

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**  
Педагогический институт

Кафедра физики и методики её преподавания

**Автореферат  
бакалаврской работы**

студента 4 курса 452 группы  
направления 44.03.01 Педагогическое образование,  
профиль подготовки «Физика»  
факультета физико-математических и естественно-научных дисциплин

**Гуйчгелдиева Бердимухаммета**

Тема работы: **Изучение законов геометрической оптики в школе**

Научный руководитель

канд. физ.-мат. наук



Н.А. Бойкова

Зав. кафедрой

доктор физ.-мат. наук, профессор



Т.Г. Бурова

Саратов 2026

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ  | 3  |
| 1 СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ  |    |
| 1.1 Прямолинейное распространение света                             | 5  |
| 1.2 Принцип Гюйгенса  | 7  |
| 1.3 Закон отражения света   | 9  |
| 1.4 Закон преломления света   | 12 |
| 1.5 Полное отражение  | 14 |
| 1.6 Основные элементы линзы   | 17 |
| 1.7 Построение изображений в линзах                                 | 18 |
| 1.8 Применение законов геометрической оптики в оптических приборах  | 28 |
| 2 ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ                                 |    |
| 2.1 Методические аспекты преподавания темы: «Закон отражения света» | 32 |
| 2.2 Урок усвоения новых знаний                                      | 33 |
| 2.3 Проект по изучению закона преломления света                     | 40 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ  | 43 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ                                    | 44 |

## ВВЕДЕНИЕ

Оптика – это раздел физики, посвящённый изучению природы и свойств видимого света. Мир, освещаемый солнечными лучами, удивительно богат и разнообразен. Световые явления, о которых идёт речь, можно наблюдать повсеместно: они проявляются и в ясную, и в пасмурную погоду, на суше и на море, в сельской местности и в условиях современного города. Однако из-за напряжённого ритма жизни внимание человека чаще всего приковано к тому, что находится непосредственно перед глазами, и мы постепенно отвыкаем поднимать взгляд к небу.

С точки зрения современной электродинамики, распространение света подчиняется тем же законам, что и распространение других видов электромагнитных волн — например, радиоволн, инфракрасного, ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучения. В этом смысле оптика рассматривается как неотъемлемая часть электродинамики.

Тем не менее, из-за колоссальной роли, которую свет играет в жизни человека, его изучение началось очень давно. Все фундаментальные законы оптики были установлены задолго до того, как была создана электродинамика и открыты электромагнитные волны. Именно поэтому оптика сформировалась как самостоятельный раздел физики, обладающий собственными специфическими задачами, методами исследования, экспериментами и приборами.

Цель работы – рассмотреть и проанализировать особенности методики изучения геометрической оптики в школе.

Задачи работы:

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Проанализировать содержание раздела «Геометрическая оптика» в школьных учебниках физики.

2. Выявить типичные ошибки и затруднения, возникающие у учащихся при изучении данного раздела.

3. Разработать методические рекомендации по организации учебного процесса по разделу «Геометрическая оптика», направленные на повышение уровня усвоения знаний и развитие познавательного интереса учащихся.

**Объектом** исследования является процесс обучения физике в средней школе.

**Предметом** исследования являются методические аспекты изучения раздела «Геометрическая оптика» в школьном курсе физики.

В работе использованы следующие **методы исследования**:

- Анализ научной и методической литературы по теме исследования.
- Анализ школьных учебников.
- Наблюдение за учебным процессом.

**Практическая значимость** работы заключается в возможности использования разработанных методических рекомендаций учителями физики в средней школе для повышения эффективности обучения разделу «Геометрическая оптика».

## Основное содержание работы

Оптика – это наука, посвященная исследованию того, как свет движется в пространстве. Когда мы говорим о свете, мы обычно имеем в виду видимый свет – электромагнитные волны в узком диапазоне частот, которые способны воспринимать наши глаза. Этот диапазон простирается примерно от 380 до 780 нанометров.

Световой луч – это геометрическая линия, которая в каждой своей точке перпендикулярна волновому фронту, проходящему через эту точку. Направление этого луча совпадает с направлением движения света.

*Принцип прямолинейности света* говорит о том, что в чистой и однородной среде направление света можно представить как прямую линию, как в обычной геометрии.

Для описания распространения волн часто используют представление о движении волновых поверхностей. Однако возникает вопрос: каким именно образом эти поверхности перемещаются во времени? Иными словами, как, зная форму и положение волнового фронта в определённый момент, определить, где он окажется в следующий? Решение этой задачи предлагает принцип Гюйгенса — один из краеугольных камней волновой теории, который справедлив как для механических, так и для электромагнитных волн.

Чтобы глубже понять суть этого принципа, можно обратиться к наглядному примеру. Представьте, что в воду бросили несколько камней. От каждого из них начинают расходиться круговые волны. В результате их наложения на поверхности воды возникает сложная, но устойчивая картина.

Закон отражения формулируется следующим образом:

1. Падающий луч, отражённый луч и перпендикуляр к поверхности в точке падения всегда лежат в одной плоскости.

2. Угол отражения равен углу падения, то есть  $\angle AOC = \angle BOC$ . Этот принцип наглядно иллюстрирует рис. 3.

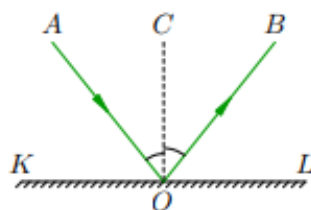


Рисунок 2. Углы падения и отражения.

Если поверхность неровная, то после отражения параллельность лучей нарушается. В качестве иллюстрации на рис. 3 показано отражение от волнообразной (неровной) поверхности. Как видно из рисунка, отражённые лучи расходятся в самых разных направлениях, то есть перестают быть параллельными.

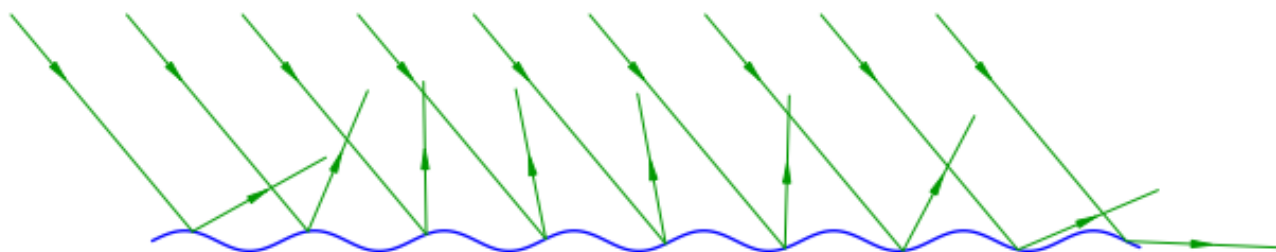


Рисунок 3 – Отражение от волнообразной поверхности

Однако что именно подразумевается под «неровной» поверхностью и какие поверхности можно считать «ровными»? В физике принято следующее определение: поверхность признаётся неровной, если характерные размеры её неоднородностей сопоставимы с длиной волны света или превышают её. Если же размер неровностей поверхности меньше длины световой волны, то такая поверхность называется зеркальной. При отражении от зеркальной поверхности параллельность пучка сохраняется: отражённые лучи также идут параллельно

На границе между двумя прозрачными средами, помимо отражения, всегда происходит и преломление света – при переходе в другую среду световой луч изменяет направление своего распространения. Такое изменение траектории наблюдается при наклонном падении луча на поверхность раздела. Если же свет падает строго перпендикулярно (*то есть по нормали*) к границе, преломления

не происходит: во второй среде луч сохраняет своё направление и также распространяется перпендикулярно поверхности.

Каждая прозрачная среда обладает своей оптической характеристикой – показателем преломления, который обозначается буквой  $n$ .

Закон преломления (*рассматривается переход из среды в воздух*) формулируется так:

1. Падающий луч, преломлённый луч и нормаль к поверхности в точке падения всегда лежат в одной плоскости.

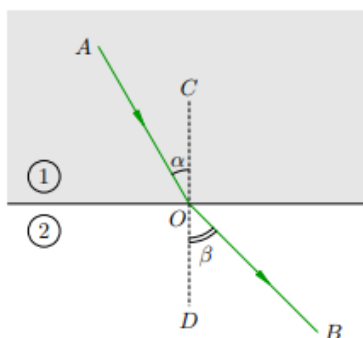


Рисунок 3. Преломление луча на границе «среда – воздух»

2. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно относительному показателю преломления второй среды относительно первой:

$$\sin \alpha / \sin \beta = n. \quad (1.4.1)$$

Поскольку  $n > 1$ , из соотношения (1.4.1) следует, что  $\sin \alpha > \sin \beta$ , то есть  $\alpha > \beta$  — угол преломления меньше угла падения.

Переходя из воздуха в среду, луч после преломления идёт ближе к нормали. Показатель преломления непосредственно связан со скоростью  $v$  распространения света в данной среде. Эта скорость всегда меньше скорости света в вакууме:  $v < c$ .

$$n = c/v. \quad (1.4.2)$$

Скомбинируем формулы (1.4.1) и (1.4.2). :

$$\sin \alpha / \sin \beta = c/v. \quad (1.4.3)$$

Так как показатель преломления воздуха очень близок единице, мы можем считать, что скорость света в воздухе примерно равна скорости света в

вакууме  $c$ . Приняв это во внимание и опираясь на формулу (1.4.3), делаем вывод: отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно отношению скорости света в воздухе к скорости света в среде.

Когда световые лучи переходят из оптически более плотной среды в оптически менее плотную, возникает интересное явление – полное внутреннее отражение.

Для наглядности предположим, что свет распространяется из воды в воздух. Пусть в толще воды расположен точечный источник света  $S$ , который испускает лучи во все стороны. На рисунке 4 мы рассмотрим траектории некоторых из этих лучей, чтобы проанализировать, как именно проявляется эффект полного внутреннего отражения на границе двух сред.

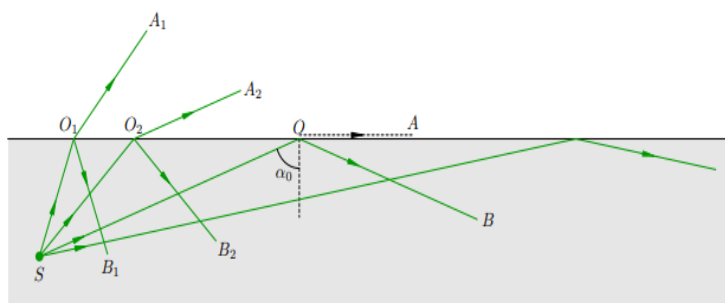


Рисунок 4 – Полное внутреннее отражение

При увеличении угла падения преломлённый луч не возникает вовсе. Именно это явление и называется **полным внутренним отражением**: вода не выпускает наружу лучи, падающие под углами, равными или превышающими  $\alpha_0$ , – все они целиком отражаются обратно в среду.

Угол  $\alpha_0$  называется предельным углом полного отражения.

Величину  $\alpha_0$  легко найти из закона преломления. Имеем:

$$\sin \alpha_0 / \sin 90^\circ = 1/n$$

Но  $\sin 90^\circ = 1$ , поэтому  $\sin \alpha_0 = 1/n$ , откуда

$$\alpha_0 = \arcsin 1/n \quad (1.4.4)$$

Так, для воды предельный угол полного отражения равен:  $\alpha_0 = \arcsin 1/1,33 \approx 48,8^\circ$ .

Линза представляет собой однородное прозрачное тело, ограниченное двумя поверхностями, которые могут быть либо обе сферическими, либо одна сферической, а другая плоской. Обычно такие изделия изготавливают из стекла или специальных прозрачных пластмасс.

На рис. 5 наглядно показано, как ведёт себя широкий световой пучок, параллельный главной оптической оси.

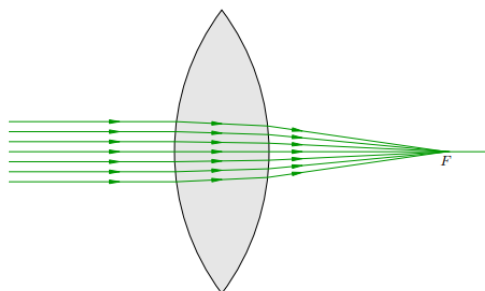


Рисунок 5. Преломление в собирающей линзе

Можно отчётливо заметить, что узкий пучок света, идущий параллельно главной оптической оси, после прохождения линзы сходится примерно в одной точке, которую называют фокусом и обозначают буквой F. Именно благодаря этому свойству такая линза называется собирающей.

Величина  $D$ , обратная фокусному расстоянию, есть оптическая сила линзы:

$$D = 1/f. \quad (1.7.1)$$

Оптическая сила линзы измеряется в диоптриях (дптр). Например, если фокусное расстояние линзы составляет 25 см, то её оптическая сила рассчитывается по формуле:  $D = 1/0,25 = 4$  дптр.

На основе наблюдений можно сформулировать основные правила хода лучей в собирающей линзе, которые наглядно следуют из приведённых иллюстраций:

1. Луч, проходящий через оптический центр линзы, не преломляется.
2. Луч, идущий параллельно главной оптической оси, после преломления проходит через главный фокус линзы (см. рис. 6).

3. Если луч падает на линзу наклонно, для построения его дальнейшего хода проводят побочную оптическую ось, параллельную этому лучу, и находят соответствующий побочный фокус. Преломлённый луч пройдёт через этот побочный фокус.

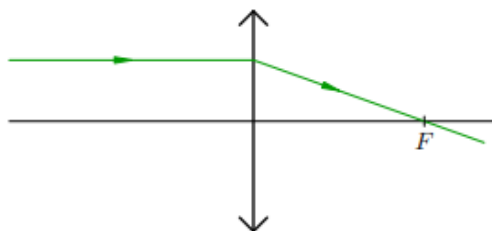


Рисунок 6 – К правилу 2

Из принципа подобия треугольников выводится также формула тонкой линзы:

$$1 + a/b = a/f$$

Преобразуя выражение получим

$$1/a + 1/b = 1/f \quad (1.8.3)$$

В работе рассмотрены три варианта изображений в собирающей линзе.

Линейное увеличение линзы ( $\Gamma$ ) определяется как отношение размеров изображения к размерам предмета:

$$\Gamma = a/b \quad (1.8.4)$$

## 2 ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Изучение геометрической оптики в рамках школьного курса играет ключевую роль в формировании у учащихся представления о значимости эксперимента в познании, о неразрывной связи теории с практикой, а также о непрерывном характере образовательного процесса. Знакомство с основами оптических явлений начинается в 9 классе, а в старших классах эта тема изучается уже на более глубоком, фундаментальном уровне. Такой подход обусловлен как психологическими и возрастными особенностями школьников, так и объёмом их предшествующих знаний по физике и естествознанию. [12]

В методических пособиях по физике выделяют три основных подхода к изложению материала по геометрической оптике:

1. Геометрический подход, при котором на начальном этапе вводятся абстрактные понятия светового луча и источника, а затем, через явления интерференции и дифракции, осуществляется переход к пониманию волновой природы света.

2. Волновой подход, основанный на принципе Гюйгенса, который позволяет с единой точки зрения объяснить прямолинейное распространение, отражение и преломление света.

3. Концептуальный подход, рассматривающий свет как поток и волну одновременно. Этот метод позволяет интерпретировать оптические явления через взаимосвязь этих фундаментальных концепций, что наиболее наглядно проявляется в окружающем мире. Именно этот подход сегодня считается наиболее эффективным и широко используется в современных учебниках.

В 9 классе при изучении раздела «Световые явления» ученики осваивают базовые законы геометрической оптики: прямолинейное распространение света, законы отражения и преломления, а также знакомятся со свойствами плоских и сферических зеркал, линз и принципом работы простейших оптических приборов. В 11 классе, при переходе к теме «Электромагнитные волны», эти знания расширяются и углубляются, что позволяет сформировать у школьников целостную и научно обоснованную картину физических процессов. [19]

Рассмотрен в качестве примера практической деятельности урок усвоения новых знаний по теме «Преломление света» в 9 классе.

- План урока может быть адаптирован в зависимости от уровня подготовки класса и времени, отведенного на изучение темы.
- Во время урока важно использовать наглядные материалы и демонстрации, чтобы облегчить понимание сложного материала.

- Следует поощрять активное участие учеников в обсуждении и решении задач.
- Домашнее задание должно быть направлено на закрепление полученных знаний и развитие навыков решения задач.
- Возможно включение экспериментального задания (измерение угла преломления для разных сред).

В качестве метода изучения закона преломления можно рассмотреть проектную деятельность. В ходе проекта учащиеся, помимо изучения теоретического материала и исторических сведений проводят эксперимент и работают с компьютерной моделью.

Компьютерная модель, применяемая при этом, показана на рисунке 7. В результате работы с моделью, можно меняя угол падения, получать новые результаты и проверить выполнение закона Снеллеуса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе был изучен теоретический материал, по разделу «Геометрическая оптика», а также методические рекомендации по изучению этой темы в школе.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что собранные и систематизированные материалы могут служить ценным подспорьем для школьных учителей естественно-научных дисциплин. Их можно применять как непосредственно при изучении раздела «Световые явления» на уроках, так и для организации и проведения внеурочной деятельности.

В ходе работы мы подробно проанализировали методику изучения темы «Световые явления». В процессе этого анализа мы рассмотрели:

изучили дидактические принципы, реализуемые при прохождении темы «Световые явления» в курсе базовой школы.

1. расписали методику изучения данной темы
2. рассмотрели возможность применения проектной деятельности при изучении преломления света.

Прочтенная и изученная мной методическая литература позволила рассмотреть методы и приемы по преподаванию данной темы для наилучшего усвоения учебного материала, активизации деятельности учащихся при усвоении учебной информации, а так же повышение эффективности использования учебного времени.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анциферов, Л. И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента / Л. И. Анциферов, И. М. Пищиков – М. : Просвещение, 1984, 186 с
2. Арцыбышев, С.А. Физика / Арцыбышев С.А. – Минск: Медгиз, 1950. – 511с.
3. Бондарев, Б.В. Курс общей физики. В 3-х т. Т. 1. Механика: Учебник для бакалавров / Б.В. Бондарев. - М.: Юрайт, 2013. - 353 с.
4. Булат, В.Л. Оптические явления в природе, М.: Просвещение, – 1974
5. Василихина, Т. В. Урок с разноуровневым обучением по геометрической оптике /Физика в школе. - 1994, с. 35-37.
6. Волковыский, Р. Ю. Организация дифференцированной работы учащихся при обучении физик» – М.: «Просвещение», 1993, - 228 с.
7. Головин, П.П. Физика (уроки, факультативы, кружки, домашний эксперимент) – Ульяновск, 2000., - 156 с
8. Зверева, В.Л. Солнечный свет в атмосфере, М., – 1988, - 68 с.
9. Капица, П.Л. Эксперимент, теория, практика. - М., Наука, 1987,- 496с.
10. Каримов, М.Ф., Гималдтдинова Г.Ф. Физико-математическая подготовка школьников и студентов при изучении ими волновой оптики // Инновационное развитие. 2018. № 1. С. 82 – 87
11. Каменецкий, С. Е., Иванова Л. А. Методика преподавания физики в средней школе. – М., Просвещение, 1987.
12. Каменецкий, С. Е. Теория и методика обучения физике в средней школе. – М., Academia, 2000.- 375с.
13. Тарасов, Л.В. «Физика в природе», М.: Просвещение, – 1988, -356 с
14. Ландеберг, Г.С. Оптика / Ландеберг Г.С. – Минск: Наука, 1976. – 928 с.

15. Ландеберг, Г.С. Элементарный учебник физики. / Ландеберг Г.С. – Минск: Наука, 1986. – 656с.
16. Подымова, Л.С., Сластенин В.А. Педагогика. Инновационная деятельность. М., 1997.
17. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Оптика / Сивухин Д.В. – Минск: Наука, 1980.- 751с.
18. Методика преподавания физики в средней школе : частные вопросы / под ред. С. Е. Каменецкого, Л. А. Ивановой. – М. : Просвещение, 1987.
19. Мякишев, Г.Я., Синяков А.З. Физика. Физика. Оптика. 11 класс Учебник для углубленного изучения физики ., 2002. 386 с.
20. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б., Чаругин, В. М. Физика 11 класс Классический курс Учебник, - М, «Просвещение» 2014, 278 с.
21. .Примерная основная образовательная программа среднего общего образования (одобрена Федеральным УМО по общему образованию от 28 июня 2016 г. № 2/16-з) (дата обращения 05.03.2026).
22. Учебник физики 7-8-9 классы [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.fizika.ru/kniga/index.php?theme=14> (20.02.2026)

