

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа №8  
имени Павла Александровича Щипанова города Кузнецка

**Научная работа на тему:  
«Применение законов отражения и преломления света на примере 3D голограммы,  
камеры-обскура и проектора»**

Автор работы:  
учащаяся 10 «А» класса  
МБОУ СОШ № 8 им. П.А.Щипанова  
города Кузнецка  
Новицкая Мария Сергеевна

Руководитель работы:  
учитель физики  
МБОУ СОШ № 8 им. П.А.Щипанова  
города Кузнецка  
Кулакова Валентина Александровна

г. Кузнецк, 2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	1
Глава 1. Теоретическое обоснование законов отражения и преломления света.....	4
Глава 2. Практическое обоснование законов отражения и преломления света. ....	6
2.1. Камера-обскура .....	6
2.2. 3D голограмма (голографическая пирамида).....	8
2.3. Проектор .....	9
2.4. Применение камеры-обскуры, 3D голограммы и проектора в современном мире .....	10
Заключение.....	12
Список литературы.....	13

## ВВЕДЕНИЕ

Оптика – важный и интересный раздел в физике, на изучение которого в полной мере в школьной программе, к сожалению, не хватает времени. Очень трудно переоценить значение света в нашей жизни, ведь именно от него зависит вся человеческая деятельность, начиная с древних времен и заканчивая настоящим. Без света мы не могли бы видеть друг друга и окружающий нас мир, мы не могли бы создавать всевозможные удивительные вещи, да и просто существовать. Радуга, небо, блики света на поверхности воды, многоцветие окружающего нас мира – вот лишь несколько примеров световых явлений. Для световых потоков атмосфера Земли, которая находится в постоянном движении – это своеобразная оптическая система, в которой постоянно меняются параметры.

**Актуальность:** в школьном курсе физики мало времени уделяется изучению оптических явлений. Между тем, световые волны обладают разными свойствами (отражение и преломление, интерференция и дифракция). Особенное значение в физике имеет эксперимент. Для изучения основных положений геометрической оптики достаточно минимального набора оборудования и источника света. Восполнению вышеуказанного пробела посвящена данная работа.

**Объект исследования:** приборы, показывающие законы отражения и преломления света (голографическая пирамида, камера-обскура, проектор).

**Предмет исследования:** оптические законы и явления, которые используются в принципе работы созданных приборов.

**Цель работы:** экспериментальное наблюдение оптических законов с помощью созданных установок.

### **Задачи работы:**

1. Ознакомиться со световыми изображениями и понять, как получается изображение
2. Продумать конструкцию с наименьшими затратами и хорошим эстетическим видом для демонстрации прохождения пучка света и получения изображения через камеру-обскура, 3D голограмму, проектор.
3. Провести эксперименты по наблюдению распространения световых лучей, а также получения проекции изображения.

### **Методы изучения:**

- Поиск информации;
- Анализ информации;
- Эксперимент;
- Наблюдение.

**Гипотеза:** я предполагаю, что камера-обскура – прототип современного фотоаппарата, если создать проектор и 3D голограмму своими руками, то появится возможность демонстрировать фотографии и видео в домашних условиях.

Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка используемой литературы, состоящей из 17 пунктов.

## ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЗАКОНОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА

То, что свет имеет свойство отражаться от определенных поверхностей (зеркал) люди заметили уже очень давно. И не просто заметили, но порой и использовали это свойство света в практических целях. Так еще выдающийся ученый и изобретатель античности Архимед с помощью системы зеркал, умело отражая в них солнечные лучи, смог поджечь римский флот, осаждавший его родной город. В основе этого гениального изобретения Архимеда стоял физический закон отражения света.



Рис.1 «Боевые зеркала Архимеда»

Несмотря на это, теоретическое обоснование закона отражения света было сделано уже гораздо позже, в 17-м веке благодаря трудам французского ученого Пьера Ферма. Появление этого физического закона было следствием одного из принципов Ферма, гласящего, что луч света между двумя точками всегда распространяется по самому короткому пути [8].

С таким явлением, как отражение света мы встречаемся повсеместно, так как воспринимаем глазами отражённый от предметов свет. Ярким видимым примером в природе могут служить блики яркого отражённого света на воде и на других поверхностях с хорошей отражательной способностью (поверхность поглощает меньше света, чем отражает).

Также следует вспомнить солнечные зайчики, которые может пускать с помощью зеркала каждый ребёнок. Они не что иное, как отражённый от зеркала луч света. Человек использует закон отражения света в таких приборах, как перископ, зеркальный отражатель света (отражатель на велосипедах). С помощью отражения света даже создаются удивительные фокусы. От зеркала фокусники создавали многие иллюзии, например, иллюзию «Летающая голова». Человек помещался в ящик среди декораций так, что из ящика была видна только его голова. Стенки ящика закрывали наклонённые к декорациям зеркала, отражение от которых не давало увидеть ящик и казалось, что под головой ничего нет и она висит в воздухе. Зрелище необычное и пугающее, которое создано благодаря законам физики.

Ещё в древности люди заметили, что палка, опущенная в воду, как бы ломается на границе воздуха и воды. Вытащенная из воды, она оказывается целой. Первым это явление изучал древнегреческий естествоиспытатель Клеомед. Он установил, что луч света, входя по косому направлению в более плотную среду из менее плотной, отклоняется этой средой ближе к отвесному направлению, тогда при обратном переходе луч уклоняется в обратную сторону от этого направления.

Другой древнегреческий ученый Клавдий Птолемей пытался определить преломления луча света при переходе из воздуха в воду, из воздуха в стекло, из воды в стекло. И ему это удалось. Но теоретическое обоснование закона открыл Голландец Снеллиус [9].

С преломлением света мы также встречаемся довольно часто, можно привести множество примеров искажения видимого изображения при прохождении сквозь воду и другие среды. Наиболее интересный пример – возникновение миража в пустыне. Мираж происходит при преломлении световых лучей, проходящих из теплых слоёв воздуха (менее плотных) в холодные слои, что нередко можно наблюдать в пустынях.

Человеком преломление света используется в различных устройствах, содержащих линзы (свет преломляется при прохождении сквозь линзу). Например, в оптических приборах, таких как бинокль, микроскоп, телескоп, в фотоаппаратах. Также человек изменяет направление света с помощью его прохождения сквозь призму, где свет преломляется несколько раз, входя и выходя из неё.

Таким образом, без законов отражения и преломления света мы бы не смогли видеть окружающий мир, любоваться на себя в зеркале, изучать звёзды на небе и многое другое. Поэтому я и заинтересовалась этой темой.

## ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЗАКОНОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА

### 2.1. Камера-обскура

Камера-обскура (лат. Camera obscura — «тёмная комната») – простейший вид устройства, позволяющего получать оптическое изображение объектов. Это темная комната (ящик) с малым отверстием в одной из её стен, через которое свет проникает внутрь затемнённого объекта, вследствие чего становится возможным получение наружных предметов [10].

Суть работы камеры состоит в том, что световые лучи, проходя через отверстие, дают на противоположной стороне перевернутое изображение того, что находится перед ней. Световые лучи распространяются по прямым линиям. Отражаясь от наблюдаемого предмета, в отверстии камеры они перекрещиваются, нижний луч идет вверх, а верхний - вниз. Поэтому изображение объекта получается перевернутым.

#### *Эксперимент №1:*

Первый вид камеры-обскуры представляет собой затемнённую коробку, одна из стенок которой заменена фольгой и в ней имеется небольшое отверстие. А на противоположной стенке с внутренней стороны коробки приклеен экран полукругом, сделанный из белой бумаги.



Рис.2 «Камера-обскура №1»



Рис.3 «Камера-обскура №1 внутри»

Чтобы вычислить оптимальный размер диаметра я воспользовалась следующей формулой:

*Связь между размером отверстия и длиной камеры:*

$$d = 1.9(f \cdot \lambda)^{1/2}$$

$d$  – диаметр отверстия, мм

$f$  – фокусное расстояние, мм

$\lambda$  – длина волны (0,00055 мм)

*Приближённая формула:*

$$d = 0,04 \cdot (f)^{1/2}$$

### Эксперимент №2:

Второй вид камеры состоит также из затемнённой коробки, отверстия для прохода света, а противоположная сторона состоит из кальки. Для этой камеры совсем необязательно делать вырез для просмотра за изображением. В этой конструкции изображение будет видно сразу на полупрозрачной бумаге.

В чём сущность работы камеры-обскуры? В том, что изображение (в данном случае 3 свечки) спроецировалось в том же количестве, хотя отверстие для входа света только одно. Принцип работы камеры примерно то же, что и в фотоаппарате.



Рис.4 «Камера-обскура №2»

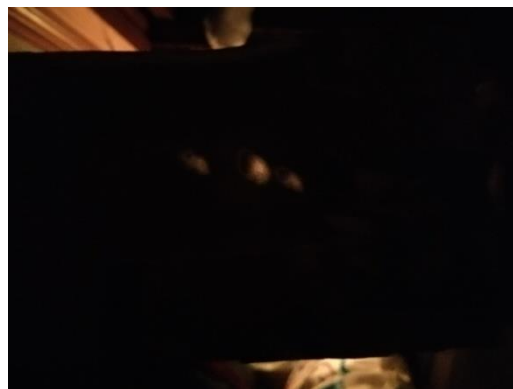


Рис.5 «Снимок изображения на камере-обскуры №2»

Сделанные выводы:

- 1) Затемнённая коробка придаёт контраст изображению.
- 2) Чем меньше отверстие камеры-обскуры, тем изображение чётче.

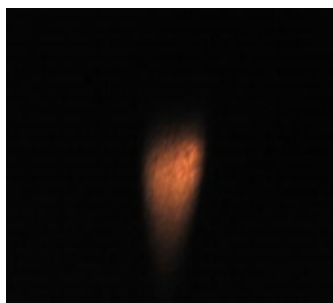


Рис. 6  $d = 2\text{мм}$



Рис. 7  $d = 3.5\text{мм}$

- 3) Чем дальше камера-обскуры от источника света, тем изображение меньше.

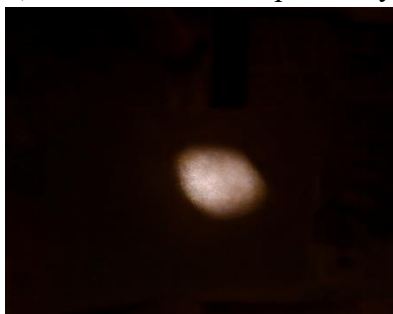


Рис. 11 Расстояние  
5 см

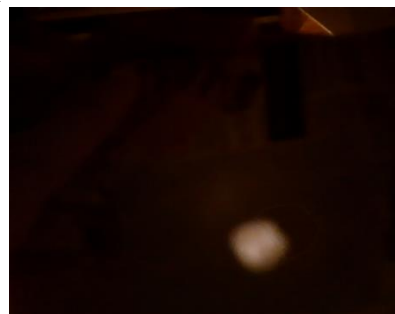


Рис. 12 Расстояние  
15 см

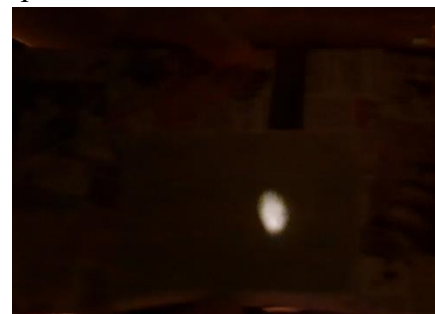
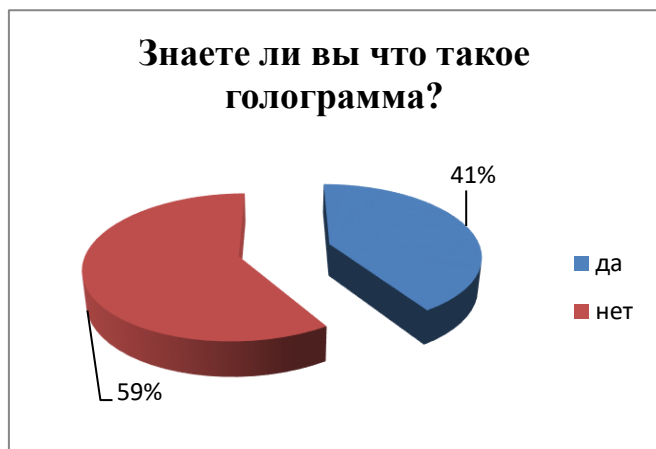


Рис. 13 Расстояние  
25 см

## 2.2. 3D голограмма

Своим сверстникам я задала 2 вопроса. Ответы, на которые представлены в



диаграммах:

Диаграмма №1

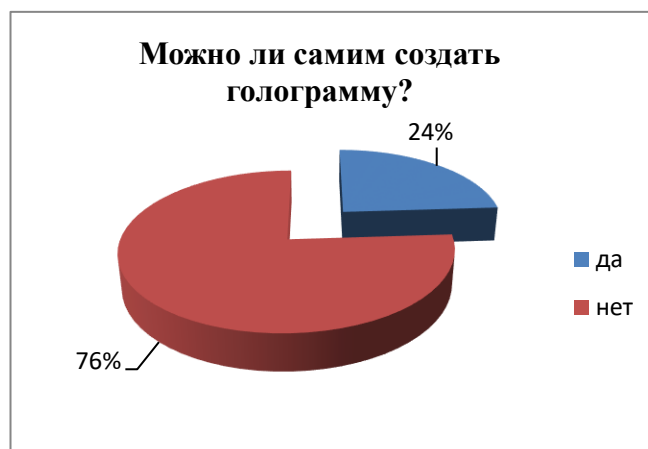


Диаграмма №2

Можно сделать вывод, что многие совсем не знакомы с голограммой, но на самом деле голограммы всё чаще появляются вокруг нас.

3D голограмма – это объёмная картинка, созданная благодаря уникальному фотографическому методу – голографии. Голограмма 3D формируется в пространстве с помощью голографической пирамиды [11].

Голографическая пирамида - это простое устройство, которое может быть изготовлено путем создания из листа пластика фигуры в форме пирамиды с обрезанным верхом. Устройство создаёт трехмерную иллюзию для зрителя и делает изображение или видео таким, как если бы оно находилось в воздухе.

Работает голографическая пирамида по принципу Призрака Пеппера –техника иллюзионизма, используемая в театре и магических фокусах. Используется лист стекла и специальная технология освещения, которая может заставить объекты появляться или исчезать, становиться прозрачными, плавно превращаться из одного объекта в другой. Эта техника названа в честь Джона Генри Пеппера, который пытался популяризовать этот эффект [17].

Четыре симметрично противоположных варианта одного и того же изображения проецируются на четыре грани пирамиды. Каждая сторона проецирует изображение, падающее на нее, в центр пирамиды. Эти проекции работают в унисон, образуя целую фигуру, которая создает трехмерную иллюзию [16].



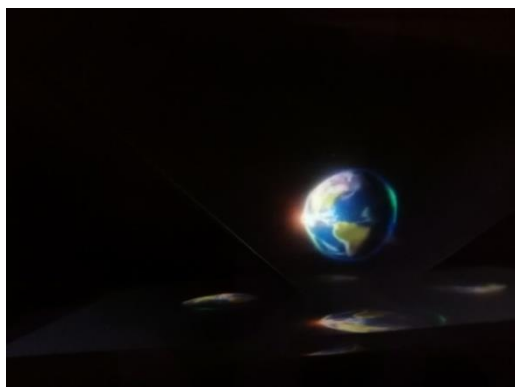


Рис.14 «Снимок голограммы»

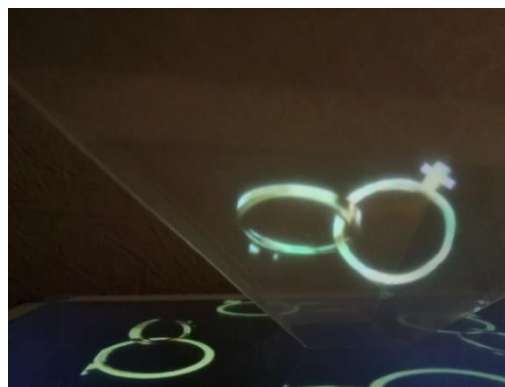


Рис.15 «Снимок голограммы»

### 2.3. Проектор

Сейчас во многих классах присутствуют проекторы. Но никто и представить себе не может, что их возможно изготовить самому из подручных материалов.

Проектор — оптический прибор, предназначенный для создания изображения плоского предмета небольшого размера на большом экране [12].

Принцип действия данного проектора такой же, как и у камеры-обскуры.

У проектора, сделанного своими руками, изображение получается перевернутым. Этого можно избежать, перевернув смартфон на 180°.



Рис.16 «Проектор»



Рис.17 «Подготовка к проектированию изображения»



Рис.18 «Вид изображения через объектив во внутрь проектора»

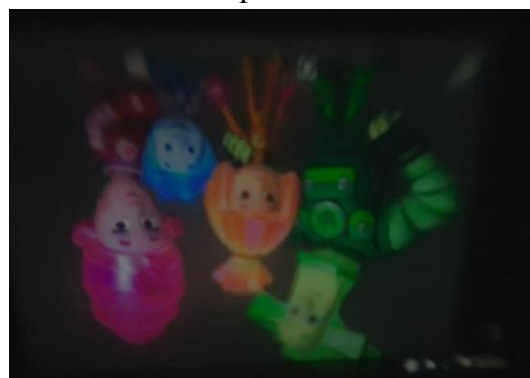


Рис.19 «Передаваемое изображение проектора на экране»

## **2.4. Применение камеры-обскура, 3D голограммы и проектора в современном мире**

### ***Камера обскура:***

Если в полученную камеру-обскура добавить линзы для улучшения чёткости изображения, зеркало – чтобы перевернуть изображение то получится фотоаппарат. Все современные фотоаппараты – это древняя камера-обскура, только снабжённая различного рода вспомогательными механизмами.

В природе эффект камеры-обскура можно наблюдать во время частичного солнечного затмения – тогда на земле появляются серповидные тени, повторяющие форму Солнца, закрытого Луной.

Наши глаза – тоже маленькие камеры-обскура: то, что мы называем зрачком это не чёрный кружок, а отверстие, которое ведёт в тёмную внутренность нашего органа зрения, все предметы мы видим перевернутыми, но наш мозг каждый раз возвращает их в естественное положение [13].

### ***3D голограмма:***

Не так давно технология 3D-голографической визуализации, разработанная для проведения операций на сердце, успешно прошла клинические испытания.

Такие интерактивные трехмерные изображения можно делать в режиме реального времени на базе данных, полученных при помощи ангиографа и ультразвуковой кардиологической системы

Кардиолог может во всех деталях изучать и рассматривать голограмму сердца, «парящую» в воздухе, прямо во время проведения операции (такая операция подразумевает минимизацию области вмешательства в организм и степени травмирования тканей). При этом ему не понадобятся специальные очки.

Применение трехмерных изображений поможет в проведении малоинвазивных операций на сердце и не только.

Многочисленные публикации и исследования в мировой прессе свидетельствуют: на сегодняшний день голография вышла на одно из первых мест среди средств, направленных на борьбу с подделками. Неслучайно, что этикетками с блестящими радужными изображениями государственные структуры снабжают визы в паспортах, пропуска, сертификаты, лицензии, денежные купюры и прочие весьма ценные бумаги.

Спектр защищаемых документов чрезвычайно широк – от денежных банкнот до проездных билетов в городском транспорте. Обычно для защиты документов применяется фольга горячего тиснения или самоклеящаяся разрушаемая голограмма.

Голографические защитные элементы наносятся на этикетку или упаковку товара и свидетельствуют о подлинности продукции. Они защищают торговую марку производителя. Для учета и контроля за движением продукции может применяться термотрансферная или лазерная нумерация голограмм

3D-голография может стать инновационным решением для бизнеса.

На сегодняшний день технологии 3D — один из наилучших способов привлечь внимание и удивить клиента, зрителя или потенциального покупателя. Известно, что визуальное восприятие играет ключевую роль при любом представлении и презентации. Созданная реклама с яркими визуальными и оригинальными эффектами 3D запоминается и надолго остается в памяти [14].

### ***Проектор:***

Сегодня мультимедийные проекторы претендуют на лидирующие позиции в классе устройств отображения видеoinформации. Они позволяют проводить профессиональные презентации, сопровождаемые рекламными роликами, демонстрацией графиков, текстов, таблиц, фотографий. Видеопроекторы дают возможность повысить эффективность и зрелищность уроков, семинаров, конференций.

Мультимедийные проекторы уже давно являются привычными спутниками деловой сферы. Без них практически невозможно представить проведение выставок и презентаций, рабочих и производственных совещаний.

Несложно объяснить повышенный интерес к видеопроекторам как к бытовым приборам. С их помощью любую комнату в городской квартире или частном доме можно легко превратить в мини-кинотеатр. При этом ни один телевизор, пусть даже самый современный, обладающий большим экраном, не в силах конкурировать с видеопроектором по размерам и качеству изображения. К тому же, видеопроектор создает особую специфическую атмосферу, которую можно прочувствовать только в кинотеатре, но никак не сидя перед телевизором.

Мультимедийные проекторы отличает высокая универсальность. Они могут работать с любыми компьютерными источниками сигнала, в том числе локальными сетями и картами сменной памяти. Способны функционировать проекторы совместно с системами спутникового телевидения, DVD-проигрывателями, видеокамерами, прочими устройствами [15].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе я рассмотрела применение законов отражения и преломления света на примере камеры-обскуры, 3D голограммы и проектора.

В ходе работы я ознакомилась со световыми изображениями и поняла, как получается изображение; продумала конструкцию с наименьшими затратами и хорошим эстетическим видом для демонстрации прохождения пучка света и получения изображения через камеру-обскуру, 3D голограмму, проектор; провела эксперименты по наблюдению распространения световых лучей, а также получения проекции изображения.

В результате работы были сделаны выводы:

1. Затемнённая коробочка камеры-обскуры придаёт контраст изображению;
2. Чем меньше отверстие камеры-обскуры, тем изображение чётче;
3. Чем больше размер камеры-обскуры, тем изображение больше;
4. Чем дальше камера-обскуры от источника света, тем изображение меньше;
5. При работе с проектором и 3D голограммой выявила главное условие, при котором можно получить четкое изображение - это полная темнота.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физика. 8 кл. : учебник / А. В. Перышкин. – 4-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2016. – с. 189,199,208.
2. Физика: Занимательные материалы к урокам. 8 класс. Сёмке А.И. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2014. - 126с. (Серия "Портфель учителя".)
3. Том Тит. Научные забавы: интересные опыты, самоделки, развлечения/пер. с франц. М., Издательский Дом Мещерякова, 2015
4. Жданов Л.С. Курс физики. Книга 2 /Л.С. Жданов, В.А Маранджян учебное пособие для средних специальных учебных заведений. Книга 2/М.: Наука. 1966-608с.
5. Перельман Я.И. Занимательная физика. Книга 2/ Я.И. Перельман-21 изд., испр. и доп.-М.:Наука.1983-272с.
6. Алексеев В. Е., Малгаров И. И. Самодельная голографическая 3D-пирамида // Юный ученый. — 2016. — №4.1. — С. 107-109.
7. Кабардин О.Ф. Справочник школьника. Физика. Издательство «Астрель», Москва, 2003 – 574

### Интернет-источники:

8. <https://www.poznavayka.org/fizika/zakon-otrazheniya-s..>
9. <http://masters.donntu.org/2005/eltf/sidorenko/ind/prsveta.htm>
10. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Камера-обскура>
11. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Голограмма>
12. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Проектор>
13. <http://enciklopediya-tehniki.ru/promyshlennost-na-k/kamera-obskura.htm>
14. <https://robo-hunter.com/news/8-primenenii-3d-gologrammi-uje-seichas>
15. <http://www.iqcomp.ru/news/detail.php?ID=20644>
16. <https://arduinoplus.ru/3d-gologramma-dlya-smartfona>
17. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Призрак\\_Пеппера](https://ru.wikipedia.org/wiki/Призрак_Пеппера)

**Рецензия**  
**на научную работу**  
**«Отражение и преломление света на примере 3D голограммы,**  
**камеры-обскура и проектора»**  
**ученицы муниципального бюджетного общеобразовательного**  
**учреждения**  
**средней общеобразовательной школы №8**  
**имени Павла Александровича Щипанова г. Кузнецка**  
**Новицкой Марии Сергеевны.**

Предлагаемая для рецензии научная работа отвечает поставленным целям, актуальна на современном этапе обучения в школе и направлена на реализацию требований ФГОС ООО.

Целью своей научной работы Новицкая Мария определила – экспериментальное наблюдение оптических законов с помощью созданных установок.

Результатом научной работы является – разработка и сборка приборов для изучения отражения и преломления света: камера-обскура, проектор, 3D голограмма.

Выполненная научная работа полностью соответствует поставленным целям и задачам. Логика работы продуманна, культура оформления обеспечивает понимание изложенного материала.

Данная научная работа кроме теоретических фактов представляет собой еще и физические опыты, которые способствуют повышению активности учащихся на уроках, привлечению всех своих теоретических и практических навыков, полученных на уроках.

Автор данной научной работы творчески подошла к своей задаче. Структура работы составлена правильно и соответствует требованиям, предъявляемым к документам такого рода. В научной работе представлены введение, две главы, заключение, литература. Материал изложен грамотно, логично, аргументировано.

На основании вышеизложенного считаю, что научная работа обучающейся МБОУ СОШ № 8 им. П.А. Щипанова Новицкой Марии имеет практическую значимость для обучающихся и, учитывая методическую ценность материалов, полагаю, что данная научная работа может быть рекомендована для обучающихся, как средство повышения физической компетенции детей школьного возраста.

РЕЦЕНЗЕНТ:  (Кузнецов Валентин Александрович,  
учитель физики МБОУ СОШ №8 им. П.А. Щипанова г. Кузнецка)  
(подпись, расшифровка, должность и место работы рецензента)