



ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Капустина Е.В.

# ФИЗИКА

КОНСПЕКТЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

ОПТИЧЕСКИЕ  
ЯВЛЕНИЯ

8

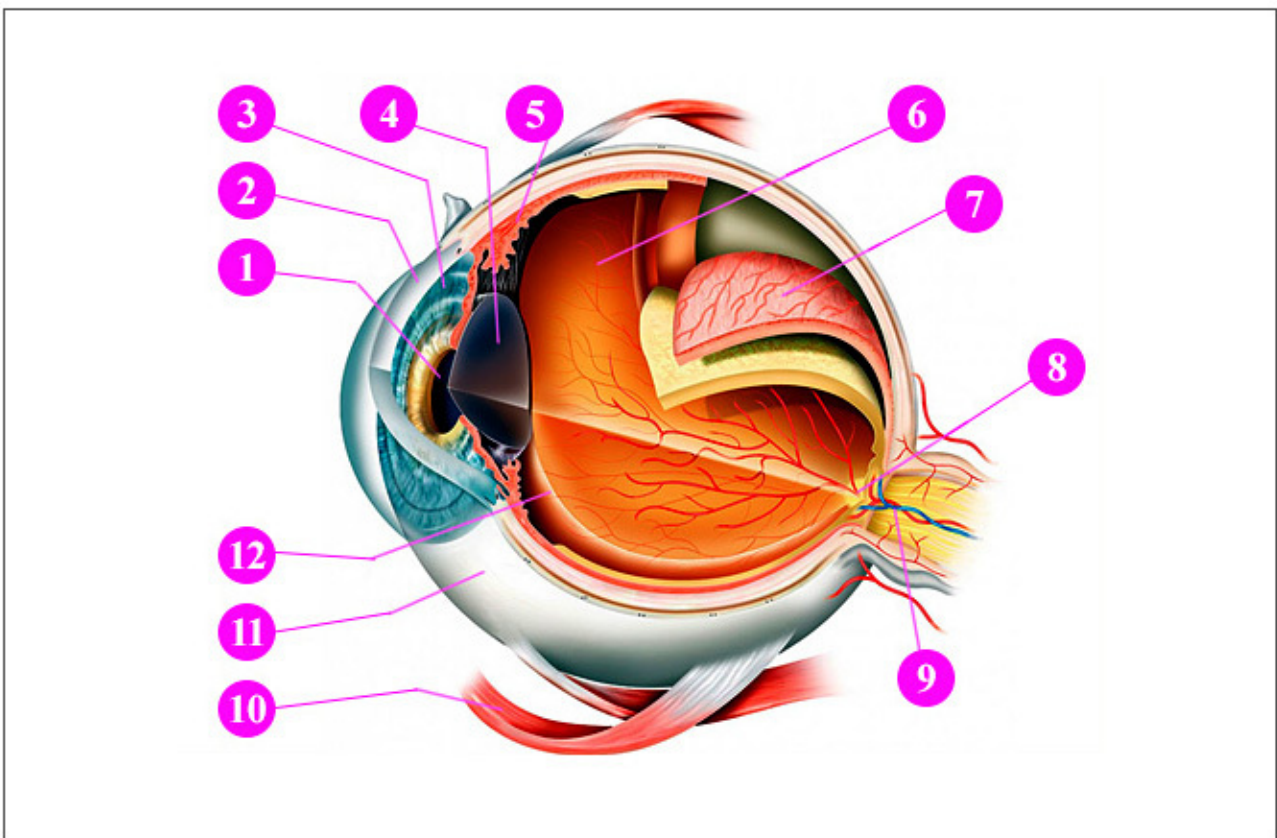
# Урок №5.

**Строение глаза.  
Изображение в глазе.  
Очки.**

## 1. СТРОЕНИЕ ГЛАЗА

Работа глаза и зрительного восприятия видимого мира представляют собой сложные физические, физиологические и психологические процессы. По подсчетам ученых, около 90% всей информации о внешнем мире человек получает благодаря зрению. Оно обеспечивает восприятие разнообразных предметов, их цвет, форму, линейные размеры, объем, расстояние до них, взаимное расположение в пространстве. С помощью зрения человек воспринимает и различает буквы, цифры, рисунки. Практически все виды трудовой деятельности человека осуществляются при участии зрения.

**Глаз человека – это уникальный оптический инструмент (рис. 1).**



*Рис. 1. Строение глаза.*

Глаз имеет форму сферы или шара, поэтому его еще называют глазным яблоком. Глазное яблоко – очень нежная структура, поэтому располагается в костном углублении черепа – глазнице, где частично оно укрыто от возможного повреждения. Рассмотрим строение основных структур глаза и их назначение (таблица №1).

Таблица №1. Строение глаза

Элемент глаза	Назначение
1. Зрачок	Зрачок – это отверстие в радужной оболочке, через которое в глаз проникают световые лучи. В зависимости от освещенности размеры зрачка изменяются от 2 до 8 мм.
2. Роговица	Роговица – это прозрачная часть склеры. Роговица имеет выпуклую в передней части и вогнутую сзади форму и как бы вставлена своим краем в тело склеры, наподобие стекла от часов. <b>Роговица является частью светопреломляющего аппарата глаза.</b> Предохраняет глаз от механических и химических повреждений, пыли, от микробов.
3. Радужка	Радужка – это тонкая и подвижная диафрагма со зрачковым отверстием в центре (напоминает по форме диск с отверстием в центре). Путём сужения и расширения радужка регулирует поступление света через зрачок на сетчатку.
4. Хрусталик	Хрусталик – это биологическая двояковыпуклая линза, расположенная внутри глазного яблока, позади радужной оболочки, напротив зрачка. Снаружи хрусталик покрыт эластичной капсулой. Эта внешняя оболочка хрусталика достаточно тонкая, прозрачная и эластичная, что обеспечивает изменение кривизны хрусталика при аккомодации. Внутренняя часть хрусталика состоит из прозрачного вещества белкового происхождения. <b>Хрусталик является частью светопреломляющего аппарата глаза.</b>
5. Цилиарное тело	Цилиарное (ресничное) тело - это часть средней (сосудистой) оболочки глаза, которая служит для подвешивания хрусталика и обеспечения процесса аккомодации. Цилиарное (ресничное) тело образовано соединительной тканью, сосудами, мышечной тканью, отростками ресничного тела. К этим отросткам крепится хрусталик. Если глаз находится в спокойном состоянии, ресничная мышца расслаблена, хрусталик имеет большой радиус кривизны (он уплощен) и его оптическая сила наименьшая. Этому состоянию соответствует рассматривание удаленных предметов. При рассматривании близких предметов ресничная мышца сокращается, хрусталик становится более выпуклым, а, следовательно, оптическая сила его увеличивается. Происходит это рефлекторно, то есть без участия сознания. В результате различной степени напряжения ресничной мышцы и изменения оптической силы хрусталика даваемое им изображение оказывается на сетчатке и становится резким.

Таблица №1. Строение глаза

Элемент глаза	Назначение
6. Сетчатка	<b>Сетчатка – это внутренняя светочувствительная оболочка глаза.</b> Сетчатка преобразует световое раздражение в нервное возбуждение и осуществляет первичную обработку зрительного сигнала. На сетчатке расположены палочки и колбочки. Палочки отвечают за так называемое сумеречное зрение, с помощью которого различаются формы и размеры предметов, но не цвета. Цветовое зрение осуществляется с помощью колбочек. <b>Дальтонизм</b> – нарушение цветового зрения из-за отсутствия определенного типа колбочек в сетчатке глаза.
7. Сосудистая оболочка	Сосудистая оболочка выстилает склеру изнутри. Она обеспечивает кровоснабжение и питание внутриглазных структур, а также поддерживает тонус глазного яблока.
8. Зрительный нерв	Зрительный нерв осуществляет доставку нервных сообщений в область головного мозга, ответственную за обработку и восприятие световой информации, то есть в затылочную долю больших полушарий головного мозга.
9. Сосуды глаза	Любые нарушения кровообращения глазных яблок немедленно ведут к нарушению их функционирования, поэтому глаза снабжены богатой, разветвленной сетью кровеносных сосудов, которые обеспечивают работу и питание всех его тканей.
10. Мышцы глаза	Свободные движения глазного яблока обеспечиваются глазодвигательными наружными мышцами, точная и слаженная работа которых позволяет человеку видеть окружающий мир двумя глазами, то есть бинокулярно.
11. Склера	Склера – это наружная защитная оболочка глаза. Склера придает глазному яблоку форму, то есть выполняет опорную функцию. Склера окружает собой практически 80% глазного яблока и переходит в роговицу в передней части глаза.
12. Стекловидное тело	Стекловидное тело – это прозрачное бессосудистое студенистое вещество, заполняющее полость глаза между сетчаткой и хрусталиком. Стекловидное тело поддерживает плотность

Таблица №1. Строение глаза

Элемент глаза	Назначение
12. Стекловидное тело	глазного яблока и прилегает к сетчатке глаза, фиксируя её. <b>Стекловидное тело – часть оптической среды глаза, обеспечивающая прохождение световых лучей к сетчатке.</b>
Передняя и задняя камеры глаза	Передняя камера располагается между роговицей и радужной оболочкой. Задняя камера располагается между радужной оболочкой и хрусталиком. Передняя и задняя камеры заполнены бесцветной внутриглазной жидкостью или водянистой влагой, которая постоянно циркулирует в глазу и омывает роговицу, хрусталик, при этом питая их, так как собственных сосудов у этих структур глаза нет. <b>Водянистая влага является частью светопреломляющего аппарата глаза.</b>

К вспомогательному аппарату глаза относятся брови, веки с ресницами и слезные железы. Благодаря бровям, стекающий со лба пот не попадает в глаза. Веки с ресницами защищают глаза от пыли, ярких лучей. Веки непроизвольно, периодически, рефлекторно смыкаются и размыкаются, равномерно смачивая поверхность глаза слезной жидкостью. Слезы увлажняют, очищают и дезинфицируют роговицу глаза.

Кроме того, защитные реакции глаза основываются и на мигательном рефлексе, который срабатывает во время действия раздражителя (прикосновение к ресницам, внезапное резкое освещение). При этом глаз рефлекторно прищуривается, уменьшая открытую незащищенную веком поверхность.

## 2. ИЗОБРАЖЕНИЕ В ГЛАЗЕ

### Как возникает изображение на сетчатке глаза?

Четкое изображение предметов на сетчатке обеспечивается сложной уникальной оптической системой глаза, оптический центр которой находится внутри хрусталика вблизи задней его поверхности.

В этой системе можно выделить несколько наиболее важных структур. Это **роговица, хрусталик, жидкость передней и задней глазных камер, стекловидное тело и сетчатка**. В основном, именно от состояния этих пропускающих, преломляющих и воспринимающих свет структур, степени их прозрачности зависит качество зрения человека.

- **Роговица** сильнее всех других структур преломляет световые лучи, далее проходящие через зрачок, который выполняет функцию диафрагмы. Образно говоря, как в хорошем фотоаппарате диафрагма регулирует поступление световых лучей и в зависимости от фокусного расстояния позволяет получать качественное изображение, так и зрачок функционирует в глазу. Оптическая сила роговицы приблизительно равна 43 диоптрии.
- **Хрусталик** значительно преломляет и пропускает световые лучи далее на световоспринимающую структуру – сетчатку, своеобразную фотоплёнку. Оптическая сила хрусталика приблизительно равна 18 диоптрий.
- **Жидкость глазных камер и стекловидное тело** также обладают преломляющими свет свойствами, но не такими значительными. Тем не менее, состояние стекловидного тела, степень прозрачности водянистой влаги глазных камер, наличие в них крови или других плавающих помутнений тоже может влиять на качество зрения. Оптическая сила жидкости глазных камер и стекловидного тела вместе составляет около 5 диоптрий.
- В норме световые лучи, пройдя через все прозрачные оптические среды, преломляются так, что попадая на сетчатку глаза, формируют уменьшенное, перевернутое, действительное изображение.

Окончательный анализ и восприятие полученной глазом информации происходит в коре затылочных долей головного мозга (рис. 2).

У человека два глаза. Если оба глаза сосредоточены на рассматривании одного и того же предмета, то изображения в обоих глазах возникают в соответственных точках сетчатки. При этом изображения воспринимаются как единый зрительный образ. Такое зрение называют **бинокулярным**.

При бинокулярном зрении оба глаза человека воспринимают один предмет несколько по-разному, как бы с двух сторон. С изменением расстояния до рассматриваемого предмета восприятие предмета каждым глазом меняется. За счет этого возникает **стереоскопический эффект** – объемное восприятие предметов и представление о степени удаленности предмета от наблюдателя.

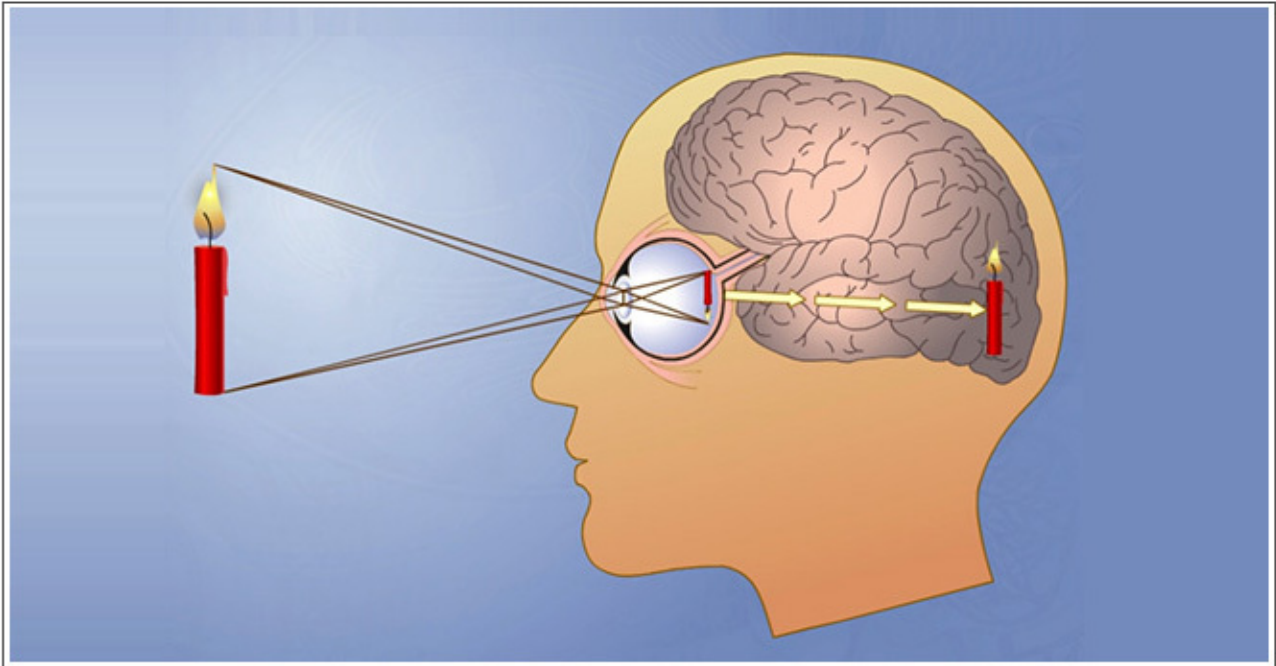


Рис. 2. Изображение на сетчатке и зрительный образ

### Выводы.

1. Глаз человека – это сложная оптическая система.
2. Свет, который попадает в глаз, преломляется на роговице, на водянистой жидкости глазных камер, хрусталике и стекловидном теле.
3. На сетчатке образуется действительное, уменьшенное, перевернутое изображение.
4. В зрительных нервных зонах коры головного мозга формируется изображение таким, каким оно является в действительности.

### 3. АККОМОДАЦИЯ

Для четкого восприятия предметов необходимо, чтобы их изображение всегда фокусировалось в центре сетчатки.



Функционально глаз приспособлен для рассматривания отдаленных предметов. Однако люди могут четко различать предметы, расположенные на разном расстоянии от глаза благодаря способности хрусталика изменять свою кривизну, а соответственно и преломляющую силу глаза. Свойство глаза приспособляться к четкому видению предметов, расположенных на разном расстоянии, называют аккомодацией.

**Аккомодация – это способность глаза изменять кривизну хрусталика в такой степени, чтобы изображение предмета всегда попадало на сетчатку.**

Аккомодация происходит непроизвольно и очень быстро. Как только взгляд переводится с одного предмета на другой, нарушается резкость изображения, о чем в мозг моментально поступает сигнал. Под действием специальной мышцы радиус сферических поверхностей хрусталика изменяется. Это приводит к изменению фокусного расстояния и оптической силы глаза и позволяет человеку отчетливо видеть как далекие, так и близкие предметы.

Приспособление глаза или аккомодация не безгранична.

**Точка, которую видит глаз при расслабленной глазной мышце, то есть когда хрусталик не деформирован, называется дальней точкой.**

**Точка, видимая при максимальном напряжении глазной мышцы, то есть при максимально возможной деформации хрусталика, называется ближней точкой.**

Заметим, что:

- расстояние ближней точки от глаза меняется с возрастом: от 12 см в 20 лет до 50 см в 60 лет;
- дальняя точка лежит в бесконечности;
- **расстояние наилучшего зрения** для нормального глаза составляет около 25 см.

Еще необходимо отметить следующие важные свойства глаза:

- **адаптация** – приспособление глаза к различным условиям освещенности;

- **острота зрения** – способность видеть две близкие точки (предельный угол зрения равен одной минуте -  $1'$ );
- **поле зрения** – пространство, которое можно охватить взглядом при фиксированном состоянии глазного яблока. По вертикали –  $125^\circ$ , по горизонтали –  $150^\circ$ .

#### 4. УГОЛ ЗРЕНИЯ

Остановимся более подробно на понятии угла зрения. Оно является ключевым для понимания принципов работы различных оптических приборов, в том числе и глаза.

Размер изображения на сетчатке зависит от размеров предмета и расстояния от него до сетчатки, то есть от угла, под которым рассматривают предмет. Этот угол называют углом зрения.

**Угол зрения** – это угол  $\alpha$  между двумя прямыми, проведенными от оптического центра  $O$  глаза к концам предмета (рис. 3).

**Оптический центр глаза находится внутри хрусталика вблизи задней поверхности хрусталика.**

Чем дальше от глаза расположен предмет, тем меньше угол зрения и меньше размер изображения на сетчатке глаза (рис. 3).

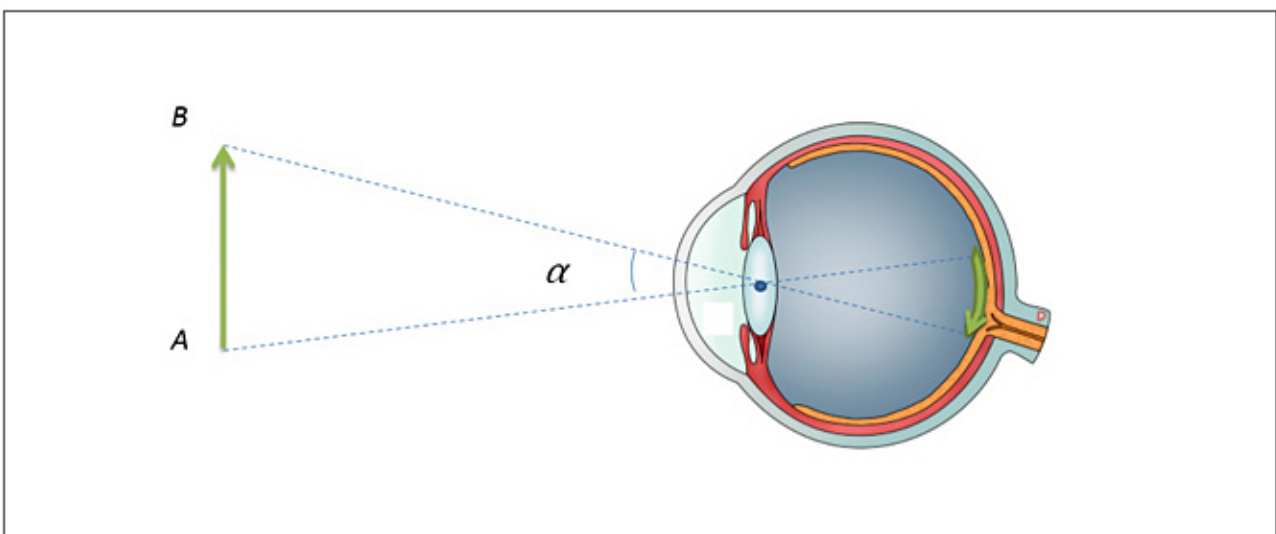


Рис. 3. Предмет расположен далеко, угол зрения мал

С приближением предмета к глазу угол зрения возрастает, и размер изображения на сетчатке тоже увеличивается (рис.4).

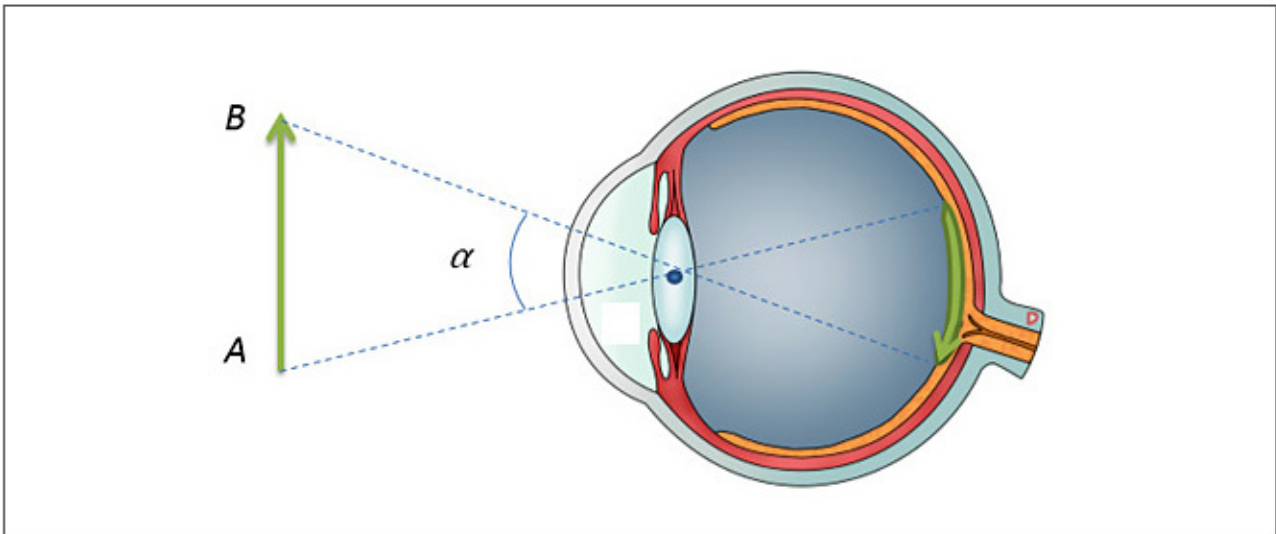


Рис. 4. Предмет расположен близко, угол зрения велик

Размер изображения на сетчатке – вот что важно для подробного рассмотрения предмета. Сетчатка, напомним, состоит из нервных окончаний зрительного нерва. Поэтому чем крупнее изображение на сетчатке, тем больше нервных окончаний раздражается идущими от предмета световыми лучами, тем больший поток информации о предмете направляется по зрительному нерву в мозг – и, следовательно, тем больше подробностей мы различаем, тем лучше видим мы предмет.

Одно из условий отчетливого видения состоит в том, чтобы угол зрения предмета не был меньше предельного угла. Две точки предмета остаются раздельно видимыми тогда, когда расстояние между их изображениями на сетчатке не меньше 0,004 мм. В противном случае две точки сливаются в одну точку. Этому предельному расстоянию соответствует угол, равный одной минуте ( $1'$ ), который и является **предельным углом зрения**.

## 5. БЛИЗОРУКОСТЬ И ДАЛЬНОЗОРКОСТЬ. ОЧКИ

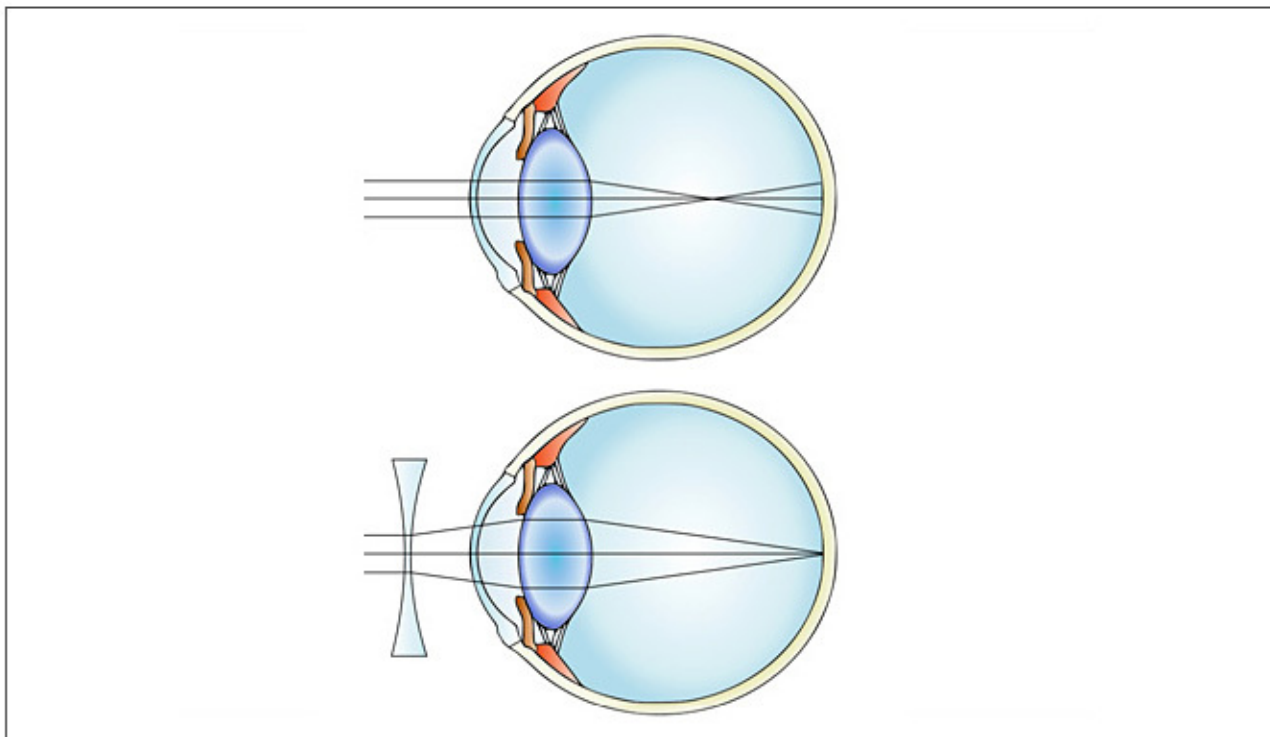
Повторим еще раз, что благодаря аккомодации изображение рассматриваемых предметов получается на сетчатке глаза (рис. 2). Это осуществимо, если глаз нормальный. Нормальный глаз фокусирует параллельные лучи на сетчатке и поэтому человек может четко видеть предметы, не испытывая напряжения.

**Фокусное расстояние нормального глаза в расслабленном состоянии равно расстоянию от оптического центра до сетчатки.**

Однако вследствие различных причин, оптическая система глаза может несколько измениться. Это приводит к тому, что изображения предметов образуются не на сетчатке глаза, а перед ней (рис. 5) или за ней (рис. 6). Люди с первым недостатком зрения плохо видят удаленные предметы. Такой недостаток зрения называется близорукостью. Во втором случае, когда изображение образуется за сетчаткой глаза, люди плохо видят вблизи. Такой недостаток зрения называется дальнозоркостью.

**Близорукость – это отклонение от нормальной способности оптической системы глаза преломлять лучи, которое заключается в том, что изображения предметов, расположенных далеко от глаз, возникают перед сетчаткой.**

**Близорукость – это дефект зрения, при котором фокусное расстояние расслабленного глаза меньше расстояния от оптического центра до сетчатки.**



*Рис. 5. Схема преломления световых лучей и коррекция зрения при близорукости*

Близорукость бывает врожденной и приобретенной. При **врожденной близорукости** глазное яблоко имеет удлиненную форму, поэтому лучи от предметов фокусируются перед сетчаткой, изображение отдельных предметов нечеткое, расплывчатое.

Четко видны предметы, расположенные на близком расстоянии от глаза.

**Приобретенная близорукость** развивается при увеличении кривизны хрусталика в результате нарушения обмена веществ или гигиены зрения. Основные причины приобретенной близорукости – повышенная нагрузка на зрение, плохое освещение, недостаток витаминов. Также одной из причин развития близорукости является перенапряжение ресничных мышц хрусталика во время работы с очень мелкими предметами, длительное чтение при плохом освещении, при чтении в транспорте. Слишком яркое освещение сильно раздражает фоторецепторы сетчатки глаза, что тоже вредит зрению. Свет должен быть мягким, не слепить глаза. Яркое свечение экранов мобильных телефонов также негативно влияет на зрение человека.

Для исправления близорукости носят очки с **рассеивающими линзами**. Рассеивающие линзы уменьшают оптическую силу преломляющей системы глаза. При этом изображение передвигается на сетчатку глаза (рис. 5).

**Дальнозоркость** – это отклонение от нормальной способности оптической системы глаза преломлять лучи, которое заключается в том, что изображения предметов, расположенных близко к глазам, возникают за сетчаткой.

**Дальнозоркость** – это дефект зрения, при котором фокусное расстояние расслабленного глаза больше расстояния от оптического центра до сетчатки.

При **врожденной дальнозоркости** глазное яблоко укорочено. Поэтому изображение предметов, расположенных близко к глазам, возникают за сетчаткой. Чаще всего дальнозоркость возникает с возрастом (**приобретенная дальнозоркость**). Заболевание обусловлено возрастными изменениями мышц и тканей глаза. Хрусталик со временем уплотняется, теряет эластичность, ресничная мышца слабеет, и глаз теряет способность к нормальному преломлению лучей.

Чтобы передвинуть изображение на сетчатку в дальнозорком глазе, применяют **собирающую линзу**. Собирающая линза увеличивает оптическую силу преломляющей системы глаза (рис.6).

Очки может подбирать только врач – офтальмолог, самостоятельно этого делать нельзя.

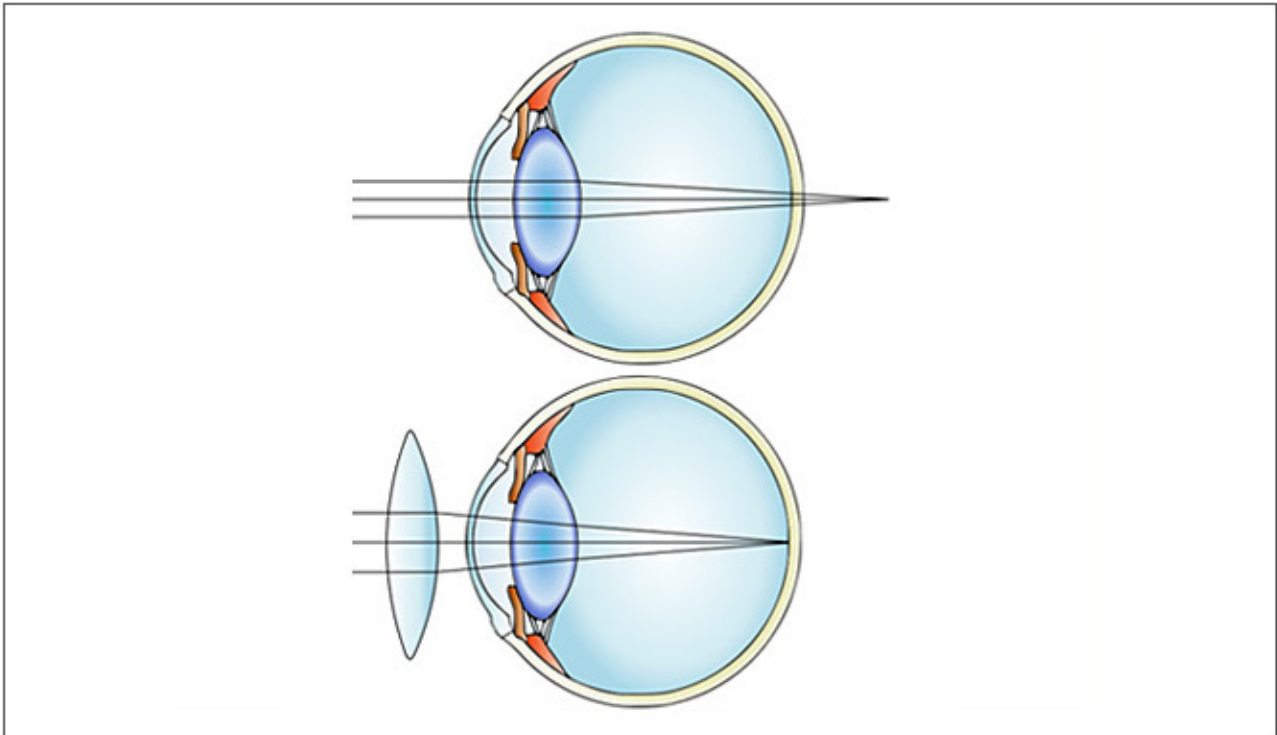


Рис. 6. Схема преломления световых лучей и коррекция зрения при дальнозоркости

**Обобщим информацию о нарушении зрения в виде таблицы №2.**

Нарушение зрения	Близорукость	Дальнозоркость
Фокус глаза при спокойном состоянии глазной мышцы лежит	перед сетчаткой	за сетчаткой
Расположение изображения предмета	ближе к хрусталику, перед сетчаткой	за сетчаткой
Расстояние наилучшего видения	меньше 25 см	на большом расстоянии
Преломляющая сила хрусталика	сильная	слабая
Для устранения недостатка зрения используют линзу	рассеивающую	собирающую

**Нарушение зрения, связанное с неравномерным преломлением света роговицей или хрусталиком, называется астигматизмом.**

При астигматизме обычно снижается острота зрения, изображение нечеткое, искривленное или раздвоенное. Оптическими линзами сферической формы дефект компенсируется не полностью. Поэтому астигматизм исправляют с помощью очков с особыми (цилиндрическими) стеклами. Если астигматизм не лечить, он может привести к косоглазию и резкому падению зрения. Без коррекции астигматизм может вызвать головные боли и резь в глазах.

Таким образом, делаем вывод, что глаз устроен очень сложно и удивительно. Нарушение в состоянии или кровоснабжении любого структурного элемента глаза может отрицательно сказаться на качестве зрения и на качестве жизни в целом.