

## Тема 5.1 Природа света

**Содержание темы:** Полное отражение линзы. Построение изображения в линзах. Формула тонкой линзы. Увеличение линзы. Глаз как оптическая система. Оптические приборы. Телескопы.

### Полное отражение линзы.

**Полное отражение** — это явление, при котором свет, распространяясь из среды с большим показателем преломления в среду с меньшим показателем преломления, полностью отражается от границы раздела сред. [maximumtest.ru](http://maximumtest.ru)

Условие полного внутреннего отражения — угол падения луча света должен превосходить некий критический угол. Например, для воды предельный угол составляет 49 градусов, для стекла — 42 градуса. [maximumtest.runsportal.ru](http://maximumtest.runsportal.ru)

Явление полного отражения используется в призмах полного отражения и световодах. Также оно даёт более яркие изображения, чем зеркала или линзы, потому что 100% падающего света отражается обратно в ту же среду без потери интенсивности, в то время как отражение от зеркал и линз всегда приводит к некоторой потере интенсивности. [vinoglyadov.ucoz.rugeeksforgeeks.org](http://vinoglyadov.ucoz.rugeeksforgeeks.org)

### Построение изображения в линзах.

**Построение изображения в линзах** зависит от типа линзы — собирающей или рассеивающей. [examer.ru](http://examer.ru) [Wika.TutorOnline.ru](http://Wika.TutorOnline.ru)

#### Построение изображения в собирающей линзе

**Для построения изображения точки в собирающей линзе** используют два луча:

- **Первый луч** проходит через оптический центр линзы.
- **Второй луч**, параллельный главной оптической оси, после преломления в линзе проходит через фокус.

[yaklass.ru](http://yaklass.ru)

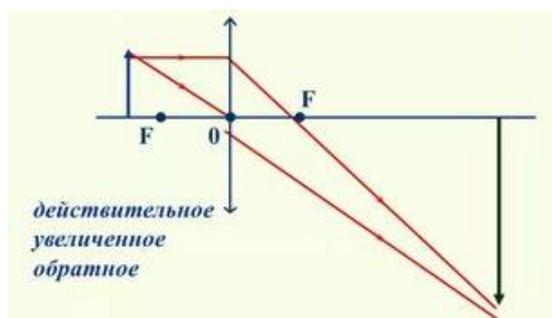
**Изображение точки** — точка пересечения этих лучей. [examer.ru](http://examer.ru) [yaklass.ru](http://yaklass.ru)

**Для построения изображения предмета** (например, отрезка прямой) выбирают две точки — начало и конец отрезка, строят изображения этих точек, а затем соединяют их. [il.tpu.ru](http://il.tpu.ru)

**Характер изображения** в собирающей линзе зависит от положения предмета относительно линзы:

- **Действительное, перевёрнутое, уменьшенное** — если предмет расположен за двойным фокусом. [yaklass.ru](http://yaklass.ru) [Spadilo.ru](http://Spadilo.ru)
- **Действительное, перевёрнутое, равное** — если предмет находится в двойном фокусе. [yaklass.ru](http://yaklass.ru)
- **Действительное, увеличенное, перевёрнутое** — если расстояние от объекта до линзы находится между фокусным и двойным фокусным расстояниями. [Wika.TutorOnline.ru](http://Wika.TutorOnline.ru)

#### Построение изображения в собирающей линзе



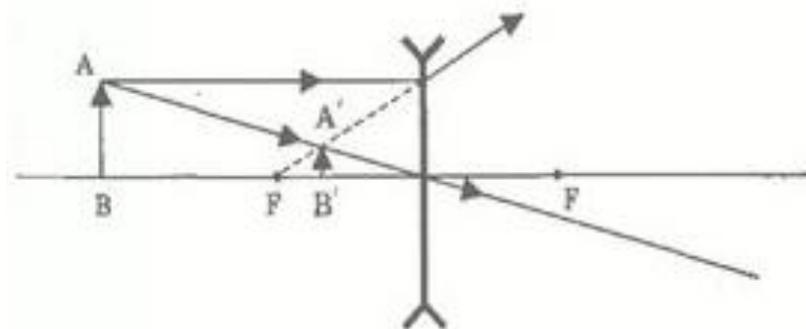
[Видео, объясняющее построение изображения в собирающей линзе.](#)

### Построение изображения в рассеивающей линзе

В **рассеивающей линзе** второй луч после преломления всегда проходит через **мнимый фокус**, расположенный с той же стороны от линзы, что и предмет. [examer.ru](#) [Wika.TutorOnline.ru](#) [yaklass.ru](#)

**Изображение** в рассеивающей линзе **всегда мнимое, прямое и уменьшенное**. Оно находится между предметом и линзой. [examer.ru](#) [Wika.TutorOnline.ru](#) [yaklass.ru](#)

### Построение в рассеивающей линзе



[Видео, объясняющее построение изображения в рассеивающей линзе.](#)

### Формула тонкой линзы.

Формула тонкой линзы:

$$1/F = 1/d + 1/f, \text{ где:}$$

- **F** — фокусное расстояние линзы; [ru.wikipedia.org\\*obrazovaka.ruskysmart.ru](#)
- **d** — расстояние от предмета до линзы; [ru.wikipedia.org\\*obrazovaka.ruskysmart.ru](#)
- **f** — расстояние от линзы до изображения. [ru.wikipedia.org\\*obrazovaka.ruskysmart.ru](#)

Для собирающей линзы фокусное расстояние **F** положительно, для рассеивающей — отрицательно. [obrazovaka.ru](#) [examer.ru](#) [3.shkolkovo.online](#)

### Вывод формулы

Формула выводится из законов геометрии, в частности, подобия треугольников. [examer.ru](#) [videouroki.net](#)

### Применение формулы

Формула позволяет определить одно из расстояний ( $d$ ,  $f$ ,  $F$ ) при известных двух других. Также с её помощью можно рассчитать линейное увеличение линзы — отношение размера изображения к размеру предмета. [maximumtest.ru](http://maximumtest.ru)[interneturok.ru](http://interneturok.ru)[videouroki.net](http://videouroki.net)[mathus.ru](http://mathus.ru)

### Примеры расчетов

**Пример задачи для собирающей линзы:** предмет находится на расстоянии 0,1 м от линзы с оптической силой 2 дптр. Нужно найти, на каком расстоянии от линзы будет изображение. [obrazovaka.ru](http://obrazovaka.ru)

**Решение:**

- Определить фокусное расстояние линзы:  $F = 1/D$ , где  $D$  — оптическая сила. При 2 дптр  $F = 0,5$  м.
- Подставить значения в формулу:  $1/0,1 + 1/f = 1/0,5$ , откуда  $f = -0,125$  м. Изображение предмета мнимое, находится перед линзой, дальше от неё.

[obrazovaka.ruskysmart.ru](http://obrazovaka.ruskysmart.ru)

**Объяснение:** предмет расположен слишком близко к линзе, ближе фокальной плоскости. Чтобы получить действительное изображение, нужно увеличить расстояние от предмета до линзы — например, разместить его на расстоянии 1 м. [obrazovaka.ru](http://obrazovaka.ru)

### Увеличение линзы.

**Увеличение линзы** — это отношение размера изображения, полученного при прохождении света через линзу, к размеру самого предмета. Оно характеризует способность линзы изменять размеры оптического изображения по сравнению с предметом и является одной из основных характеристик оптических систем. [ru.ruwiki.ru](http://ru.ruwiki.ru)[ruil.tpu.ru](http://ruil.tpu.ru)

### Виды увеличения

Некоторые виды увеличения линзы:

- **Линейное (поперечное)** — отношение линейного размера изображения объекта, перпендикулярного оптической оси, к соответствующему размеру самого объекта.
- **Угловое** — отношение угла, под которым видно изображение через оптическую систему, к углу зрения на предмет невооружённым глазом.
- **Продольное** — отношение продольного размера изображения объекта вдоль оптической оси к соответствующему размеру самого объекта.

[ru.ruwiki.ru](http://ru.ruwiki.ru)

### Формула для вычисления увеличения

Увеличение линзы ( $\Gamma$ ) можно выразить как отношение расстояния от линзы до изображения предмета ( $f$ ) к расстоянию от линзы до предмета ( $d$ ):  $\Gamma = f/d$ . [zachnik-com.com](http://zachnik-com.com)[uchi.ru](http://uchi.ru)

Для собирающей линзы  $f$  берётся положительным, для рассеивающей — отрицательным. Соответственно, собирающая линза строит действительное изображение, а рассеивающая — мнимое. [Zachnik.ru](http://Zachnik.ru)

### Примеры задач

Пример задачи на вычисление увеличения линзы:

- Фокусное расстояние линзы — 0,13 м, предмет находится на расстоянии 15 см от неё. Нужно определить увеличение, даваемое линзой.

[uchi.ru](http://uchi.ru)

### Решение:

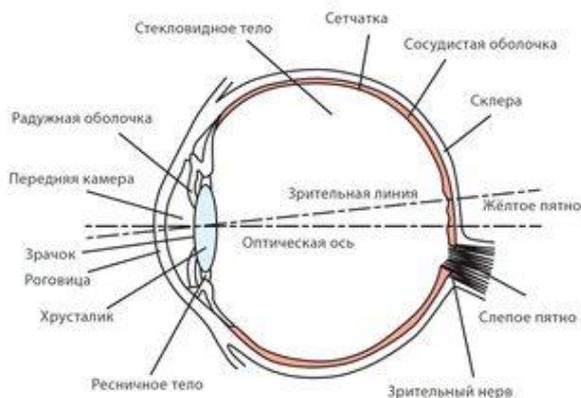
- Определить  $f$  из формулы тонкой линзы:  $1/F = 1/d + 1/f$ ,  $f = d \cdot F/(d - F)$ .
- Подставить значения в формулу увеличения:  $\Gamma = f/d = 0,13 \text{ м}/(0,15 \text{ м} - 0,13 \text{ м}) = \mathbf{6,5}$ .

[uchi.ru](http://uchi.ru)

Ответ: увеличение, даваемое линзой, составляет 6,5 раз. [uchi.ru](http://uchi.ru)

### Глаз как оптическая система.

Глаз человека — сложная оптическая система, которая преобразует световые лучи в изображение, воспринимаемое мозгом. [interoptika.ru/yaklass.ru](http://interoptika.ru/yaklass.ru)



### Основные элементы

Оптическая система глаза включает:

- **Роговицу** — прозрачную оболочку, покрывающую переднюю часть глаза. Имеет большую преломляющую силу. [interoptika.ru/excimerclinic.ru](http://interoptika.ru/excimerclinic.ru)
- **Радужку** — окрашенную часть глаза с отверстием — зрачком. Контролирует размер зрачка и регулирует количество света, попадающего в глаз. [excimerclinic.ruspb.worldvision.clinic](http://excimerclinic.ruspb.worldvision.clinic)
- **Хрусталик** — прозрачное эластичное тело, напоминающее двояковыпуклую линзу. Может менять свою форму, «наводя фокус», что позволяет видеть хорошо и вблизи, и вдали. [multiurok.ru/excimerclinic.ruspb.worldvision.clinic](http://multiurok.ru/excimerclinic.ruspb.worldvision.clinic)
- **Стекловидное тело** — гелеобразное прозрачное вещество, расположенное в заднем отделе глаза. Поддерживает форму глазного яблока и проводит световые лучи. [excimerclinic.ruspb.worldvision.clinic](http://excimerclinic.ruspb.worldvision.clinic)
- **Сетчатку** — внутренний слой глаза, содержащий фоторецепторные клетки (палочки и колбочки). Они преобразуют свет в нервные импульсы, которые передаются по зрительному нерву в мозг. [excimerclinic.ruspb.worldvision.clinic](http://excimerclinic.ruspb.worldvision.clinic)

### Принцип работы

Процесс работы оптической системы глаза включает несколько этапов:

- **Падение света на объект.** Световой луч отражается от предмета и проникает в роговицу.
- **Регулирование света зрачком.** Зрачок контролирует количество света, изменяя свой размер в зависимости от условий освещения.
- **Преломление света хрусталиком.** Световой луч, проходя через зрачок, попадает на хрусталик, который преломляет лучи и направляет их на сетчатку.

- **Формирование изображения на сетчатке.** Свет достигает сетчатки, где создаётся картинка в перевёрнутом и уменьшенном виде.
- **Преобразование света в электрические импульсы.** Фоторецепторы конвертируют световые лучи в электрические сигналы, которые передаются по зрительному нерву в кору головного мозга.

[interoptika.ru](http://interoptika.ru)

Изображение на сетчатке оказывается перевёрнутым, но мозг «переворачивает» его, и человек воспринимает предметы такими, какие они есть на самом деле. [interoptika.ru/упок.пф](http://interoptika.ru/упок.пф)

### Нарушения и их коррекция

Некоторые нарушения оптической системы глаза (аномалии рефракции) и способы их коррекции:

- **Близорукость (миопия).** Лучи фокусируются перед сетчаткой, что затрудняет зрение вдаль. Для коррекции используют рассеивающие (минусовые) линзы. [happylook.rugorizont-optika.ruKrasotaiMedicina.ru](http://happylook.rugorizont-optika.ruKrasotaiMedicina.ru)
- **Дальнозоркость (гиперметропия).** Лучи фокусируются за сетчаткой, что негативно сказывается на зрении вблизи. Корректируют гиперметропию собирающими (плюсовыми) линзами. [happylook.rugorizont-optika.ruKrasotaiMedicina.ru](http://happylook.rugorizont-optika.ruKrasotaiMedicina.ru)
- **Астигматизм.** Свет фокусируется одновременно в нескольких точках, что ухудшает чёткость изображения. Для коррекции используют торические линзы или лазерную коррекцию. [happylook.rugorizont-optika.ruoft.nika-nn.ru](http://happylook.rugorizont-optika.ruoft.nika-nn.ru)

Подбор метода коррекции зрения осуществляется после обследования у офтальмолога. [doctor-shilova.ru](http://doctor-shilova.ru)

### Оптические приборы.

**Оптические приборы** — устройства, в которых преобразуется оптическое излучение (пропускается, отражается, преломляется, поляризуется). Они могут увеличивать, уменьшать или улучшать качество изображения, а также давать возможность увидеть предмет косвенно. [ru.ruwiki.ruru.wikipedia.org](http://ru.ruwiki.ruru.wikipedia.org)\*



### Применение в различных областях

Оптические приборы используются в разных сферах, например:

- **В физике** — для измерения света, его интенсивности, длины волн и других параметров.
- **В медицине** — для диагностики и лечения заболеваний, например, эндоскопы для визуального исследования внутренних органов, лазерные системы для лечения катаракты и коррекции зрения.

- **В астрономии** — для изучения свойств звёзд, планет, галактик и других космических объектов, оптические интерферометры для создания точных изображений отдалённых объектов.
- **В технике** — для точной маркировки и обработки материалов, в системах навигации, измерения и контроля качества, оптические кабели и световоды для передачи информации в оптических сетях.
- **В повседневной жизни** — в фотокамерах и видеокамерах для фиксации изображений, очках, контактных линзах и других средствах оптической коррекции зрения, биноклях и телескопах для наблюдения природы и мероприятий.

[photonics-expo.ru/vesti42.ru](http://photonics-expo.ru/vesti42.ru)

### Виды оптических приборов

Оптические приборы можно разделить на две группы:

- **Визуальные** — действуют только совместно с человеческим органом зрения, не образуют изображений на экране. К ним относятся лупа, микроскоп, телескоп и другие.
- **Приборы для фиксации изображений** — создают действительные изображения, которые можно зафиксировать на плёнке или в цифровом виде. К этой группе относятся фотоаппараты, кино- и видеокамеры, проекционные аппараты.

[resh.edu.ruru.ru/wiki.ru](http://resh.edu.ruru.ru/wiki.ru)

### Примеры оптических приборов

Некоторые примеры оптических приборов:

- **Лупа** — создаёт мнимое увеличенное изображение предмета с помощью одной выпуклой линзы. [ru.ru/wiki.ru](http://ru.ru/wiki.ru)
- **Микроскоп** — увеличивает изображения очень мелких объектов, например, бактерий и клеток. [ru.ru/wiki.ruru.ru/wiki.ru](http://ru.ru/wiki.ruru.ru/wiki.ru)
- **Телескоп** — состоит из собирающих оптических систем — объектива и окуляра, создаёт перевёрнутое изображение далёкого объекта. [ru.ru/wiki.ru](http://ru.ru/wiki.ru)
- **Фотоаппарат** — позволяет записывать неподвижное и движущееся изображение на фотоматериалах, магнитной ленте или в цифровой памяти. [ru.ru/wiki.ruru.wikipedia.org](http://ru.ru/wiki.ruru.wikipedia.org)\*
- **Проектор** — создаёт действительное изображение плоского предмета небольшого размера на большом экране. [resh.edu.ru](http://resh.edu.ru)

### Телескопы.

**Телескоп** — это оптический прибор, предназначенный для наблюдения за удалёнными объектами путём увеличения их изображения. Он позволяет рассматривать объекты, которые невозможно увидеть невооружённым глазом из-за их отдалённости или малого размера. [T-Ndt.ruru.wikipedia.org](http://T-Ndt.ruru.wikipedia.org)\*

Телескопы используют в астрономии для наблюдения за звёздами, планетами, галактиками, кометами и туманностями, а также в научных исследованиях и образовании. [T-Ndt.ruru.wikipedia.org](http://T-Ndt.ruru.wikipedia.org)\*



## Типы телескопов

Некоторые основные типы телескопов:

- **Рефракторные (линзовые).** Для сбора и фокусировки света используют линзы. Подходят для наблюдения за яркими объектами, например, Луной или планетами. [T-Ndt.rudzen.rujournal.citilink.ru](http://T-Ndt.rudzen.rujournal.citilink.ru)
- **Рефлекторные (зеркальные).** Для фокусировки света применяют зеркала. Универсальны, подходят для изучения объектов глубокого космоса, например, туманностей и галактик. [T-Ndt.rudzen.rujournal.citilink.ru](http://T-Ndt.rudzen.rujournal.citilink.ru)
- **Катадиоптрические (комбинированные).** Сочетают элементы рефракторов и рефлекторов. Используют комбинацию линз и зеркал для улучшения качества изображения и компактности конструкции. [T-Ndt.rudzen.rujournal.citilink.ru](http://T-Ndt.rudzen.rujournal.citilink.ru)

## Как выбрать телескоп

При выборе телескопа стоит обратить внимание на следующие параметры:

- **Апертура** — диаметр объектива. Чем больше этот показатель, тем выше качество изображения. Например, для наблюдений за близкими планетами и спутниками подойдёт апертура до 90 мм, для изучения глубокого космоса — от 200 мм.
- **Фокусное расстояние** — расстояние от объектива до окуляра. От него зависят качество изображения и степень увеличения. Для рассмотрения протяжённых объектов подходят короткофокусные телескопы, для малых и удалённых объектов — длиннофокусные.
- **Кратность увеличения** — показатель, важный для наблюдения за близкими планетами и звёздами. При изучении глубокого космоса параметр теряет значение.
- **Тип монтировки** — подставки для телескопа. Новичкам подойдут приборы с азимутальной подставкой или монтировкой Добсона, экваториальные модели сложнее осваивать.