

ЗАГАДКИ ОПТИКИ – ГОЛОГРАММЫ**Буслова П.П.***г. Тобольск, МАОУ СОШ № 9, 3 А класс**Научный руководитель: Симоненко Т.Н., г. Тобольск, учитель начальных классов, МАОУ СОШ № 9*

Начнем с вопроса: что такое «видеть»? Вот, например, мы видим яблоко. Почему? Ответ прост: потому, что в наши глаза попадают световые лучи, отражаемые поверхностью яблока. Чтобы такие лучи возникли, нужен, прежде всего, источник света; в темноте мы ничего не увидим. Сначала на яблоко должны упасть лучи от источника света, а затем от яблока во все стороны направятся отраженные лучи. Как говорят физики, эти лучи содержат информацию о внешнем виде яблока; попав в глаз наблюдателя, они создадут у него зрительный образ наблюдаемого предмета. Всегда казалось очевидным, что для возникновения отраженных световых лучей необходимо присутствие самого предмета. Нельзя увидеть яблоко, если его нет перед нами. Так ли? [5].

Сейчас стало возможным получить световые лучи, в точности копирующие те лучи, которые отражал предмет. Поэтому мы можем видеть предмет даже тогда, когда на самом деле его нет. Представьте: «висит» в воздухе перед вами яблоко – совсем как настоящее. Вы протягиваете к нему руку – и она совершенно свободно проходит сквозь него. Не правда ли, похоже на чудо? Сотворением таких «чудес» и занимается голография – одно из особенно удивительных направлений современной оптики; оно возникло всего около четверти века тому назад. «Голография» в переводе с греческого означает «полная запись»: «голос» – полный, весь, целиком, «графе» – записываю, фиксирую [6].

Голографические изображения (голограммы) все шире входят в нашу жизнь. Обычным явлением они стали в выставочных залах, где демонстрируются голографические двойники скульптур, археологических находок, драгоценностей, которые по тем или иным причинам не могут быть представлены оригиналами.

Цель исследования – изучить оптическое явление – голография и создать установку для получения голографического изображения.

Задачи исследования:

1. Изучить литературу и интернет-источники по теме исследования.
2. Изучить основы раздела науки физика – оптика.
3. Изучить понятие голограммы, их виды и области применения.

4. Разработать установку для получения голограммы.

Методы исследования: анализ литературных источников, моделирование и конструирование установки для получения голограммы.

Практическая значимость работы заключается в том, что представленные в работе материалы могут быть использованы всеми, кто увлекается занимательной наукой – физикой, а также пошаговые инструкции по конструированию установки для получения голограммы могут быть использованы для получения голографического изображения в домашних условиях.

Оптика. Геометрическая оптика

Первые представления древних ученых о свете были весьма наивны. Считалось, что из глаз выходят особые тонкие шупальцы и зрительные впечатления возникают при ощупывании ими предметов. Тогда под оптической понимали науку о зрении. Именно такой точный смысл слова «оптика». В средние века оптика постепенно из науки о зрении превратилась в науку о свете, этому способствовало изобретение линз и камеры-обскуры. В современное время оптика – это раздел физики, в котором исследуется испускание света, его распространение в различных средах и взаимодействие с веществом. Что же касается вопросов, связанных со зрением, устройство и функционирование глаза, то они выделались в специальное научное направление, называемое физиологической оптикой [7].

При рассмотрении многих оптических явлений можно пользоваться представлениями о световых лучах – геометрических линиях, вдоль которых распространяется световая энергия. В этом случае говорят о геометрической (лучевой) оптике.

Геометрическая оптика широко используется в светотехнике и при рассмотрении действий многочисленных приборов и устройств – начиная от лупы и очков и заканчивая сложнейшими оптическими микроскопами и телескопами [1].

Явления, связанные с отражением света

Полное отражение света происходит тогда, когда он падает на предметы или вещества с отражающей поверхностью. При этом угол падения равен углу отражения.

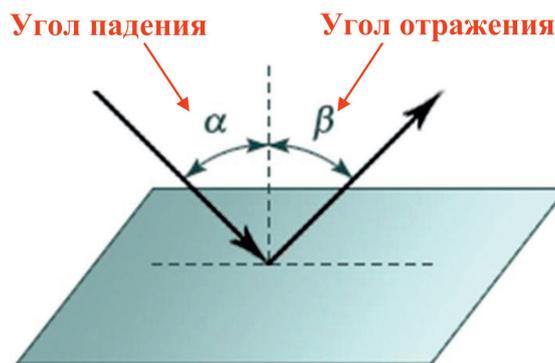


Рис. 1. Иллюстрация закона отражения



Рис. 2. Опытная демонстрация закона отражения

Если человек посмотрит поздним вечером, как отражаются в воде светильники или как отражается берег, спускающийся к воде, то отражение покажется ему укороченным и совсем «исчезнет», если наблюдатель находится высоко над поверхностью воды. Также никогда нельзя увидеть отражение верхушки камня, часть которого погружена в воду.

Пейзаж видится наблюдателю таким, как если бы на него смотрели из точки, находящейся настолько глубже поверхности воды, насколько глаз наблюдателя находится выше поверхности. Разница между пейзажем и его изображением уменьшается по мере приближения глаза к поверхности воды, а так же по мере удаления объекта [8].

Часто людям кажется, что отражение в пруду кустов и деревьев отличается боль-

шей яркостью красок и насыщенностью тонов. Эту особенность также можно заметить, наблюдая отражение предметов в зеркале. Здесь большую роль играет психологическое восприятие, чем физическая сторона явления. Рама зеркала, берега пруда ограничивают небольшой участок пейзажа, ограждая боковое зрение человека от избыточного рассеянного света, поступающего со всего небосвода и ослепляющего наблюдателя, то есть он смотрит на небольшой участок пейзажа как бы через темную узкую трубу. Уменьшение яркости отраженного света по сравнению с прямым облегчает людям наблюдение неба, облаков и других, ярко освещенных, предметов, которые при прямом наблюдении оказываются слишком ярким для глаза [9].

Явления, связанные с преломлением света

Отражение тесно связано с иным явлением геометрической оптики, таким как преломление.

Наглядно данное явление можно продемонстрировать на простом опыте – в стакан с водой поместить соломинку или ложку, направить на него свет, тогда наглядно будет видно, что происходит искажение данного предмета.



Рис. 3. Опытная демонстрация закона преломления

Мираж

Мираж (от французского слова – mirage) – оптическое явление, наблюдаемое обычно в пустынях, состоящее в том, что кроме предметов в их истинном положении видны их мнимые изображения; при мираже предметы, скрытые за горизонтом, становятся видимыми; могут являться результатом искривления световых лучей в неравномерно нагретых слоях воздуха [4].

Из большого многообразия миражей выделим несколько видов: «озерные» миражи, называемые также нижними миражами, верхние миражи, двойные и тройные миражи, миражи сверхдальнего видения.

Нижние («озерные») миражи возникают над сильно нагретой поверхностью. Верхние миражи возникают, наоборот, над сильно охлажденной поверхностью, например над холодной водой. Если нижние миражи наблюдают, как правило, в пустынях и степях, то верхние наблюдают в северных широтах.

Верхние миражи отличаются разнообразием. В одних случаях они дают прямое изображение, в других случаях в воздухе появляется перевернутое изображение. Миражи могут быть двойными, когда наблюдаются два изображения, простое и перевернутое. Эти изображения могут быть

разделены полосой воздуха (одно может оказаться над линией горизонта, другое под ней), но могут непосредственно смыкаться друг с другом. Иногда возникает еще одно – третье изображение.

Особенно удивительны миражи сверхдальнего видения. К. Фламарион в своей книге «Атмосфера» описывает пример подобного миража: «Опираясь на свидетельства нескольких лиц, заслуживающих доверия, я могу сообщить про мираж, который видели в городе Вевье (Бельгия) в июне 1815 г. Однажды утром жители города увидели в небе войско, и так ясно, что можно было различить костюмы артиллеристов и даже, например, пушку со сломанным колесом, которое вот-вот отвалится... Это было утро сражения при Ватерлоо!» Описанный мираж изображен в виде цветной акварели одним из очевидцев. Расстояние от Ватерлоо до Вевье по прямой линии составляет более 100 км. Известны случаи, когда подобные миражи наблюдались и на больших расстояниях – до 1000 км. «Летучего голландца» следует отнести именно к таким миражам [8].

Все это происходит с соответствием с установленным правилом, световые лучи вблизи поверхности земли будут в данном случае изгибаться так, чтобы их траектория была обращена выпуклостью вниз. Пусть в точке А находится наблюдатель. Световой луч от некоторого участка голубого неба попадет в глаз наблюдателя, испытав указанное искривление. А это означает, что наблюдатель увидит соответствующий участок небосвода не над линией горизонта, а ниже ее. Ему будет казаться, что он видит воду, хотя на самом деле перед ним изображение голубого неба. Если представить себе, что у линии горизонта находятся холмы, пальмы или иные объекты, то наблюдатель увидит и их перевернутыми, благодаря отмеченному искривлению лучей, и воспримет как отражения соответствующих объектов в несуществующей воде. Так возникает иллюзия, представляющая собой «озерный» мираж.

Простые верхние миражи. Можно предположить, что воздух у самой поверхности земли или воды не нагрет, а, напротив, заметно охлажден по сравнению с более высокими воздушными слоями. Световые лучи в рассматриваемом случае изгибаются так, что их траектория обращена выпуклостью вверх. Поэтому теперь наблюдатель может видеть объекты, скрытые от него за горизонтом, причем он будет видеть их вверху как бы висящими над линией горизонта. Поэтому такие миражи называют верхними (рис. 5) [2].

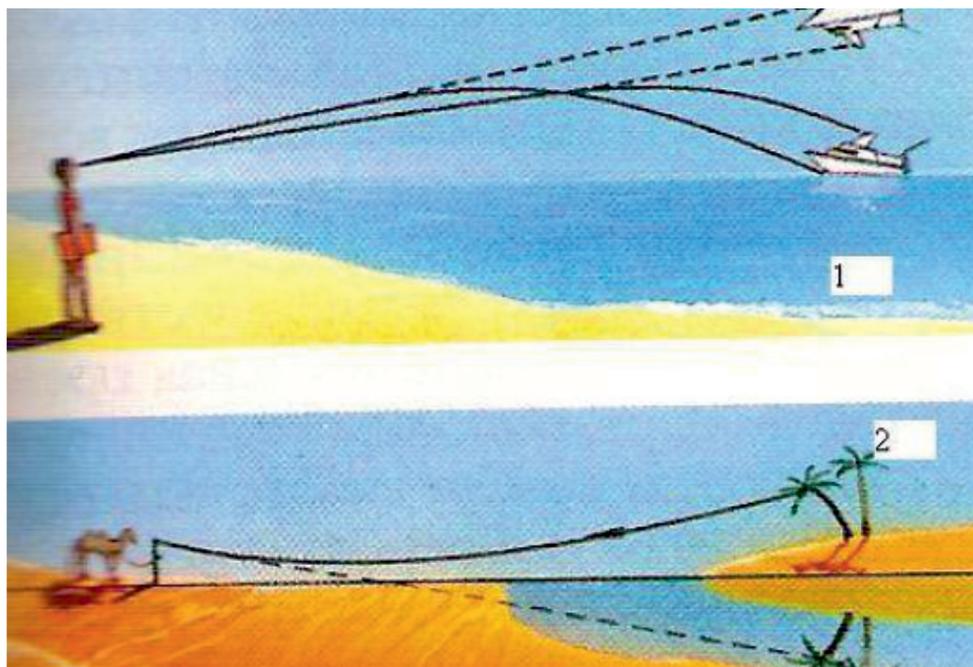


Рис. 4. Построение изображения при верхнем и нижнем миражах



Рис. 5. Мираж

Радуга

Радуга – это красивое небесное явление – всегда привлекала внимание человека (рис. 6). В прежние времена, когда люди еще мало знали об окружающем мире, радугу считали «небесным знамением». Так, древние греки думали, что радуга – это улыбка богини Ириды.

Радуга наблюдается в стороне, противоположной Солнцу, на фоне дождевых облаков или дождя. Разноцветная дуга обычно находится от наблюдателя на расстоянии 1-2 км,

а иногда ее можно наблюдать на расстоянии 2-3 м на фоне водяных капель, образованных фонтанами или распылителями воды [2].

У радуги различают семь основных цветов, плавно переходящих один в другой. Вид дуги, яркость цветов, ширина полос зависят от размеров капелек воды и их количества. Большие капли создают более узкую радугу, с резко выделяющимися цветами, малые – дугу расплывчатую, блеклую и даже белую. Вот почему яркая узкая радуга видна летом после грозового дождя, во время которого падают крупные капли.



Рис. 6. Радуга

Впервые теория радуги была дана в 1637 году Рене Декартом. Он объяснил радугу, как явление, связанное с отражением и преломлением света в дождевых каплях [8].

Можно рассмотреть простейший случай: пусть на капли, имеющие форму шара, падает пучок параллельных солнечных лучей. Луч, падающий на поверхность капли в точке А, преломляется внутри нее по закону преломления (рис. 7).

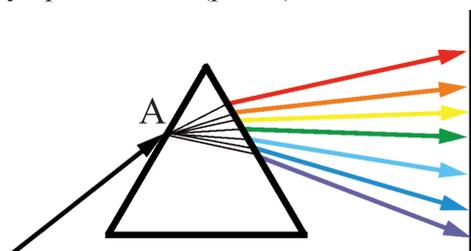


Рис. 7. Графическое представление закона преломления

При рассмотрении образования радуги нужно учесть еще одно явление – неодинаковое преломление волн света различной длины, то есть световых лучей разного цвета. Это явление носит название дисперсии. Вследствие дисперсии углы преломления a и угла отклонения лучей b в капле различны для лучей различной окраски.

Чаще всего мы наблюдаем одну радугу. Нередки случаи, когда на небосводе появляются одновременно две радужные полосы, расположенные одна за другой; наблюдают и еще большее число небесных дуг – три, четыре и даже пять одновременно. Не следует думать, что радугу можно наблюдать только днем. Она бывает и ночью, правда, всегда слабая. Увидеть такую радугу можно после ночного дождя, когда из-за туч выгянет Луна.

Некоторое подобие радуги можно получить на таком опыте: Нужно колбу, наполненную водой, осветить солнечным светом или лампой через отверстие в белой доске. Тогда на доске отчетливо станет видна радуга, причем угол расхождения лучей по сравнению с начальным направлением составит около 41-42 [2].

Полярные сияния

Одним из красивейших оптических явлений природы является полярное сияние (рис. 8).

В большинстве случаев полярные сияния имеют зеленый или сине-зеленый оттенок с изредка появляющимися пятнами или каймой розового или красного цвета.

Полярные сияния наблюдают в двух основных формах – в виде лент и в виде облакоподобных пятен [2].

Различают четыре типа полярных сияний: Однородная дуга – светящаяся полоса имеет наиболее простую, спокойную форму. Она более ярка снизу и постепенно исчезает кверху на фоне свечения неба;

Лучистая дуга – лента становится несколько более активной и подвижной, она образует мелкие складки и струйки;

Лучистая полоса – с ростом активности более крупные складки накладываются на мелкие;

При повышении активности складки или петли расширяются до огромных размеров, нижний край ленты ярко сияет розовым свечением. Когда активность спадает, складки исчезают и лента возвращается к однородной форме. Это наводит на мысль, что однородная структура является основной формой полярного сияния, а складки связаны с возрастанием активности.



Рис. 8. Полярное сияние

Часто возникают сияния иного вида. Они захватывают весь полярный район и оказываются очень интенсивными. Происходят они во время увеличения солнечной активности. Эти сияния представляются в виде беловато-зеленой шапки. Такие сияния называют шквалами [8].

По яркости сияния разделяют на четыре класса, отличающиеся друг от друга на один порядок (то есть в 10 раз). К первому классу относятся сияния, еле заметные и приблизительно равные по яркости Млечному Пути, сияние же четвертого класса освещают Землю так ярко, как полная Луна.

Как возникают полярные сияния. Земля представляет собой огромный магнит, южный полюс которого находится вблизи северного географического полюса, а северный – вблизи южного. Силовые линии магнитного поля Земли, называемые геомагнитными линиями, выходят из области, прилегающей к северному магнитному полюсу Земли, охватывает земной шар и входят в него в области южного магнитного полюса, образуя решетку вокруг Земли [2].

Голограммы

Исследователи установили, что при облучении светом лазера какого-либо предмета возникает отраженный от него фронт световых волн. Он несет гораздо больше информации о форме предмета, чем обычный световой луч. Вот почему с помощью голограммы можно передать не только форму, но и объем предмета.

Если поставить на пути луча фотопластинку, то на ней получится изображение, состоящее из темных и светлых участков. При освещении проявленной пластинки лу-

чом лазера перед глазами возникает объемное изображение запечатленного предмета.

Но голографическое изображение не только объемно, оно даже позволяет наблюдать предмет с разных сторон. Используя несколько лазеров с излучением разного цвета, можно получить и цветную голограмму [3].

Более подробно о голограммах расскажем ниже.

Понятие голограммы

Голография – одно из замечательных достижений современной науки и техники. Голограммы обладают уникальным свойством – восстанавливать полноценное объемное изображение реальных предметов. Название происходит от греческих слов *holos* – полный и *grapho* – пишу, что означает полную запись изображения [6].

Голография, представляющая собой фотографический процесс в широком смысле этого слова, принципиально отличается от обычной фотографии тем, что в светочувствительном материале происходит регистрация не только интенсивности, но и фазы световых волн, рассеянных объектом и несущих полную информацию о его трехмерной структуре. Как средство отображения реальной действительности, голограмма обладает уникальным свойством: в отличие от фотографии, создающей плоское изображение, голографическое изображение может воспроизводить точную трехмерную копию оригинального объекта. Такое изображение со множеством ракурсов, изменяющихся с изменением точки наблюдения, обладает удивительной реалистичностью и зачастую неотличимо от реального объекта [3].

Голография была изобретена русским физиком Ю. Денисюком в 1968 году. Она является одной из интереснейших областей использования излучения лазеров.

Исследователи установили, что при облучении светом лазера какого-либо предмета возникает отраженный от него фронт световых волн. Он несет гораздо больше информации о форме предмета, чем обычный световой луч. Вот почему с помощью голограммы можно передать не только форму, но и объем предмета.

Если поставить на пути луча фотопластинку, то на ней получится изображение, состоящее из темных и светлых участков. При освещении проявленной пластинки лучом лазера перед глазами возникает объемное изображение запечатленного предмета.

Но голографическое изображение не только объемно, оно даже позволяет наблюдать предмет с разных сторон. Используя несколько лазеров с излучением разного цвета, можно получить и цветную голограмму.

Однако для рассматривания голограммы необходимо, чтобы наблюдатель находился на небольшом расстоянии от пластинки. Только в этом случае он увидит объемное изображение предмета [6].

С помощью голографии можно не только запечатлеть предметы, но и записывать огромные объемы информации. Вот почему в настоящее время голография широко применяется в самых различных областях культуры и науки.

Применение голограмм

Наиболее широкое применение голография находит в науке и технике. Голографическими методами контролируют точность изготовления изделий сложной формы, исследуют их деформации и вибрации. Для этого деталь, подлежащую контролю, облучают светом лазера, и отраженный свет пропускают сквозь голограмму эталонного образца. При отклонении размеров от эталонных, искажении формы и появлении поверхностных напряжений возникают полосы интерференции, число и расположение которых характеризует степень отличия изделия от образца или величину искажения.

Голограммы широко используются для сохранения ценнейших памятников мировой культуры. Редкие экспонаты многих музеев заменяются на их голографические копии. Это позволяет улучшить условия их показа, поскольку не надо соблюдать жесткий режим температуры и влажности, а также предохранять их от возможной кражи.

Произведения художественной голографии отличаются тем, что их можно рассматривать как при солнечном, так и при искусственном освещении. Особенно эффектно на голограммах выглядят старинные изделия из металла, иконы в окладах. Изготовление голограмм с изображениями редких и ценных предметов – одно из направлений, приобретающих сейчас все большую популярность. Так, в последние годы проведена работа по созданию банка голографических изображений святынь Русской православной церкви. В будущем такой банк поможет реставраторам сохранять уникальные произведения в их первоизданном виде. Кстати, голографические изображения произведений православного искусства уже можно приобрести в специальном магазине. А в скором времени ожидается открытие и специального голографического фотоателье, где можно будет заказать свой объемный портрет [1].

Этапы получения 3D голограмм

Для того, чтобы изготовить голографическую картину своими руками требуется современное дорогостоящее, труднодоступное оборудование. Так, например, компания Imagination Farm USA со штаб-квартирой в Хьюстоне разработала мобильный «генератор голограмм». Holho создает иллюзию движущегося трехмерного изображения с помощью набора зеркал, располагаемых на смартфоне или планшете [1].

Поэтому было решено разработать установку в домашних условиях для получения 3D голограммы.

Необходимое оборудование:

- Линейка, карандаш, лист бумаги, пластиковая упаковка от CD-диска, канцелярский нож – для изготовления четырехгранной пирамиды.
- Планшет с диагональю экрана 10.2 дюйма для запуска программного обеспечения.
- Деревянная подставка для демонстрации изображения.
- Программное обеспечение: «Holapex hologram video maker» для создания или демонстрации изображения для 3D голограммы.

Принцип работы голографической установки:

Голограмма, которую мы получаем в собранной голографической установке, представляет собой четыре плоских изображения одного объекта, созданные с четырех различных сторон. Эти четыре изображения, попадая в одну точку, воспринимаются человеческим глазом как единое объемное изображение.

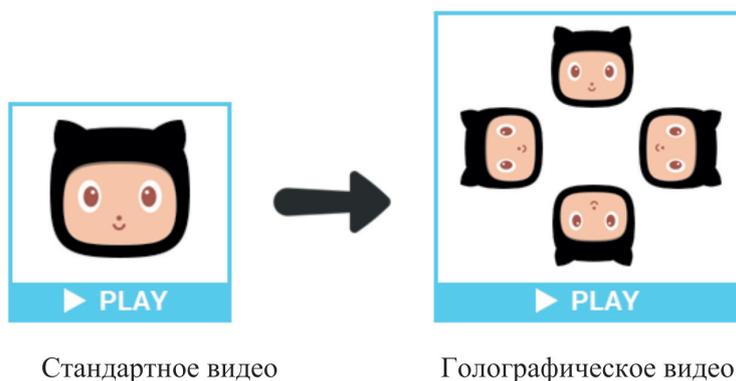


Рис. 9. Получение голограммы из плоского изображения

Рассмотрим процесс получения одного из этих четырех изображений. Он аналогичен процессу получения изображения в плоском зеркале. Зеркалом может быть любая гладкая блестящая поверхность, которая отражает свет. Но большинство зеркал делают из листов стекла, задняя сторона которых покрыта тонким слоем отражающих материалов или металлов, в том числе серебра. Мы видим все вокруг, потому что световые волны отражаются от объектов и попадают нам в глаза, создавая образы, которые распознает наш мозг. Вы видите себя в зеркале, потому что световые волны, отражающиеся от вашего тела, повторно отражаются блестящей поверхностью зеркала и попадают вам в глаза. Но такое двойное отражение создает странный эффект – все кажется повернутым в обратную сторону. Если вы, например, поднесете к зеркалу раскрытую книгу, то увидите напечатанный в ней текст не слева направо, а, наоборот, справа налево. Таким же образом это двойное отражение света позволяет вам увидеть себя в оконном стекле или на поверхности стоячей воды.

По такой же схеме создается голограмма: четыре части видео отражаются в четырех гранях призмы, сливаясь в одно объемное изображение.

Изучив теорию получения изображения в зеркале мы приступили к изготовлению голографической установки

Этапы создания голографической установки:

1 шаг. Конструирование четырехгранной призмы из органического стекла:

- Вычисление размеров призмы экспериментальным путем.
- Создание чертежа призмы
- Вырезание и склеивание деталей призмы из прозрачной пленки для определения

верности конструкции (чертим треугольник по трафарету и вырезаем его, наклеиваем треугольник на пластиковую упаковку).

- Вырезание деталей призмы из органического стекла (вырезаем из пластика нужную нам фигуру, продельваем это 4 раза)

- Склеивание деталей призмы между собой

2 шаг. Разработка и создание деревянной подставки:

Экспериментальным путем мы выявили, что наилучшего качества изображения можно достичь, когда голограмма рассматривается при минимальном освещении. С этой целью мы создали деревянную подставку. Процесс создания состоял из следующих этапов:

- Нахождение необходимых материалов для подставки (нам потребовались доска, вакуумные присоски, деревянные столбики, клей)

- Покраска доски и деревянных столбиков в черный цвет

- Склеивание частей подставки между собой

3 шаг. Нахождение и создание видео объектов для получения голограммы

В сети интернет мы нашли несколько готовых видео, обработанные с помощью программ для создания 3D голограмм и представляющие собой четыре изображения одного объекта с разных сторон, которые можно использовать, как голограмму.

4 шаг. На этом мы не остановились и решили создать свои видео-заготовки для голограмм

Для этого в сети интернет мы нашли интересные нас видео и с помощью специального ПО «Holapex hologram video maker» разложили эти видео на четыре части. Видео для голограммы должно быть исключительно на черном фоне.

Заключение

Жизнь сегодня трудно представить без голограмм: это и голографические знаки отличия на денежных купюрах, «голографическая» бумага, музейные экспонаты, замененные на их голографическую модель, голограммы в художественных фильмах и многое другое.

Я написала проект на тему: «Загадки оптики – голограммы», так как мне эта тема показалась очень интересной и увлекательной. Этот проект открыл во мне новые интересы к физике как увлекательной науке, которая затягивает в себя необычными явлениями. В ходе проекта мною были рассмотрены такие темы как: оптика, ее виды и роль в развитии современной физики; явления, связанные с отражением света; предмет и его отражение. Изучили природные явления, связанные с преломлением света: мираж; радуга; полярные сияния. Практическим путем рассмотрели, что получается при преломлении света разными предметами. Изучили понятие голограммы и создали установку для получения 3D голограммы.

Таким образом, цель проекта: «изучить оптическое явление – голография и создать

установку для получения голографического изображения» достигнута, а задачи по изучению теоретического материала в области оптики, голографии, ее видов и способов получения, а также разработке установки для получения 3D голограммы – решены.

Список литературы

1. Блудов М. И. Беседы по физике. Часть II. – М.: Просвещение, 2010 – 118 с.
2. Булаг В.Л. Оптические явления в природе. – М.: Просвещение, 2004. – 115 с.
3. Виртуальная галерея «Гологорафия» URL: <http://www.holography.ru> – (дата обращения 12.02.17).
4. Кабардин О.Ф. Справочник школьника. Физика. – М.: «Астрель», 2003 – 574 с.
5. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика. – М.: Просвещение, 1987. – 57 с.
6. Что такое голография? / Детская энциклопедия Потому.ру – URL: <http://potomy.ru/things/2970.html> – (дата обращения 24.02.17).
7. Справочник школьника по физике/ сост. Т. Фещенко, В. Вожегова. – М.: Филологическое общество «Слово», компания «Ключ-С», АСТ, Центр гуманитарных наук при факультете журналистики МГУ им. М.В. Ломоносова, 1996. – 576 с.
8. Тарасов Л. В. Физика в природе. – М.: Просвещение, 1988. – 205 с.
9. Энциклопедический словарь юного физика/ сост. В.А. Чуянов. – М.: Педагогика, 2005. – 196 с.