой линз).

#### Виды рефракционных операций

- **роговичные**
  - ✓ автоматическая ламеллярная кератопластика;
  - ✓ кератомилез;
  - ✓ эпикератофакия (эпикератопластика);
  - ✓ радиальная кератотомия;
  - ✓ фоторефракционная кератэктомия;
  - ✓ интрастромальная фотокератэктомия;
  - ✓ имплантация интрастромальных колец;
  - ✓ термокератопластика;
- **интраокулярные**
  - ✓ экстракция прозрачного хрусталика;
  - ✓ имплантация факичных интраокулярных линз;
- **склеральные**
  - ✓ круговая склеральная резекция;
  - ✓ склеральные имплантаты при пресбиопии.

#### Роговичная рефракционная хирургия

Преломляющая сила роговицы составляет 40,0–44,0 D, и даже незначительные изменения ее кривизны приводят к выраженным изменениям рефракции глаза.

Основоположником кераторефракционной хирургии является J.I. Barraquer, впервые предложивший для коррекции аметропии хирургические вмешательства на прозрачной роговице.

**Цель** роговичной рефракционной хирургии – изменение преломляющей силы оптической системы глаза путем изменения рефракции роговицы в зависимости от вида и степени аномалии рефракции:

- при **близорукости** – ослабление сильной оптической системы глаза путем уменьшения преломляющей силы роговицы в центре с 40,0–43,0 D до 32,0–40,0 D в зависимости от степени близорукости;
- при **дальнозоркости** – усиление слабой оптической системы глаза путем увеличения преломляющей силы роговицы с 40,0–43,0 D до 42,0–50,0 D в зависимости от степени гиперметропии.

#### Эксимерлазерная коррекция аномалий рефракции

Воздействие эксимерного лазера (длина волны 193 нм) приводит к феномену фотоабляции с разрушением межмолекулярных связей белков в поверхностных слоях роговицы и образованием плазмы, которая переходит в газообразную фазу и разлетается из зоны воздействия со сверхзвуковой скоростью, напоминая микроскопический ядерный взрыв, что, в конечном итоге приводит к послойному испарению роговицы.

Степень изменения рефракции после эксимерлазерной коррекции зависит от толщины испаренной роговицы. Для предотвращения послеоперационной деформации роговицы остаточная толщина роговицы после операции в зоне истончения не должна быть меньше 250 мкм.

Показания к рефракционной эксимерлазерной хирургии:

- непереносимость контактной и очковой коррекции;
- близорукость;
- гиперметропия;
- астигматизм.

Противопоказания к рефракционной эксимерлазерной хирургии:

- **абсолютные**

- ✓ монофтальм или функциональная неполноценность парного глаза;
- ✓ наличие заболеваний глаза (кератит, увеит, катаракта, глаукома, отслойка сетчатки и т.д.);
- ✓ наличие тяжелых соматических заболеваний (сахарный диабет, туберкулез, гепатит, гломерулонефрит);
- ✓ психические расстройства;
- ✓ беременность и период лактации;
- ✓ дистрофия роговицы;
- ✓ кератоконус;

- **относительные**

- ✓ возраст до 18 лет;
- ✓ нестабильность рефракции (прогрессирующая миопия);
- ✓ очень плоская роговица (30,0 D);
- ✓ очень крутая роговица (49,0 D);
- ✓ маленькие и глубоко посаженные глаза;
- ✓ синдром «сухого глаза».

### Виды рефракционных эксимерлазерных операций

**1. Фоторефракционная кератэктомия (ФРК) (Photo Refractive Keratectomy)** включает в себя несколько этапов (рис. 40):

- удаление (скарификация) эпителия в центральной зоне роговицы механическим, химическим или лазерным способом;
- испарение стромы роговицы с помощью эксимерного лазера.



*Рис. 40. Схема проведения ФРК*

[https://elitplus-clinic.ru/assets/gallery/all\\_img/frk-lazernaya-korrecciya-zreniya-28122020.jpg](https://elitplus-clinic.ru/assets/gallery/all_img/frk-lazernaya-korrecciya-zreniya-28122020.jpg)

При **миопии** толщину роговицы в центральной оптической зоне в ходе ФРК уменьшают. Как следствие, радиус кривизны передней поверхности роговицы увеличивается, и роговая оболочка становится более плоской.

При **гиперметропии** воздействию подвергается параоптическая (периферическая) зона роговицы, что приводит к уменьшению радиуса роговой оболочки.

И в том, и в другом случае преломляющая сила роговицы изменяется, и при постоянной величине передне-задней оси глазного яблока главный оптический фокус перемещается к сетчатке.

#### Показания к ФРК

- близорукость от 1,0 до 6,0 D;
- дальнозоркость до 3,0 D;
- миопический астигматизм от 0,5 до 3,0 D.

#### Недостатки ФРК

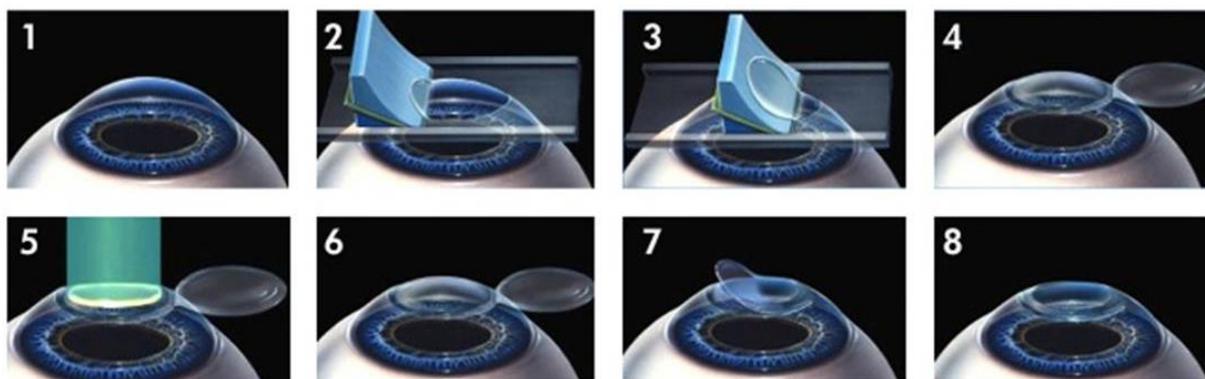
- выраженный зрительный дискомфорт в послеоперационном периоде до момента полной эпителизации зоны операции – 3-4 дня;
- длительное (до 1 месяца) восстановление зрительных функций

в полном объеме;

- высокая вероятность помутнения роговицы в послеоперационном периоде.

**2. Лазерный интрастромальный кератомилез (ЛАСИК) (Laser Assisted in Situ Keratomileusis)** – комбинация хирургического и лазерного воздействия на роговицу и состоит из трех этапов (рис. 41):

- формирование с помощью специального ножа – микрокератома неполного поверхностного роговичного лоскута (клапана), который отворачивается в сторону;
- испарение эксимерным лазером глубоких слоев роговицы;
- укладывание роговичного лоскута (клапана) на прежнее место.



*Рис. 41. Схема проведения ЛАСИК*

*1 – исходное состояние роговицы;*

*2-3 – формирование роговичного лоскута;*

*4 – отворачивание роговичного лоскута;*

*5 – эксимерное испарение стромы роговицы;*

*6-7 – укладывание роговичного лоскута на прежнее место;*

*8 – состояние роговицы после операции.*

<https://glazexpert.ru/wp-content/uploads/6/5/5/655951ad03b16919ad3299c6ffe9b53e.jpg>

В основе метода лежит методика кератомилеза, разработанного в 1964 г. Х. Барракером. Предложенное им механическое иссечение стромы роговицы специальным микрокератомом в настоящее время заменено на испарение части основного вещества роговой оболочки с помощью эксимерного лазера.

### Показания к ЛАСИК

- миопия до 15,0 D;
- миопический астигматизм до 6,0 D;
- гиперметропия до 6,0 D;
- гиперметропический астигматизм до 6,0 D.

### Преимущества ЛАСИК

- длительность процедуры – 10–15 минут;
- безболезненность;
- полное восстановление зрения в течение нескольких дней;
- стабильность зрения после операции;
- отсутствие швов.

### Недостатки ЛАСИК

- проведение операции возможно при толщине роговицы более 500 мкм;
- риск развития синдрома «сухого глаза»;
- риск развития помутнения роговицы.

**3. Лазерная эпителиокератэктомия (ЛАСЕК) (Laser Epithelial Keratomileusis)** – является модификацией ФРК (рис. 42) и состоит из трех этапов:

- формирование эпителиального лоскута роговицы путем воздействия 15–20% водного раствора этилового спирта в течение 25–30 секунд;
- испарение эксимерным лазером стромы роговицы;
- укладывание эпителиального лоскута на прежнее место.



Рис. 42. Схема проведения ЛАСЕК

<https://glazexpert.ru/wp-content/uploads/5/a/8/5a8884a2568956bbf7ea24ec89fa4583.jpg>

#### Показания к ЛАСЕК

- близорукость до 8,0 D;
- дальнозоркость до 4,0 D;
- астигматизм до 4,0 D.

#### Преимущества ЛАСЕК

- процедура менее болезненна, чем ФРК;
- возможно проведение операции одновременно на обоих глазах (не всегда);
- возможно проведение операции при толщине роговицы, недостаточной для ЛАСИК.

#### Недостатки ЛАСЕК

- не используется для коррекции миопии более 8,0 D;
- болезненность в первые дни после операции;
- риск развития помутнения роговицы (ниже, чем при ФРК).

**4. Эпителиальный лазерный интрастромальный кератомилез (ЭПИ-ЛАСИК) (Ephithelial LASIK)** – методика лазерной коррекции

исключает необходимость разреза роговицы как при ЛАСИК или использование спирта как при ЛАСЕК.

При методике ЭПИ-ЛАСИК применяется эпи-кератом, сепаратор которого сделан из пластика, а рабочая кромка выполнена так, что происходит именно отслоение эпителия от стромы роговицы, а не срезание эпителиального слоя. После отделения эпителиального лоскута производится лазерное воздействие на поверхность роговицы.

По окончании манипуляции эпителиальный лоскут возвращается на место, наложения швов не требуется. На роговицу устанавливается защитная контактная линза для ускорения заживления.

#### Показания к ЭПИ-ЛАСИК

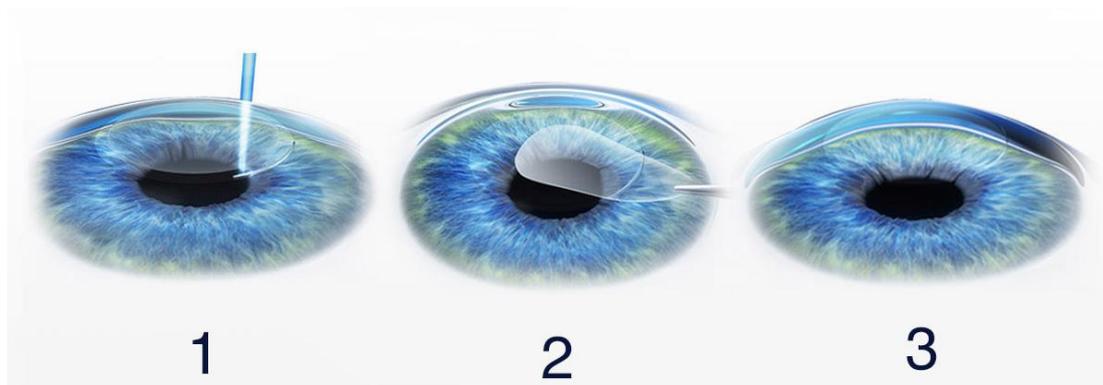
- миопия до 10,0 D;
- миопический астигматизм до 4,0 D;
- гиперметропия до 6,0 D;
- гиперметропический астигматизм до 4,0 D.

#### Преимущества ЭПИ-ЛАСИК

- отсутствие разреза роговицы;
- сохранение целостности структуры роговицы;
- быстрое восстановление зрительных функций;
- возможность проведения операции на тонкой роговице;
- незначительный послеоперационный дискомфорт;
- возможность проведения операции одновременно на обоих глазах;
- минимальный риск развития субэпителиальных помутнений роговицы.

**5. Фемтосекундное лазерное удаление линтикулы через малый разрез роговицы (ReLEx SMILE - Small Incision Lenticule Extraction)** – методика лазерной коррекции, при которой с помощью фемтосекундного лазера в толще стромы роговицы формируется линтикула (точно рассчитанный по алгоритму фрагмент основного вещества роговой оболочки) и затем удаляется через небольшой роговичный разрез (рис. 43).

**Ключевое отличие методики SMILE** от других методов лазерной коррекции зрения – отсутствие необходимости формирования роговичного лоскута.



*Рис. 43. Схема проведения ReLEx SMILE*

*1 – формирование лентиккулы; 2 – удаление лентиккулы через роговичный разрез;  
3 – состояние роговицы после операции.*

<https://www.beautytravels24.com/wp-content/uploads/2019/11/relex-smile-turkey.jpg>

#### Показания к ReLEx SMILE

- миопия до 10,0 D;
- миопический астигматизм от 0,5 до 5,0 D.

#### Преимущества ReLEx SMILE

- отсутствие роговичного лоскута;
- сохранение целостности структуры и биомеханической стабильности роговицы;
- отсутствие риска смещения роговичного лоскута;
- быстрое восстановление зрительных функций;
- минимальный риск развития синдрома «сухого глаза».

#### Недостатки ReLEx SMILE

- зависимость результата от мануальных навыков хирурга;
- риск разрыва лентиккулы и ее неполное удаление.

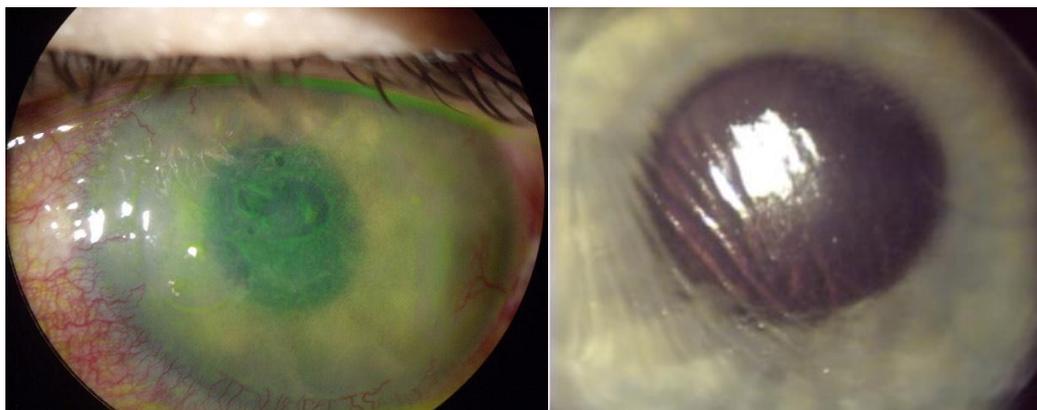
## Сравнительная характеристика рефракционных эксимерлазерных операций

Характеристика	LASIK	PRK/LASEK	Epi-LASIK
Острота зрения после коррекции	Хорошая	Хорошая	Хорошая
Негативные последствия	Отсутствуют	Возможно помутнение роговицы	Отсутствуют
Восстановление зрения	Через 1–2 дня	Через 4–5 дней	Через 3 дня
Болевые ощущения	Минимальные	Значительные	Минимальные
Возможность проведения операции на обоих глазах одновременно	Существует	Отсутствует/существует	Существует
Показания к проведению коррекции	Миопия 15,0 D Миопический астигматизм 6,0 D Гиперметропия 6,0 D Гиперметропический астигматизм 6,0 D	Миопия-6,0 D Миопический астигматизм 4,0 D	Миопия 10,0 D Миопический астигматизм 4,0 D Гиперметропия 6,0 D Гиперметропический астигматизм 4,0 D

### Осложнения ЛАСИК

- **ранние**
  - эпителиопатия (рис. 44А);
  - стрии и отек роговичного лоскута (рис. 44Б);
  - диффузный ламеллярный кератит;
  - врастание эпителия;
- **поздние**
  - дислокация лоскута роговицы (рис. 45А);
  - индуцированная кератэктазия (рис. 45Б);
  - «поздний флер» или хейз – помутнение роговицы в зоне воздействия в результате эпистромальных пролиферативных процессов
  - индуцированный астигматизм;

- гиперкоррекция;
- регресс аметропии.



*А*

*Б*

*Рис. 44. Ранние осложнения ЛАСИК*

*А –эпителиопатия роговицы;*

*Б – стрии роговичного лоскута.*

[https://www.lasikcomplications.com/DrB\(Jan15\)/flap-detach-bullous-keratopathy.jpg](https://www.lasikcomplications.com/DrB(Jan15)/flap-detach-bullous-keratopathy.jpg)

<https://collaborativeeye.com/articles/jul-aug-20/navigating-the-lasik-postoperative-journey/?restart=true>



*А*

*Б*

*Рис. 45. Поздние осложнения ЛАСИК*

*А – дислокация роговичного лоскута;*

*Б –индуцированная кератэктазия*

[https://ava.tars.mds.yandex.net/get-images-cbir/8526603/PMDDdmivmS\\_dpeHjtvQwKQ6604/ocr](https://ava.tars.mds.yandex.net/get-images-cbir/8526603/PMDDdmivmS_dpeHjtvQwKQ6604/ocr)

<https://avatars.mds.yandex.net/getimages-cbir/6471053/HAoPWq2ofXsi2JPYcPQRIA7099/ocr>

## Имплантация интрастромальных колец

Стромальные или роговичные кольца представляют собой небольшие элементы полукруглой формы из инертного материала, обладающего биосовместимостью с роговой оболочкой (рис. 46).

Интрастромальные роговичные кольца изготавливаются из полиметилметакрилата. Сегмент имеет форму полукольца с длиной дуги  $160^\circ$  градусов, поперечным срезом в виде полусферы, основанием 0,6 мм.



*Рис. 46. Варианты роговичных колец*

<https://files.eyepress.ru/0005064/25547p05.jpg>

Помещенные в строму роговицы кольца обеспечивают уплощение центральной и периферической областей роговицы, сохраняя ее сферичность (рис. 47). Отмечается улучшение биомеханических свойств роговой оболочки и создание дополнительного каркаса за счет имплантированного кольца.

Размер кольца определяет рефракционный эффект: лучший рефракционный результат обеспечивает более толстое кольцо с минимальным диаметром.

Имплантация колец осуществляется глубоко в толщу стромы роговой оболочки (кераринг).



Рис. 47. Роговичные кольца

*А – схема расположения колец; Б – положение колец в роговой оболочке.*

[https://avatars.mds.yandex.net/get-images-cbir/5517719/xXB8DEmkXvwn\\_Afres-LTQ8079/ocr](https://avatars.mds.yandex.net/get-images-cbir/5517719/xXB8DEmkXvwn_Afres-LTQ8079/ocr)

<https://keratoconusa.net/images/newimages/intrastromalnie-koltsa-segmenti.jpg>

#### Показания к имплантации интрастромальных колец

- кератоконус I-III стадии (прогрессирующе течение и при непереносимости контактной коррекции);
- сочетание кератоконуса с миопией средней и высокой степени;
- вторичные кератэктазии различной этиологии, в том числе после эксимерлазерных рефракционных операций;
- иррегулярный астигматизм посттравматического характера;
- иррегулярный астигматизм после радиальной кератотомии;
- краевая дегенерация роговицы.

#### Противопоказания к имплантации интрастромальных колец

- **абсолютные**
  - ✓ кератоконус IV стадии;
  - ✓ острый кератоконус;
  - ✓ толщина роговицы менее 350 мкм;
  - ✓ рубцы роговицы;
  - ✓ глаукома, офтальмогипертензия;
  - ✓ острые и хронические воспалительные заболевания глаз в стадии обострения;
  - ✓ общесоматические заболевания в стадии декомпенсации;

- **относительные**

- ✓ превышение диаметра зрачка диаметра интрастромального кольца в мезопических условиях;
- ✓ астигматизм высокой степени после кератопластики;
- ✓ наличие у пациента неоправданных ожиданий.

#### Преимущества имплантации роговичных колец

- обеспечение стабилизации течения кератоконуса;
- возможность регулирования и удаления колец;
- абсолютная биосовместимость материала изготовления колец с тканями глазного яблока;
- короткий реабилитационный период после операции;
- возможность применения контактных линз;
- отсутствие возрастных ограничений на проведение операции.

#### Осложнения имплантации роговичных колец

- перфорация роговицы и выход кольца в переднюю камеру глаза во время операции;
- присоединение вторичной инфекции с развитием кератита;
- дислокация и ассиметричное положение сегментов в роговичных карманах;
- врастание эпителия в области разрезов;
- неоваскуляризация роговицы;
- послеоперационная экстрюзия (выталкивание) стромального кольца.

При необходимости проблемные роговичные сегменты могут быть удалены, что встречается в 10% случаев.

### **Хрусталиковая рефракционная хирургия**

#### Виды

- удаление прозрачного хрусталика – рефракционная факоэмульсификация с или без имплантации интраокулярной линзы (ИОЛ).

#### Показания к рефракционной факоэмульсификации

- ✓ миопия до 20,0 D;
- ✓ гиперметропия высокой степени;
- имплантация факичной ИОЛ – имплантация дополнительной ИОЛ при

наличии собственного хрусталика. Подобные операции выполняются в тех случаях, когда имеются противопоказания для лазерной коррекции зрения:

- недостаточная толщина роговицы;
- изменение кривизны роговицы (кератоконус, кератоглобус).

В ходе операции факичную ИОЛ в зависимости от ее вида имплантируют в переднюю или заднюю камеру глаза перед прозрачным хрусталиком (рис. 48). Имплантация факичных ИОЛ применяется в тех случаях, когда у пациента еще не утрачена естественная аккомодация. При необходимости факичные ИОЛ могут быть извлечены из глаза без нарушения его структуры и анатомии.



*А*

*Б*

*Рис. 48. Переднекамерная факичная интраокулярная линза  
А – внешний вид линзы; Б – положение линзы в глазу.*

[https://medgaz.ru/images/center/F\\_lense\\_1.jpg](https://medgaz.ru/images/center/F_lense_1.jpg)

#### Показания к имплантации факичной ИОЛ

- миопия высокой степени до 25,0 D;
- гиперметропия высокой степени до 20,0 D;
- астигматизм до 6,0 D.

#### Виды факичных ИОЛ

- переднекамерные устанавливаются перед радужной оболочкой (рис. 48);
- иридофиксационные устанавливаются непосредственно на радужку;
- заднекамерные устанавливаются позади радужки.

#### Противопоказания к имплантации факичной ИОЛ

- нестабильная рефракция (при астигматизме и миопии);
- первичные и вторичные дистрофии роговицы (малое количество эндотелиоцитов роговой оболочки);
- острые и хронические иридоциклиты;
- хориоретинальные заболевания (макулодистрофии, ретинопатии различного генеза);
- макулярный отек различного генеза;
- глаукома, офтальмогипертензия;
- катаракта;
- общесоматические заболевания в стадии декомпенсации;
- беременность и период лактации.

#### Осложнения имплантации факичной ИОЛ

- развитие и прогрессирование катаракты;
- ятрогенное повреждение эндотелия роговицы;
- присоединение вторичной инфекции в послеоперационном периоде;
- отслойка сетчатки.

---

## ПРОФИЛАКТИКА МИОПИИ

---

Первостепенное значение для предупреждения тяжелых осложнений миопии является ее профилактика, которая должна начинаться в детском возрасте. Основу профилактики составляет общее укрепление и физическое развитие организма, правильное обучение чтению и письму, соблюдение режима труда и отдыха, перерывы при работе с гаджетами, соблюдение оптимального расстояния до объекта при зрении вблизи (35–40 см), достаточное освещение рабочего места, организация эргономичного рабочего места, ровное положение корпуса при работе на близком расстоянии.

Большое значение имеет выявление лиц с повышенным риском развития миопии. В эту группу включаются дети с выявленной близорукостью; лица, чьи родственники страдают данным заболеванием, а

также дети с дисплазией соединительной ткани. Таким пациентам рекомендуется больше находиться на свежем воздухе (рекомендованное время прогулок не менее 2–2,5 часов в день), дозированная зрительная нагрузка вблизи, ограничение времени работы с гаджетами, проведение специальных упражнений для тренировки аккомодации либо лечения спазма аккомодации, витаминотерапия.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите один правильный вариант ответа.

**1. Дальнейшая точка ясного зрения при эметропии находится**

- a) в бесконечности
- b) на близком, конечном расстоянии
- c) в отрицательном пространстве за глазом

**2. Дальнейшая точка ясного зрения при миопии находится**

- a) в бесконечности
- b) на близком, конечном расстоянии
- c) в отрицательном пространстве за глазом

**3. Дальнейшая точка ясного зрения при гиперметропии находится**

- a) в бесконечности
- b) на близком, конечном расстоянии
- c) в отрицательном пространстве за глазом

**4. Астигматизм – это**

- a) сочетание в одном глазу разных видов рефракции или разных степеней одного вида рефракции
- b) разница в рефракции между двумя глазами 3,0 D и более
- c) соразмерная клиническая рефракция

**5. Пресбиопия – это**

- a) возрастное ослабление рефракции
- b) возрастное усиление рефракции
- c) сочетание в одном глазу разных видов рефракции или разных степеней одного вида рефракции

**6. При эметропии задний главный фокус находится**

- a) перед сетчаткой
- b) позади сетчатки
- c) на сетчатке

**7. При миопии задний главный фокус находится**

- a) перед сетчаткой
- b) позади сетчатки
- c) на сетчатке

**8. При гиперметропии задний главный фокус находится**

- a) перед сетчаткой
- b) позади сетчатки
- c) на сетчатке

**9. Виды спазма аккомодации**

- a) физиологический, патологический, искусственный
- b) физиологический, искусственный, смешанный
- c) патологический, искусственный, комбинированный

**10. Аккомодация – это**

- a) способность глаза изменять свою преломляющую силу
- b) возрастное ослабление рефракции
- c) возрастное усиление рефракции

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

### Задача № 1

Пациент К., 40 лет, обратился с жалобами на постепенное ухудшение зрения обоих глаз при работе вблизи.

Объективно:

Vis OD = 1,0

Vis OS = 1,0

По данным авторефрактометрии: OD – Em, OS – Em.

Биомикроскопия переднего отрезка обоих глаз – преломляющие среды прозрачны.

Офтальмоскопия обоих глаз – глазное дно без патологии.

### Вопрос 1

Установите диагноз.

1. Пресбиопия
2. Емметропия
3. Астигматизм

### Вопрос 2

Дайте рекомендации.

1. Соблюдение зрительного режима, лечение не требуется
2. Подбор очков для работы вблизи: OD = +1,0 D, OS = +1,0 D
3. Повторный офтальмологический осмотр через 6 месяцев.

### Вопрос 3

Пресбиопия – это

1. Возрастное ослабление рефракции
2. Возрастное усиление рефракции
3. Сочетание разных видов рефракции в одном глазу

### Задача № 2

Родители ребенка Н., 12 лет, обратились с жалобами на постепенное ухудшение у мальчика зрения обоих глаз при взгляде вдаль. Со слов родителей, жалобы беспокоят ребенка несколько недель.

Объективно:

Vis OD = 0,3 с -1,5 D =1,0

Vis OS = 0,3 с -1,5 D =1,0

По данным авторефрактометрии: OD – М 1,75 D, OS – М 1,5 D.

### **Вопрос 1**

*Установите диагноз.*

- 1. Привычно-избыточное напряжение аккомодации*
- 2. Миопия слабой степени обоих глаз*
- 3. Астенопия*

### **Вопрос 2**

*Назначьте лечение.*

- 1. Проведение курса медикаментозной циклоплегии*
- 2. Подбор очков для дали: OD= -1,5 D, OS= -1,5 D*
- 3. Соблюдение зрительного режима, проведение зарядки для глаз*

### **Вопрос 3**

*Аккомодация – это*

- 1. Способность глаза изменять свою преломляющую силу*
- 2. Возрастное ослабление рефракции*
- 3. Возрастное усиление рефракции*

### **Задача №3**

Пациент В., 25 лет, обратился с жалобами на низкое предметное зрение обоих глаз, плавающие «мушки» перед глазами. Жалобы беспокоят со школьного возраста, когда впервые была диагностирована миопия.

*Объективно:*

Vis OD = 0,08 с -7,5D =1,0

Vis OS = 0,09 с -7,0 D =1,0

По данным авторефрактометрии: OD – М 8,0 D, OS – М 7,5 D.

Биомикроскопия переднего отрезка обоих глаз – преломляющие среды прозрачны.

По данным А-сканирования передне-задний размер обоих глаз – 26 мм. Офтальмоскопия обоих глаз: чуть косо врезан ДЗН, с височной стороны кнутри – участки решетчатой дегенерации сетчатки.

### **Вопрос 1**

*Установите диагноз.*

- 1. Осевая миопия высокой степени обоих глаз, хориоретинальная форма. Периферические хориоретинальные дегенерации*
- 2. Миопия высокой степени обоих глаз. Периферические хориоретинальные дегенерации*
- 3. Стойкий спазм аккомодации*

### **Вопрос 2**

*Дайте рекомендации.*

- 1. Соблюдение зрительного режима, курс медикаментозной циклоплегии*
- 1. Подбор оптической или контактной коррекции*
- 2. Проведение барьерной лазеркоагуляции сетчатки обоих глаз, подбор оптической и контактной коррекции*

### **Вопрос 3**

*Астигматизм – это*

- 1. Сочетание в одном глазу разных видов рефракции или разных степеней одного вида рефракции*
- 2. Разница в рефракции между двумя глазами 3,0 D и более*
- 3. Соразмерная клиническая рефракция*

## ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Номер вопроса	Номер ответа
1	a
2	b
3	c
4	a
5	a
6	c
7	a
8	b
9	a
10	a

## ОТВЕТЫ К СИТУАЦИОННЫМ ЗАДАЧАМ

### Задача № 1

- 1 вопрос – 1,
- 2 вопрос – 2,
- 3 вопрос – 1.

### Задача № 2

- 1 вопрос – 1,
- 2 вопрос – 1,
- 3 вопрос – 1.

### Задача № 3

- 1 вопрос – 1,
- 2 вопрос – 3,
- 3 вопрос – 1.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература:

1. Офтальмология [Электронный ресурс] : национальное руководство: / С. Э. Аветисов, Е. А. Егоров, Л. К. Мошетова [и др.]. – Электрон. текстовые дан. – Москва : ГЭОТАР - Медиа, 2018. – 904 с. – Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru>.
2. Офтальмология [Электронный ресурс] : учебник / ред. Е. И. Сидоренко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электрон. текстовые дан. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 640 с. – Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru>.

### Дополнительная литература:

1. Офтальмология [Текст] : учебник для студентов медицинских вузов, обучающихся по специальности 040100 – Лечебное дело, 040200 – Педиатрия, 040300 – Медико-профилактическое дело, 040400 – Стоматология / ред. : Е. И. Сидоренко. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 408.
2. Глазные болезни [Электронный ресурс] : учебник / ред. В. Г. Копаева. – Электрон. текстовые дан. – М. : Медицина, 2008. – 560 с. – Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru>.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА .....	4
Физическая рефракция .....	4
Клиническая рефракция .....	6
ОПТИЧЕСКИЕ СТЕКЛА .....	16
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕФРАКЦИИ .....	19
Субъективные методы определения рефракции .....	19
Объективные методы определения рефракции .....	21
АККОМОДАЦИЯ .....	24
Аккомодационный аппарат глаза .....	25
Аккомодация .....	29
Патология аккомодации .....	33
ВИДЫ АМЕТРОПИИ И ПРАВИЛА КОРРЕКЦИИ.....	38
Гиперметропия .....	38
Миопия .....	41
Контактная коррекция аномалий рефракции.....	49
ЛЕЧЕНИЕ МИОПИИ .....	54
Немедикаментозное лечение спазма аккомодации и ПИНА ...	55
Медикаментозное лечение спазма аккомодации и ПИНА .....	57
Медикаментозное лечение миопии .....	58
Хирургическое лечение миопии .....	59
Склероукрепляющие операции .....	59
Лазеркоагуляция сетчатки .....	61
Рефракционные операции .....	62
Роговичная рефракционная хирургия .....	62
Хрусталиковая рефракционная хирургия .....	75
ПРОФИЛАКТИКА МИОПИИ .....	77
Тестовые задания .....	79
Ситуационные задачи .....	81
Ответы на тестовые задания .....	84
Ответы к ситуационным задачам .....	85
Список рекомендуемой литературы .....	86

Учебное издание

**Татьяна Александровна Жигальская**  
**Анна Андреевна Крылова**  
**Ольга Ивановна Кривошеина**

**ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА,  
РЕФРАКЦИЯ И АККОМОДАЦИЯ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Редактор Харитоновна Е.М.  
Технический редактор Забоенкова И.Г.  
Обложка Харитоновна Е.М.

Издательство СибГМУ  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 107  
тел. +7 (3822) 901–101, доб. 1760  
E-mail: [otd.redaktor@ssmu.ru](mailto:otd.redaktor@ssmu.ru)

---

Подписано в печать 30.05.2023 г.  
Формат 60x84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.  
Печать цифровая. Гарнитура «Times». Печ. л. 5,5. Авт. л. 3,5  
Тираж 100 экз. Заказ № 25

---

Отпечатано в Издательстве СибГМУ  
634050, Томск, ул. Московский тракт, 2  
E-mail: [lab.poligrafii@ssmu.ru](mailto:lab.poligrafii@ssmu.ru)