

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 методико-информационных технологий

«Изучение оптики в рамках дополнительного образования»

АВТОРЕФЕРАТ

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

студентки _____ 5 _____ курса _____ 5002 _____ группы

направления (специальности) _____ 44.03.01 Педагогическое образование,
профиль «Физика»

Института Физики
Окуновой Екатерины Сергеевны

Научный руководитель
д.ф-м.н., проф.
должность, уч. степень, уч. звание


подпись, дата

Т.Г. Бурова
инициалы, фамилия

Зав. Кафедрой
д.ф-м.н., проф.


подпись, дата

Т.Г. Бурова

должность, уч. степень, уч. звание

инициалы, фамилия

Саратов 2023

ВВЕДЕНИЕ

Оптика – раздел физики, изучающий свойства света, его взаимодействие с веществом, описывающий поведение видимого, ультрафиолетового и инфракрасного излучения. Поскольку свет представляет собой электромагнитную волну, иные формы электромагнитного излучения обладают аналогичными свойствами. Изучение данного раздела физики в школах начинается в восьмом классе (первые шаги к изучению оптики), и продолжается в одиннадцатом классе.

Данный раздел очень интересен, однако в школах недостаточно подробно изучается, вследствие чего дети чаще обращаются за помощью к внешним источникам знаний, одним из которых является дополнительное образование.

Дополнительное образование детей – это вид образования, направленный на всестороннее удовлетворение образовательных потребностей человека в интеллектуальном, духовно-нравственном, физическом и профессиональном совершенствовании.

Содержание дополнительного образования детей является всеохватывающим. Именно поэтому дополнительное образование способно удовлетворить широкий круг индивидуальных интересов.

При реализации программ дополнительного образования детей по физике создаются условия для развития личности, формирования умений и навыков по предмету, опираясь на индивидуальные особенности каждого ребенка. Таким образом, дополнительное образование является личностно ориентированным, чем особенно отличается от общего образования, остающегося предметно ориентированным, то есть направленным на освоение образовательного стандарта.

Вышеуказанные особенности обусловили актуальность исследования и определили выбор темы.

Цель исследования состоит в разработке учебно-методических материалов для организации эффективного учебно-воспитательного процесса

в рамках дополнительного образования на примере изучения раздела физики «Оптика».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. провести анализ основных нормативных документов по дополнительному образованию детей и взрослых.
2. на основе проведенного анализа выявить основные виды дополнительного образования и их направленности.
3. определить цель, содержание, задачи дополнительного образования и основные особенности изучения физики в дополнительном образовании.
4. разработать учебно-методические материалы для проведения занятий физики по разделу «оптика».

Для выполнения поставленных задач были задействованы следующие методы исследования: анализ базы нормативных документов, проектирование занятий для слушателей восьмых классов групп обучающихся по дополнительному образованию с использованием современных педагогических технологий.

Практическая значимость работы заключается в разработке и апробации учебно-методических материалов для проведения занятий в группах дополнительного образования по разделу физики «Оптика» для восьмых классов.

Основное содержание работы

Оптика – раздел физики, изучающий закономерности световых явлений, природу света и взаимодействие с веществами.

До появления квантовой оптики, оптика основывалась на классическом электромагнетизме. В классической оптике разделяют два основных раздела – геометрическая оптика (лучевая) и физическая оптика (волновая).

Геометрическая оптика (лучевая) – раздел оптики, изучающий законы распространения света в прозрачной среде, отражение света от зеркально-отражающих поверхностей и принципы построения изображений при прохождении света в оптических системах.

Физическая оптика (волновая) – раздел оптики, изучающий законы интерференции, дифракции и другие явления, для которых лучевое приближение геометрической оптики недостаточно.

Квантовая оптика – раздел оптики, занимающийся изучением явлений, в которых проявляются квантовые свойства света.

Дополнительное образование – вид образования, который направлен на всестороннее удовлетворение образовательных потребностей человека в интеллектуальном, духовно-нравственном, физическом и (или) профессиональном совершенствовании и не сопровождается повышением уровня образования.

Дополнительное образование включает в себя такие подвиды, как дополнительное образование детей и взрослых и дополнительное профессиональное образование.

К дополнительным образовательным программам относятся:

1. *дополнительные общеобразовательные программы* – дополнительные общеразвивающие программы, дополнительные предпрофессиональные программы в области искусств, дополнительные образовательные программы спортивной подготовки;

2. *дополнительные профессиональные программы* – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки.

Целью дополнительного образования детей является создание организационно-педагогических условий для профессионального, социального, личностного самоопределения и самореализации.

Основная цель дополнительного образования детей конкретизируется следующими задачами:

- создание условий для развития индивидуальных способностей детей;
- развитие интеллектуального потенциала к творческой и исследовательской деятельности в конкретной сфере (наука, культура, производство и т.п.) и их реализация;
- воспитание и практическая подготовка профессионально ориентированного гражданина способного к сотрудничеству;
- раскрытие и реализация творческого потенциала педагога.

Благодаря тому, что имеется достаточно большой выбор направлений и программ дополнительного образования у детей существует возможность выбора программы в соответствии со своими потребностями, возможностями, и интересами, что позволяет создать условия для углубленного изучения интересующих или необходимых предметов.

Направленность (профиль) образования – ориентация образовательной программы на конкретные области знания и (или) виды деятельности, определяющая ее предметно-тематическое содержание, преобладающие виды учебной деятельности обучающегося и требования к результатам освоения образовательной программы.

Дополнительные образовательные программы разделяются на следующие направленности (профили): техническая, естественнонаучная, физкультурно-спортивная, художественная, туристско-краеведческая, социально-гуманитарная.

Основные особенности изучения физики в рамках дополнительного образования:

1. Возможность выбора интересующего курса основываясь на своей деятельности, интересах и возможностях самостоятельно.

Возможность выбора курса, основываясь на своих предпочтениях или пробелах в знаниях. Например, если ребенок не понимает темы из какого-либо раздела физики, возможно обучение на модульных курсах.

Выбор программы согласно уровню знаний ребенка. Например, если ребенок имеет интерес к физике, он выберет углубленный курс для обучения с целью повышения знаний и дальнейшим участием в тематических олимпиадах, конкурсах, конференциях и поступлении в соответствующие образовательные учреждения.

2. Отсутствие жестких требований к результатам дополнительной образовательной программы.

В дополнительном образовании отсутствует привычная школьной программе система оценивания. Главной мотивацией для изучения курса является получение новых теоретических и практических знаний, саморазвитие и самореализация. Ребенок приходит на дополнительные курсы с целью научиться чему-то новому, опираясь на свои интересы и знания.

3. Каждому ребенку уделяется индивидуальное внимание.

Группы в дополнительном образовании состоят из 10-15 человек, что позволяет учителю работать в процессе преподавания с каждым учеником на каждом занятии.

4. Многообразие программ.

Дополнительное образование развивается с каждым годом все больше и больше, создаются новые программы по разным направленностям. Так, например, существуют модульные программы, включающие в себя отдельно каждый раздел по отдельным предметам.

Развиваются программы с использованием дистанционного обучения. Такие программы, как правило, включают в себя исключительно информационные ресурсы.

5. Многообразие ресурсов.

Организации, осуществляющие дополнительную образовательную деятельность, направлены на обучение программ с использованием

современных технологий. Так, например, для обучения оптики используют не только презентации с теоретическим материалом, но и виртуальные онлайн и офлайн лаборатории, обучающие программы с теоретическим и практическим материалом, видеоматериалы и более современное демонстрационное оборудование.

Например, имеет большую популярность образовательная система 1С. В качестве обучения используют онлайн ресурс 1С:Урок – портал с интерактивными наглядными учебными материалами, предназначенный для подготовки и проведения уроков учителями, а также для самостоятельной работы обучающихся.



Рисунок – 1 Портал 1С:Урок

На уроках физики даются следующие задачи, которые решаются с помощью практических заданий:

- исследовать явления природы и найти законы, которым они подчиняются;
- установить причинно-следственную связь между вновь открытыми явлениями и явлениями, изученными ранее;
- применить полученные знания для дальнейшего активного воздействия на природу.

Демонстрационный эксперимент – воссоздание физического явления в классе учителем или лаборантом, иногда учащимся.

Демонстрационный эксперимент проводится с целью научить учащихся наблюдению и анализу физических явлений, вызвать интерес к предмету и его изучению, познакомить учащихся с физическими приборами в процессе изучения нового материала.

Демонстрационный физический эксперимент имеет следующие основные преимущества:

- возможность показа явлений в натуральном (или почти) виде, каким они есть на самом деле;
- органично вписывается практически на любом этапе урока;
- доступный вид эксперимента, исходя из экономических и технических соображений (для проведения достаточно иметь один комплект оборудования).

Демонстрационный эксперимент проводится, как с помощью натурального оборудования, так и с помощью интерактивных моделей.

Интерактивная компьютерная модель – программная система, которая способна интерпретировать действия пользователя и адекватно реагировать на них, в том числе обеспечивать управление изучаемыми процессами.

Для проведения эксперимента с помощью компьютерной интерактивной модели понадобится интернет и ноутбук/ПК. Демонстрационный эксперимент будет проводиться аналогичным способом, что и натурный эксперимент, только в виртуальной рабочей среде. Этот способ является более безопасным для детей и менее затратным для учителя.

В качестве проведения демонстрационного эксперимента также можно использовать видеоматериалы. Однако, они не позволяют в полной мере показать и понять демонстрационный эксперимент. Этот способ является крайне неудобным и непрактичным для изучения новой темы. Но, к сожалению, в процессе изучения определенных тем из школьных курсов

данный способ является единственным (например, при изучении атомной и ядерной физики).

Лабораторная работа – метод обучения, при котором учащиеся под руководством учителя и по заранее намеченному плану проделывают опыты или выполняют определенные практические задания и в процессе их воспринимают и осмысливают новый учебный материал, закрепляют полученные ранее знания.

Основное назначение лабораторных работ – способствовать формированию у учащихся основных понятий законов, теорий, развитию мышления, самостоятельности, практических умений и навыков наблюдать физические явления, выполнять измерения, обращаться с приборами и материалами, анализировать результаты эксперимента, делать обобщения и выводы.

В процессе выполнения лабораторных работ ученики:

- убеждаются в объективности физических законов и явлений;
- непосредственно наблюдают и изучают свойства тел;
- получают непосредственное представление о методах, применяемых в научных исследованиях;
- изучают устройство и действие измерительных приборов, правила обращение с ними;
- знакомятся с физическими измерениями и способами количественной оценки физических явлений;
- приобретают практические умения и навыки, предусмотренные программой по физике.

Лабораторные работы могут проводиться как с помощью натурального оборудования, так и с помощью интерактивных моделей.

В качестве примера рассмотрим ход лабораторных работ с помощью интерактивной компьютерной модели из курса оптики.

После обязательного проведения инструктажа по технике безопасности в процессе проведения лабораторной работы в классе, учащимся выдаются

методические указания с подробными объяснениями проведения лабораторной работы.

В качестве примера представлены методические указания, разработанные для проведения лабораторного занятия в центре дополнительного образования.

**Методические указания по проведению лабораторной работы на тему
«Определение оптической силы линзы»**

Цель работы: научиться измерять фокусное расстояние собирающей (двояковыпуклой) линзы, рассчитать оптическую силу линзы с помощью интерактивной компьютерной модели.

Оборудование: интернет, ПК/ноутбук.

Порядок выполнения лабораторной работы:

1. Включите компьютер/ноутбук. Откройте любой браузер и введите в адресной строке ссылку на интерактивную компьютерную модель – <https://phet.colorado.edu/en/simulations/geometric-optics>.
2. Перед вами откроется виртуальный рабочий стол, на котором необходимо выбрать линзу – двояковыпуклая. Перед началом проведения лабораторной работы, изучите рабочую среду. Чтобы было легко ориентироваться.
3. В левом верхнем углу выбираем иконку с источником света. Перед вами появится включенная лампа. Расположите лампу параллельно оси, чтобы свет проходил через центр линзы.
4. В данном случае мы можем двигать экран или источник света, но не саму линзу. Приближаем или отдаляем один из выбранных вами инструментов, так чтобы получить четкое изображение на экране.
5. Зафиксируйте инструменты. После фиксации, убедитесь, что изображение максимально четкое. В правом верхнем углу откройте линейку и измерьте расстояние от изображения на экране до линзы.
6. Записываем полученные данные в таблицу 1.
7. Повторяем опыт еще два-три раза.

8. Повторив и записав все полученные данные, рассчитываем оптическую силу линзы для каждого опыта по формуле: $D = \frac{1}{f}$

Полученные результаты переводим в метры и записываем в таблицу 1.

9. Записываем вывод лабораторной работы.

Таблица 1 – Полученные результаты лабораторной работы с использованием интерактивной модели

$f_1, м$	$D_1, м$	$f_2, м$	$D_2, м$

Для проведения лабораторной работы с использованием натурального оборудования в классе, методические указания будут слегка отличаться порядком выполнения лабораторной работы.

Проведение интерактивной лабораторной работы экономит не только время учителя и лаборанта, но и позволяет более безопасно провести лабораторную работу, не беспокоясь за детей и оборудование, а также такие лабораторные работы можно задавать в качестве домашнего задания или проводить их во время дистанционного обучения.

Заполняют данные лабораторной работы учащиеся в электронных тетрадях, заранее предоставленных учителем в формате текстового редактора. Учащиеся заполняют таблицы в тетради, формулы, а также вставляют скриншоты процесса выполнения лабораторной работы с краткими комментариями.

Контрольно-измерительный материал (КИМ) – специально разработанные материалы контроля уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций обучающихся, выраженные в количественных и качественных показателях, способные наглядно продемонстрировать степень знаний и умений обучающегося, направленных на два основных процесса: контроль и измерение.

Существует КИМ 2-х видов:

1. тесты для проверки знаний, умений и навыков (остаточных знаний) и уровня сформированности компетенций;

2. компетентностно-ориентированные тестовые задания (КОТЗ) – экспериментальные КИМ нового типа, направленные на оценку сформированности собственно компетенций и их составляющих.

Задачи КИМ:

- Возможность квалифицированной «обратной связи» относительно образовательных достижений.

- Повышение прозрачности и объективности процедур контроля и оценки.

- «Доказательность» достижения заявленных образовательных результатов.

Разрабатывая КИМ, педагоги должны знать, что измеряется, что будет оцениваться. Сформированные, исходя из цели и задач, контрольные тесты, варианты контрольных вопросов и заданий должны соответствовать темам и разделам дополнительной общеобразовательной программы.

Выбор форм и методов проверки у каждого педагога индивидуален и зависит от многих факторов: содержание дополнительной общеобразовательной программы, направление программы, возрастные психолого-педагогические особенности обучающихся, материально техническая база учреждения и т.д.

В дополнительных образовательных программах используются различные методы КИМ, чаще всего с творческим подходом.

Это может быть интеллектуальная игра. Например, на одном из занятий проводится «Своя игра». Дети делятся на равные команды или отвечают индивидуально. Такой способ позволяет проверить усвоение полученных на ранних занятиях знания, а также наглядно показать, что проверка знаний может быть не только в качестве тестирования или самостоятельных работ.

Более стандартные варианты КИМ также используются в дополнительном образовании. Например, теоретическое тестирование по оптике с использованием онлайн сервиса в режиме реального времени.

Проведенный анализ основных нормативных документов по организации учебно-воспитательного процесса в дополнительном образовании показал отсутствие требований к организации учебного материала и ведения занятий. Одной из особенностей проведения занятий в группах дополнительного образования является индивидуальный подход и авторская методика по каждому курсу, то есть каждый преподаватель полностью самостоятельно выбирает методику и методы обучения.

Автором разработаны учебно-методические материалы для проведения занятий: лекционный материал с использованием современных образовательных материалов, методические указания для выполнения лабораторных работ с использованием натурального и интерактивного оборудования, практические задания и т.п.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был подробно изучен и проанализирован теоретический материал по разделу физики «Оптика», нормативно-правовые основы дополнительного образования детей, разработаны учебно-методические материалы для организации эффективного учебно-воспитательного процесса в рамках дополнительного образования.

Согласно ФЗ «Об образовании» дополнительное образование делится на дополнительное образование детей и взрослых и дополнительное профессиональное образование. Дополнительное образование детей имеет следующие направленности: техническая, естественнонаучная, физкультурно-спортивная, художественная, туристско-краеведческая, социально-гуманитарная. На дополнение программ школьного образования по физике нацелены программы естественнонаучной направленности.

Изучение оптики (как и других разделов физики) в рамках дополнительного образования имеет ряд особенностей, таких как: при проведении занятий в группах дополнительного образования преобладает индивидуальный подход к каждому слушателю, группы формируются малочисленные, преподаватель самостоятельно выбирает методику и методы обучения, то есть используется авторская методика, каждый слушатель приходит в группы для достижения определенных целей (углубление знаний, полученных в школьном курсе, освоение школьной программы, не освоенной в школе, подготовка к олимпиадам, конкурсам и т.п.).

Для проведения занятий в группах дополнительного образования по физике разработаны учебно-методические материалы по разделу «Оптика»: лекционный материал с использованием современных образовательных материалов (презентации, интерактивные модели и т.п.), методические указания для выполнения лабораторных работ с использованием натурального и интерактивного оборудования, практические задания и т.п.

Таким образом, задачи, поставленные в выпускной квалификационной работе, выполнены в полном объеме, цель работы достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]: Система ГАРАНТ URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70291362/paragraph/219:0> (дата обращения: 12.02.2023)
2. Рузавин Г.И. Концепции современного естествознания: Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ, 2000. - 287 с.
3. Физика. Часть VII. Оптика: Учебное пособие / В.М. Ларченко .— : [Б.и.], 2013 .— 119 с. [Электронный ресурс]: URL: <https://lib.rucont.ru/efd/261069> (дата обращения: 12.04.2023)
4. Преображенский, М. Н. Электричество. Оптика : учеб. пособие / Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова; М. Н. Преображенский .— Ярославль : ЯрГУ, 2013 .— 140 с. : ил. — ISBN 978-5-8397-0952-2 .— URL: <https://lib.rucont.ru/efd/272207> (дата обращения: 12.04.2023)
5. Кленицкий Д.В. Геометрическая, волновая и квантовая оптика [Электронный ресурс]: учебное электронное издание комбинированного распространения Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», 2009 URL: <https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/9303/1/klenickii--geometricheskaya-volnovaya-i-kvantovaya-ptika.pdf> (дата обращения: 06.04.2023)
6. Молодяков С.А., Иванов С.И., Лавров А.П. Основы оптической обработки информации (элементы, теория преобразований, процессоры, моделирование): учебное пособие. СПб.: СПбГПУ, 2012. -175 с.
7. Потемкина С.Н. Адаптивный курс физики лабораторный практикум [Электронный ресурс]: С.Н. Потемкина, В.А. Сарафанова. - Тольятти : Изд-во ТГУ, 2023. — 1 оптический диск. URL: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/25749/1/Potemkina%20Sarafanova%201-30-21_Lab%20praktikum_Z.pdf
8. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / С.

И. Кузнецов. – 1-е изд.. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 1 с. – (Высшее образование). (дата обращения: 17.04.2023)

9. Лабораторный практикум по физике. Оптика / Э.Л. Санеев, С.Б. Жигжитова, С.С. Бадмаев .— Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2022 .— 53 с. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/806872>

10. Львова Л. С. [Электронный ресурс]: Дополнительное образование детей и взрослых в федеральном законе Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» // Научные исследования в образовании. 2013. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dopolnitelnoe-obrazovanie-detey-i-vzroslyh-v-federalnom-zakone-rossiyskoy-federatsii-ot-29-dekabrya-2012-g-273-fz-ob-obrazovanii-v> (дата обращения: 29.04.2023).

11. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ // Внешкольник. Дополнительное образование и социальное воспитание детей .— 2016 .— №1 .— С. 10-17 .— URL: <https://lib.rucont.ru/efd/399872> (дата обращения: 15.04.2023)

12. 1С:Урок [Электронный ресурс]: URL: <https://urok.1c.ru/> (дата обращения: 12.02.2023)

13. Единый национальный портал дополнительного образования [Электронный ресурс]: URL: <http://dop.edu.ru/directions> (дата обращения: 12.02.2023)

14. Дополнительное образование детей по Российской Федерации и субъектам Российской Федерации (итоги статнаблюдения по форме № 1-ДОП) [Электронный ресурс]: Федеральная служба государственной статистики URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/education> (дата обращения: 14.04.2023)

15. Физика 8 кл. : учеб. для общеобразоват. учреждение / А.В. Перышкин. — М. : Дрофа, 2013. — 237, [3] с. : ил.

16. Мартемьянова Татьяна Юрьевна Функциональность предметности обучения в процессе овладения образовательными стандартами // Школьные технологии. 2013. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnost-predmetnosti-obucheniya-v-protsesse-ovladieniya-obrazovatelnyimi-standartami> (дата обращения: 15.04.2023).

17. Кац П.Б. Общая физика (оптика) электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс]: Учебно-методический комплекс / П.Б. Кац. – Брест БрГУ имени А.С. Пушкина, 2021. (дата обращения: 10.04.2023)

18. Сборник вопросов и задач по общей физике. Разд. 3. Оптика; Разд. 4. Квантовая физика [Электронный ресурс]: [учеб. пособие] / Н.В. Соина, А.Б. Казанцева, И.А. Васильева, Г.Н. Гольцман .— Москва : Издательство Прометей, 2013 .— 194 с. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/315930> (дата обращения: 13.04.2023)

19. Кузьмина А.Н., Стефанова Г.П. Проектирование программы усвоения знаний школьного курса физики в рамках реализации Федерального государственного образовательного стандарта основного образования [Электронный ресурс]: Преподаватель XXI век. 2013. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-programmy-usvoeniya-znaniy-shkolnogo-kursa-fiziki-v-ramkah-realizatsii-federalnogo-gosudarstvennogo-obrazovatel'nogo> (дата обращения: 07.04.2023).

20. Летуа, С. Н. Курс физики. Оптика : учеб. пособие / А. А. Чакак; С. Н. Летуа .— Оренбург : ОГУ, 2014 .— 364 с. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/278621> (дата обращения: 09.04.2023)

21. Власова К.Н., Карханина Г.И., Орлова Н.В. Геометрическая и волновая оптика: Практические задания / Самара. авиац. ин-т: Сост. К.Н. Власова, Г.И. Карханина, Н.В. Орлова, Самара 1992. 40 с.

22. Прикладная оптика : учебное пособие / Е.М. Гоголева, Е.П. Фарафонтова.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016.— 184 с.

23. Никеров В. А. Физика. Современный курс: Учебник / В. А. Никеров. — 2-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2016. — 452 с.

24. Тюрин, Ю. И. Физика. Оптика : учебник / И. П. Чернов, Ю. Ю. Крючков; Томский политехн. ун-т; Ю. И. Тюрин .— Томск : Изд-во ТПУ, 2009 .— 240 с. : ил.

25. Phet. Interactive simulations [Электронный ресурс]: Интерактивный симулятор URL: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/geometric-optics> (дата обращения: 01.02.2023)

26. Крутова, И. А. Обучение учащихся постановке и решению познавательных задач в логике научного познания на уроках физики [Электронный ресурс]: И. А. Крутова // Наука и школа. – 2007. – № 5. – С. 55-59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15565970>

