

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и методики информационных технологий

**Автореферат**

**Разработка учебно-методических материалов по теме  
«Законы геометрической оптики. Линзы»**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Студента 4 курса 461 группы физического факультета  
направления 44.03.01 «Педагогическое образование»

Молдаванова Александра Юрьевича

Научный руководитель:

профессор, д. физ.-мат.н .

 02.06.17

Т.Г. Бурова

Зав. кафедрой:

профессор, д. физ.-мат.н.

 02.06.17

Б.Е. Железовский

Саратов 2017 год

## Введение

Важное место в профессиональной подготовке учителя занимает методическая подготовка, которая позволяет учителю в полной мере реализовать свой потенциал. Большинство учебно-методических материалов разработано с учетом большого педагогического опыта, следовательно, они должны быть весьма эффективны и полезны. При помощи методических материалов учитель может сделать свои задания более интересными, разнообразными и самое главное эффективными. У учащихся при изучении темы «Законы геометрической оптики. Линзы» часто возникают затруднения в освоении данного материала. В связи с этой проблемой возникает необходимость создания учебно-методических материалов по изучаемой теме.

**Целью** настоящей выпускной квалификационной работы является создание разработки учебно-методических материалов по теме «Законы геометрической оптики. Линзы».

Для достижения этой цели планируется решить следующие **задачи**:

- 1) изучить учебную литературу по соответствующей теме;
- 2) отобрать информацию, необходимую для разработки учебно-методических материалов.

В данной разработке присутствует, прежде всего, лекционный материал, в котором подробно и доступно излагается теоретическая часть изучаемой темы. Помимо теории в учебно-методическом материале предлагаются три лабораторные работы, которые помогут ученикам сформировать визуальные представления об изучаемом явлении. Для проверки знаний учащихся предлагаются тестовые задания, которые представлены четырьмя вариантами, в каждом из которых содержится по 7 вопросов с одним правильным вариантом ответа. Кроме тестов, в помощь учителю предлагаются задачи разного уровня сложности: элементарные задачи, которые решаются в 1-2 действия, задачи среднего уровня сложности, которые требуют от учащихся хорошего знания темы и задачи

повышенной сложности, которые помимо хорошего знания темы, часто требуют от учеников применить свою смекалку. При помощи разработанных материалов учитель может с легкостью организовать эффективную работу на уроке.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В первой главе подробно был разобран теоретический материал по теме, который представлен в двух школьных лекциях. В первой лекции представлен материал по законам геометрической оптики. Например, были разобраны законы отражения и закон преломления.

**Закон отражения света.** Наиболее простым и часто встречающимся примером закона отражения является получение светового «зайчика» при помощи зеркала. Это явление объясняется тем, что пучок света, падая на зеркало, отражается от него, т. е. изменяет свое направление. Рассмотрим этот процесс более детально, опираясь на рисунок 2. Пусть у нас есть зеркало  $MN$ , которое лежит на столе, на него под некоторым углом падает луч света  $AC$  – падающий луч.

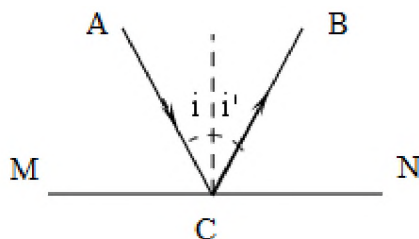


Рисунок 2 – Закон отражения света.

Луч  $CB$  – отраженный луч, который отразился от зеркала. Восстановим перпендикуляр в точку падения  $C$ . Угол  $i$  называют углом падения, а угол  $i'$  называется углом отражения. Следует отметить, что при увеличении угла падения будет увеличиваться и угол отражения и наоборот. Если провести измерение углов падения и отражения, то окажется, что они равны между собой. Исходя из этого, сформулируем закон отражения света: Лучи, падающий и отраженный, лежат в одной плоскости с перпендикуляром,

проведенным к границе раздела двух сред в точке падения луча. Причем угол падения равен углу отражения.

Во второй лекции представлен теоретический материал по линзам. Были разобраны виды линз. Полный набор собирающих линз представлен на рисунке 14.



Рисунок 14 – Собирающие линзы.

Помимо известной нам двояковыпуклой линзы, здесь изображены: плосковыпуклая линза, у которой одна из поверхностей плоская, и вогнуто-выпуклая линза, сочетающая вогнутую и выпуклую граничные поверхности. Обратите внимание, что у вогнуто-выпуклой линзы выпуклая поверхность в большей степени искривлена (радиус её кривизны меньше); поэтому собирающее действие выпуклой преломляющей поверхности перевешивает рассеивающее действие вогнутой поверхности, и линза в целом оказывается собирающей. Все возможные рассеивающие линзы изображены на рисунке 15.



Рисунок 15 – Рассеивающие линзы.

Наряду с двояковогнутой линзой мы видим плосковогнутую (одна из поверхностей которой плоская) и выпукло-вогнутую линзу. Вогнутая поверхность выпукло-вогнутой линзы искривлена в большей степени, так что рассеивающее действие вогнутой границы преобладает над собирающим действием выпуклой границы, и в целом линза оказывается рассеивающей.

Также были рассмотрено построение изображения при помощи линз. Например, построение изображения при помощи собирающей линзы, когда тело находится на расстоянии двойного фокуса линзы. В случае, когда предмет располагается на расстоянии двойного фокуса от линзы, то есть  $d = 2F$ , полученное изображение получится действительным, перевернутым и того же размера, как и предмет – рисунок 22.

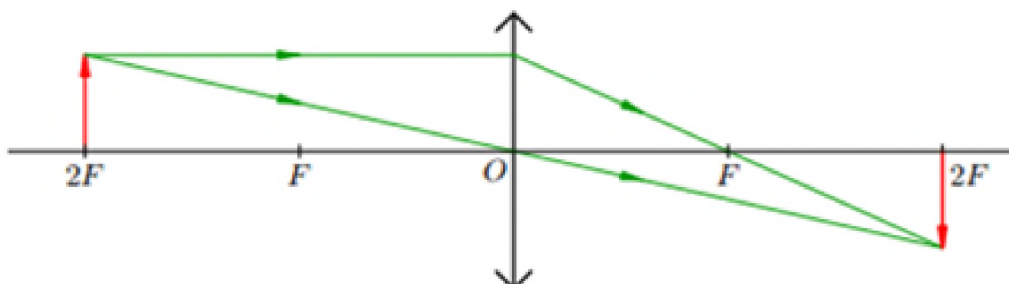


Рисунок 22 – Предмет располагается на расстоянии двойного фокуса. Во второй главе представлен материал для практических работ, который включает в себя лабораторные работы, тестовые задания и задачи разного уровня сложности. Например, лабораторная работа по измерению фокуса собирающей линзы.

**Цели работы:** определить фокусное расстояние собирающей линзы, сначала без светофильтров, а потом с применением светофильтров.

**Оборудование:** оптическая скамья, рейтеры, осветитель, исследуемая линза, экран, сетка.

### Теоретическая часть.

Главное фокусное расстояние тонких линз можно измерить различными способами. Для этой цели используется установка, представленная на рисунке 28.

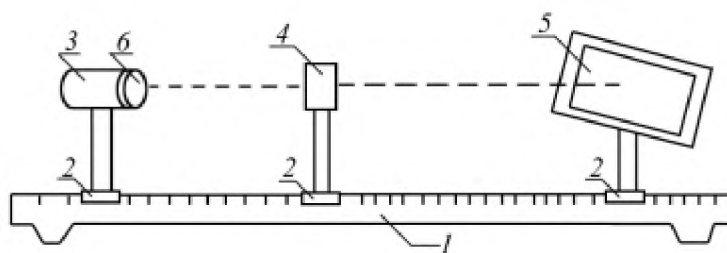


Рисунок 28 – Схема установки.

Установка состоит из оптической скамьи 1, на которой с помощью рейтеров 2 располагаются осветитель 3, исследуемая линза или система линз 4 и экран 5. Оптическая скамья снабжена шкалой для измерения положения осветителя, линз и экрана. В качестве предмета, изображение которого проектируется линзой на экран, используется сетка 6, расположенная в передней части осветителя.

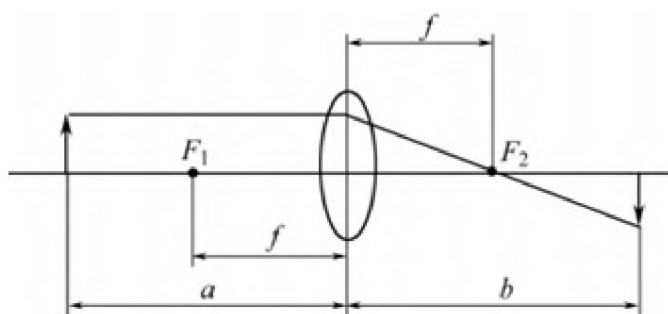


Рисунок 29 – Ход лучей.

Располагая на оптической скамье собирающую линзу, получим на экране действительное изображение предмета (сетки). При этом ход лучей в линзе имеет вид, представленный на рисунке 29. Запишем формулу тонкой линзы

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}, \quad (7)$$

где  $f$  – главное фокусное расстояние линзы, см;

$a$  – расстояние от предмета до оптического центра линзы, см;

$b$  – расстояние от изображения до оптического центра линзы, см.

Из (7) следует, что

$$f = \frac{ab}{a+b} \quad (8)$$

Очевидно, что формула (8) может быть использована как рабочая для определения главного фокусного расстояния собирающей тонкой линзы, для чего достаточно измерить лишь расстояния  $a$  и  $b$ . Следует, однако, иметь в виду, что измеряя расстояния от предмета и изображения до оптического центра линзы, мы допускаем ошибку порядка толщины линзы. Поэтому измерение главного фокусного расстояния тонкой линзы имеет смысл только с точностью до ее толщины. Все данные записываются в таблицу №2.

После того как ученики определяют фокусное расстояние собирающей линзы учитель выдает ученикам светофильтры для трех цветов: красного, зеленого и синего. Один из светофильтров помещается между источником света и линзой. После чего ученики так же определяют фокусное расстояние линзы. Далее они меняют светофильтр на другой и так же определяют фокусное расстояние. То же самое делается и с третьим светофильтром. Все данные ученики записывают в таблицу №3.

#### **Ход работы:**

1. Соберите установку, как показано на рисунке.
2. Передвигая линзу, добейтесь четкого изображения на экране.
3. После того как вы получите четкое изображение, измерьте расстояние от предмета до линзы и расстояние от изображения до линзы.
4. Подставьте полученные значения в формулу для расчета фокусного расстояния и рассчитайте его.
5. Повторите все еще несколько раз.
6. Сравните полученные фокусные расстояния с фокусным расстоянием, которое указано для этой линзы.
7. Все данные внесите в таблицу №2.
8. Поместите между источником света и линзой один из светофильтров и выполните действия 2-4.
9. Меняйте светофильтр на другой и так же выполните действия 2-4.

10. Все данные занесите в таблицу №3 и сделайте соответствующие выводы.

*Таблица №2.*

№ опыта.	a (см)	b (см)	f (см)
1			
2			
3			

*Таблица №3.*

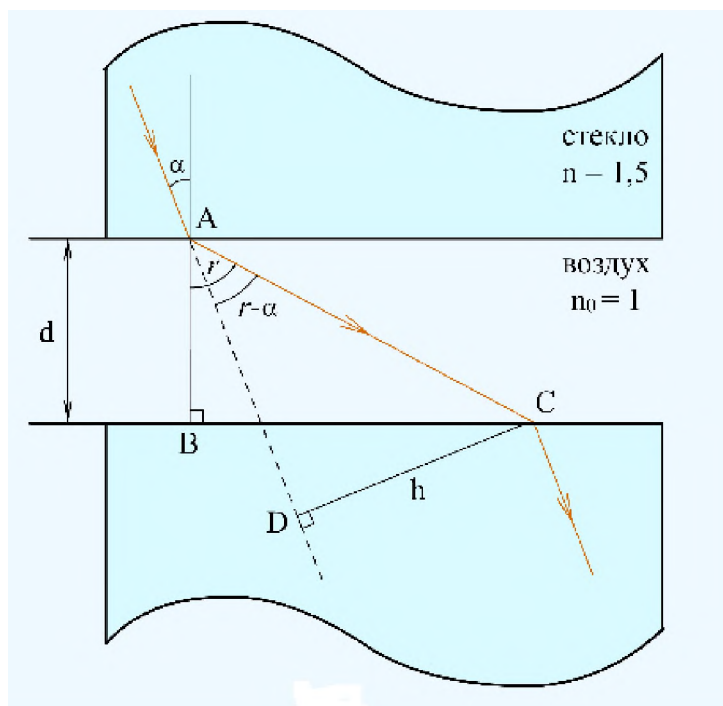
№ опыта	Цвет	a (см)	b (см)	f (см)

Как говорилось ранее, задачи разделены на три уровня сложности. Приведем в пример задачу средней сложности.

**Задача №3.** Световой луч распространяется в стекле с показателем преломления  $n = 1,5$ . На его пути встречается щель, заполненная воздухом. Грани щели плоские и параллельные, расстояние между гранями  $d = 3\text{см}$ , угол падения луча на грань  $\alpha = 30^\circ$ . На какое расстояние сместится световой луч, вышедший из щели, относительно продолжения падающего луча?

Решение:





Из прямоугольного треугольника  $ADC$  видно, что боковое смещение луча равно:  $h = AC \sin(r - a)$ .

Из прямоугольного треугольника  $ABC$  выразим  $AC$ :

$$AC = \frac{d}{\cos r}.$$

Согласно закону преломления  $\frac{\sin a}{\sin r} = \frac{n_0}{n}$ , где  $n_0$  – показатель преломления воздуха ( $n_0 = 1$ ).

$$\text{Отсюда } \cos r = \sqrt{1 - \frac{n^2 \sin^2 a}{n_0^2}}.$$

$$\text{Тогда: } h = \frac{d \cdot \sin(r-a) \cdot n_0}{\sqrt{n_0^2 - n^2 \sin^2 a}} = \frac{d n_0}{\sqrt{n_0^2 - n^2 \sin^2 a}} (\sin r \cos a - \cos r \sin a) =$$

$$\frac{d n_0}{\sqrt{n_0^2 - n^2 \sin^2 a}} \left( \frac{n \sin a}{n_0} \cos a - \sqrt{1 - \frac{n^2 \sin^2 a}{n_0^2}} \sin a \right) = d \sin a \left( \frac{n \cos a}{\sqrt{n_0^2 - n^2 \sin^2 a}} - 1 \right).$$

$$h = 3 * 0,5 \left( \frac{1,5 * \sqrt{3}}{2 \sqrt{1 - 1,5^2 * 0,5^2}} - 1 \right) \approx 11 \text{ см.}$$

Ответ:  $h \approx 11$  см.

## **Заключение**

В выпускной квалификационной работе разработаны учебно-методические материалы по теме «Законы геометрической оптики. Линзы». Учебно-методическая разработка включает в себя две лекции. В первой лекции представлен теоретический материал по теме «Законы геометрической оптики», во второй лекции также представлен теоретический материал по теме «Линзы». Помимо теории представлены три лабораторные работы. Первая лабораторная работа знакомит учеников с практическим нахождением показателя преломления, вторая и третья лабораторные работы предлагают ученикам самостоятельно определить фокусные расстояния собирающей и рассеивающей линз.

Также данная разработка включает в себя 4 варианта тестовых заданий, которые помогут учителю определить, как ученики усвоили материал. С учетом индивидуальных особенностей учащихся, в учебно-методическом материале представлены задачи трех уровней сложности: элементарные задачи, которые решаются в 1-2 действия, задачи средней сложности, которые требуют от учеников хорошего знания темы и также задачи повышенной сложности, которые помимо хорошего знания предмета, часто требуют от учеников проявить свою смекалку.

Данные учебно-методические материалы будут полезны ученикам при подготовке к выпускным экзаменам, студентам и, конечно же, учителям при разработке уроков по данной теме.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Бутиков Е.И. Физика в примерах и задачах / Быков А.А., Кондратьев А.С. – 3-е изд., перерб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 464 с.
2. Гершензон Е.М. Курс общей физики: Оптика и атомная физика / Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Эткин В.С.. - М.: Просвещение, 1981.

3. Заказнов Н.П. Теория оптических систем: Учебник для студентов приборостроительных специальностей / Н.П. Заказнов, С.И. Кирюшин, В.Н. Кузичев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 448 с.
4. Задача по физике №436. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/88025b9a-3080-11dc-aff1-ef46ede63fc2/p0436.html>.
5. Задача по физике №489. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/8edd9fb0-3080-11dc-8149-e0b50ec44953/p0489.html>.
6. Лабораторные работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://refdb.ru/look/2463341.html>.
7. Лекция №23. «Геометрическая оптика». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vmede.org/sait/?page=25&id=Medbiofizika\\_fedorov\\_2008&menu=Medbiofizika\\_fedorov\\_2008](http://vmede.org/sait/?page=25&id=Medbiofizika_fedorov_2008&menu=Medbiofizika_fedorov_2008).
8. Лекции по оптике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.swsu.ru/structura/up/fiu/tief/fizik/lek\\_optika.pdf](https://www.swsu.ru/structura/up/fiu/tief/fizik/lek_optika.pdf).
9. Мякишев Г.Я. Физика 11 класс : учеб. для общеобразоват. учреждений : базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 19 изд. – М.: Просвещение, 2010. – 399 с., [4] л. ил. – (Классический курс).
10. Оптика. Задачи. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/p/PNB/learning/Physik/Tab2/Tab1/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B8%20%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf>
11. Перышкин А.В. Физика. 8 класс. / А.В. Перышкин. М.: Дрофа, 2013. 240 с.
12. Практическое занятие №5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/optika/pract/text/pr\\_5.htm](https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/optika/pract/text/pr_5.htm).

13. Практическое занятие №6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/optika/pract/text/pr\\_6.htm](https://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/optika/pract/text/pr_6.htm).
14. Решение олимпиадных задач по физике. [Электронный ресурс]. – режим доступа:  
[http://nsportal.ru/sites/default/files/2013/12/12/testy\\_po\\_optike.docx](http://nsportal.ru/sites/default/files/2013/12/12/testy_po_optike.docx).
15. Рымкевич А.П. Физика. Задачник 10-11 кл.: пособие для общеобразоват. учреждений / А.П. Рымкевич. – 17-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2013. – 188, [4] с.: ил. – (Задачник «Дрофы»).
16. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Оптика / Сивухин Д.В. - М.: Наука, 1980. - 751с.
17. Степанова Г.Н. Сборник задач по физике: Для 9-11 кл. общеобразоват. учреждений / Г.Н. Степанова – 3-е изд. – М.: Просвещение, ОА «Московские учебники», 1997 – 126 с.
18. Тесты по оптике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://nsportal.ru/sites/default/files/2013/12/12/testy\\_po\\_optike.docx](http://nsportal.ru/sites/default/files/2013/12/12/testy_po_optike.docx).
19. Учебное пособие по оптике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/933/74933/55149>.
20. Яковлев И.Я. «Электронный учебник физики». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mathus.ru/phys/book.pdf>.