

Научно-исследовательская работа

Физика

**ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ  
ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ СВОИМИ РУКАМИ**

***Выполнил:***

***Федченко Максим Владимирович***

*учащийся 7 класса*

*МБОУ СОШ № 15, Россия, г.Апатиты*

***Коркачева Дина Александровна***

***Демкина Светлана Александровна,***

*научные руководители*

*МБОУ СОШ №15, Россия, г.Апатиты*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Трудно представить себе жизнь без света. Ведь все живое существует и развивается под влиянием тепла и света. Растения производят кислород под воздействием света, большинство животных и насекомых ведут дневной образ жизни. Жизнь человека в первые периоды его существования – добывание пищи, охота, защита от врагов – была зависима от дневного света. Потом человек научился обращаться с огнем, добывать и поддерживать его, готовить на нем пищу. Но во всех случаях человеческая деятельность не могла и не может протекать без освещения. Очень часто я интересовался, как образуется радуга, почему солнечные «зайчики» бегают по утрам на ковре, как капитан Немо, глядя в перископ, видел все, что происходит на поверхности воды. Используя знания, как распространяется в окружающей среде свет, можно построить разнообразные оптические приборы.

**Актуальность:** зеркальная поверхность имеет много интересных свойств, которые используют для создания множества иллюзий. Например, в театрах используют плоское стекло, чтобы получить образы призраков в ходе спектакля. Под некоторым углом на сцене устанавливают большое плоское стекло. В углублении, под сценой находится артист, который отражается в этом стекле. Причем артист освещен таким образом, чтобы его одежда, и он сам был виден, но яркость отражения не перекрывала декорации, и он оставался полупрозрачным. Когда прекращается освещение, «призрак» исчезает. Три или большее количество зеркал, установленных в виде призмы с помещенными в этой призме кусочками ярких стеклышек, дают возможность получить калейдоскоп. Это кажется Магией! Но только на первый взгляд. В своей работе я на практике убедился, что в основе всех этих чудесных явлений лежат законы отражения и преломления света. Любознательному человеку всегда интересно знать, как что устроено, а сделать самому – вдвойне интересно.

**Изучение информационных источников, уточнение темы:** в процессе работы над данной темой была проанализирована основная учебная и учебно-популярная литература, которая позволила осуществить выполнение учебно-

исследовательской работы. Знакомство с литературой было начато с книги Рыжикова С.Б. «Загадки оптики. Занимательная физика». Книга рассказывает о проявлении законов оптики в окружающем нас мире: почему бассейн с водой кажется мельче, чем на самом деле, каким образом лупа увеличивает или уменьшает, отчего возникают миражи, радуга, гало, почему мыльные пузыри сияют всеми цветами радуги. Много интересной информации я нашел в книге Слюсарева Г.Г. «О возможном и невозможном в оптике». А также в этой книге опубликован ориентировочный список литературы, что очень помогло в составлении собственного списка по конкретной теме.

**Объект исследования:** свет

**Предмет исследования:** закон отражения света.

**Для проведения исследования была выдвинута гипотеза:** если изучить природу света и закон отражения света, то можно полученные знания применить на практике – изготовить оптические приборы, и еще раз убедиться, что законы физики – это объективная реальность.

**Цель исследования:** изготовление оптических приборов.

Исходя из цели, были поставлены следующие **задачи:**

1. Собрать информацию по теме исследования.
2. Изучить закон отражения света.
3. Изготовить оптические приборы: калейдоскоп, перископ, катафот, зеркальный шар.
4. Смоделировать фокус с говорящей «отрубленной» головой.
5. Проанализировать результаты и сделать выводы.

**Методы исследования:** теоретические (анализ и синтез), экспериментальные (моделирование и конструирование), математические (геометрическая оптика).

**Прикладная значимость:** калейдоскоп может стать отличным подарком. Цвета калейдоскопа оказывают целительное лечебное действие, помогают улучшить самочувствие, настроение и даже эффективность работы. Терапевтически доказано, что 15 минут рассматривания картинок калейдоскопа оказывают релаксирующее действие, сравнимое с 5 минутами здорового смеха.

Перископ дает возможность видеть буквально сквозь непрозрачные предметы, может быть использован для обзора входной двери, для освещения помещения естественным светом, для обзора труднодоступных мест – чердака, колодца. Катафоты, фликеры, светящиеся дорожные знаки и дорожную разметку применяют в жизни для безопасного передвижения по дорогам, они важны для человека, можно и нужно их применять в повседневной жизни. Зеркальный шар, отбрасывая множество отблесков, создает атмосферу праздника и веселья. Его используют для проведения дискотеки. «Чудо» в виде «отрубленной» головы показывалось в странствующих по провинции «музеях» и «паноптикумах». Секрет прост до смешного, но пока не узнаешь, в чем он заключается, теряешься в догадках.

## ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1. Закон отражения света

Опытным путем было установлено, что свет нагревает тела, на которые он падает. Следовательно, он передает этим телам энергию. Одним из видов теплопередачи является излучение. Свет – это видимое излучение.

Линия  $MN$  – поверхность раздела двух сред (воздух, зеркало). На эту поверхность из точки  $A$  падает пучок света. Его направление задано лучом  $AO$ . Направление отраженного пучка показано лучом  $OB$ . Луч  $AO$  – падающий луч, луч  $OB$  – отраженный луч. Из точки падения луча  $O$  проведен перпендикуляр  $OC$  к поверхности  $MN$ .

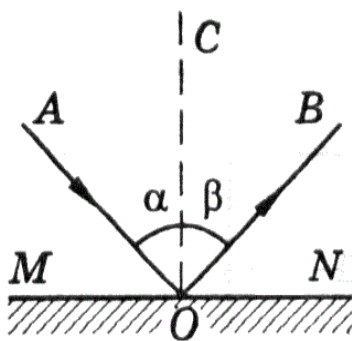


Рис. 1. Отражение света от зеркальной

Угол  $AOC$ , образованный падающим лучом  $AO$  и перпендикуляром, называется углом падения ( $\alpha$ ). Угол  $COB$ , образованный тем же перпендикуляром  $OC$  и отраженным лучом, называется углом отражения ( $\beta$ ).

При изменении угла падения луча будет меняться и угол отражения. Это явление удобно наблюдать на специальном приборе –

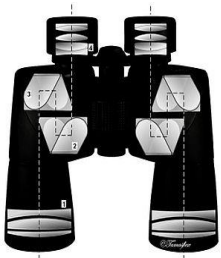
лимбе. На диск нанесена круговая шкала с ценой деления  $10^\circ$ . По краю диска можно передвигать осветитель, дающий узкий пучок света. Закрепим в центре диска зеркальную пластинку и направим на нее пучок света. Если пучок света падает под углом  $45^\circ$ , то под таким же углом он и отражается от зеркала. Передвигая осветитель по краю диска, будем менять угол падения луча и каждый раз отмечать соответствующий ему угол отражения. Во всех случаях угол отражения равен углу падения луча. Таким образом, отражение света происходит по следующему закону: луч падающий и отраженный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным к границе раздела двух сред в точке падения луча. Угол падения  $\alpha$  равен углу отражения  $\beta$ .

Законы отражения и преломления света были сформулированы Евклидом еще в III веке до нашей эры.[5]



Фото 1. Изучение закона отражения света с помощью прибора лимба.

## 1.2. Применение закона отражения света



### Бинокль

Оптический прибор, состоящий из двух параллельно расположенных соединённых вместе зрительных труб, для наблюдения удалённых предметов двумя глазами: за счёт этого наблюдатель видит стереоскопическое изображение.



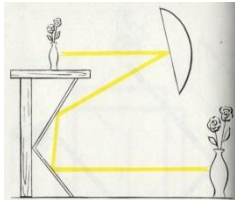
### Перископ

Оптический прибор с системой зеркал, наподобие бинокля, позволяющий обитателям подводной лодки видеть то, что происходит на поверхности.



### **Угловой отражатель**

Прибор, предназначенный для изменения направления и интенсивности потока энергии, разработанный трехгранным углом с взаимно перпендикулярными отражающими плоскостями.



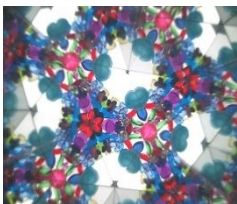
### **Оптические иллюзии**

Благодаря зеркалам создается впечатление, что по сцене театра движутся маленькие человечки или предметы.



### **Кривые зеркала**

Началу кривым зеркалам положено с производственного брака при изготовлении обычных зеркальных поверхностей..



### **Калейдоскоп**

Трубка с зеркальными пластинками и осколками разноцветного стекла, в которой можно наблюдать быстро сменяющиеся симметричные цветовые узоры.



### **Огранка драгоценных камней**

Драгоценные камни в естественном виде без огранки редко выглядят привлекательно. Способы обработки драгоценных камней придают им оригинальную форму и неповторимое свечение.



### **Зеркальный шар для дискотеки**

Зеркальный шар, отбрасывая множество отблесков, создает атмосферу праздника и веселья. Его используют для проведения дискотеки.



## Зеркальная плитка

зеркальная плитка изготавливается из ударопрочного влагостойкого зеркального стекла путем нарезки полотна на элементы нужной формы и размера с последующей обработкой кромок в целях безопасности.



### Подача сигналов бедствия в автономной ситуации

Зеркало – им можно пускать блики и солнечные «зайчики», которые заметны на очень большом расстоянии. [1]

## ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рассматривая применение закона отражения света в быту, больше всего меня заинтересовали калейдоскоп, перископ, катафот, диско-шар. Калейдоскоп – красиво! Катафот, перископ – полезно! Диско-шар – весело! Фокус – волшебно!

### 2.1. Изготовление калейдоскопа с зеркальными полосками (пластинами)

**Цель:** изготовить калейдоскоп.

Калейдоскоп - это оптический прибор, в основе действия которого лежит принцип отражения света от плоских зеркал, образующих между собой угол. Самая главная деталь калейдоскопа - трехгранная зеркальная призма. Если нет зеркала, то можно использовать обычные стекла, окрашенные с одной стороны черной краской, в таком случае окрашенная сторона должна быть снаружи. Грани призмы необходимо закрепить. Затем призму помещают в цилиндр. Концы цилиндра закрывают, с одной стороны – это матовое стекло, с другой стороны – прозрачное. Откуда же берутся узоры?! Между стеклами необходимо разместить «узорную камеру», именно туда помещаются бусины и стекляшки, которые многократно отражаясь, дают неповторимые узоры. [4]

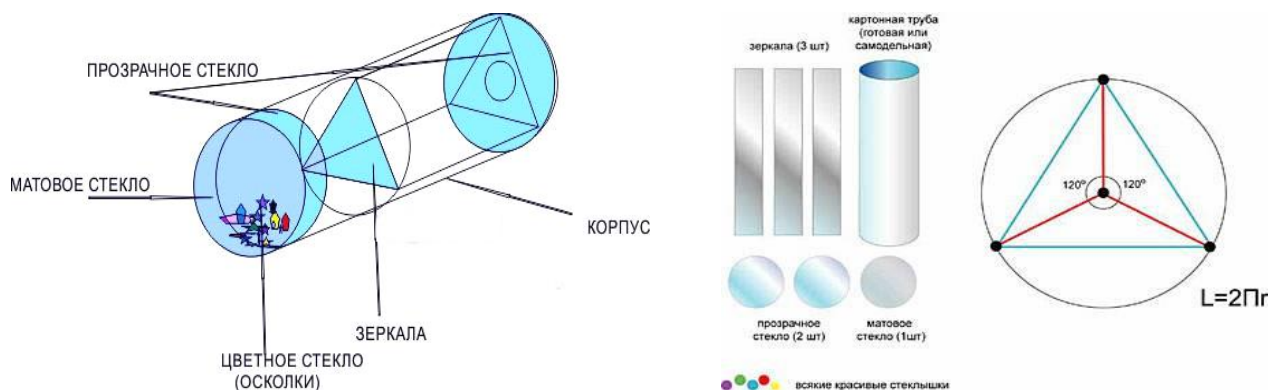


Рис. 2. Устройство калейдоскопа

диаметром 4 см, три зеркальных полоски, пара прозрачных пластиковых дисков диаметром 5,5 см (можно вырезать диски из пищевого контейнера), крышка из под крема, в которой посередине должно быть сделано отверстие, разноцветные бусинки, стразы, бисер или цветные прозрачные шарики, упаковочная бумага для украшения трубки, картон, изолента, линейка, клей.

### Ход работы:

1. Берем три зеркальные полоски длиной 21 см, а шириной 2,5 см. (Размеры полосок должны быть на 1,5-2 см меньше размеров трубки).
2. Складываем из зеркал треугольную призму и фиксируем ее изолентой. Помещаем призму в трубку таким образом, чтобы на одной стороне калейдоскопа концы призмы и трубки совпадали, а на другой оставалось место для помещения узорной камеры. На том конце, где призма и трубка совпадают, закрепляем крышку, в которой вырезано отверстие.
3. Затем создаем узорную камеру. Для этого используем два пластиковых кружка. Помещаем один пластиковый кружок в трубу — он должен упереться в призму. Насыпаем в получившийся контейнер разноцветные блестящие предметы. Закрываем контейнер вторым пластиковым кружком. Получилась узорная камера. Её в любое время можно открыть ее и добавить еще каких-нибудь интересных мелочей.
4. Оборачиваем трубку упаковочной бумагой и закрепляем ее с помощью скотча. Калейдоскоп готов (*Приложение 6 на CD. Видеофрагмент: узоры*)



**Вывод:** калейдоскоп изготовлен. Совершенно невероятная вещица стала оригинальным подарком. Теперь для меня не тайна, что это получается с помощью зеркал. Калейдоскоп для меня стал предметом любознательности, а сделанный своими руками - предметом гордости! (*Приложение 1*)

## 2.2. Изготовление перископа

**Цель:** изготовить перископ

Перископ – (от греческого *periskopéo* – смотрю вокруг, осматриваю), оптический прибор для наблюдения из укрытий (окопов, блиндажей и др.), танков, подводных лодок.

Первое упоминание перископа связано отнюдь не с военным применением. В 1430 году

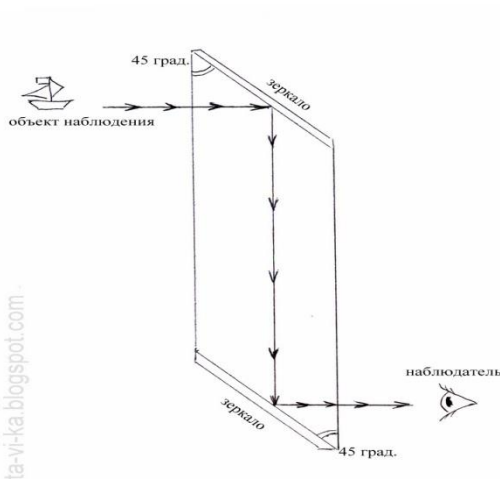
Иоганн Гутенберг, более известный как изобретатель книгопечатания, наладил продажу перископов паломникам, которые собирались на традиционный религиозный фестиваль в Аахене (город в центральной части Германии), чтобы они могли смотреть поверх огромной толпы. На палку были прикреплены под углом  $45^\circ$  два осколка зеркала.

в 17-м веке ситуация изменилась. Перископ начали использовать при осаде крепостей для слежения за осаждающими, не рискуя быть поражёнными стрелой или арбалетным болтом.

А в середине 19-го века, когда во многих государствах стали предприниматься массовые попытки строительства подводных судов, перископ практически сразу стал их составной частью. Французский ученый Ипполит Мария-Дэви в 1854 году предложил морской перископ, состоящий из трубы и двух развернутых под углом  $45^\circ$  зеркал.

Его устройство как нельзя лучше подходило для слежки за обычными надводными судами. Причём наблюдение можно было вести скрытно, не всплывая на поверхность, а это важнейшее требование при ведении военных действий. [2]

## Принцип работы перископа



Луч света от объекта, попадающий на верхнее зеркальце, отражается под прямым углом вниз и попадает уже на нижнее зеркальце. А нижнее зеркало отражает его прямо в глаз смотрящему. Поэтому то, что находится сверху, отражаясь, становится видимым наблюдателю снизу.

Рис. 3. Устройство перископа

**Материалы и оборудование:** два зеркала, узкая длинная коробка или упаковка прямоугольной формы, ножницы, клей

### Ход работы:

1. Берём упаковку.
2. Вырезаем из упаковки три составляющих части (одна длинная, две - короткие)
3. В короткую часть корпуса вставляем зеркало под углом  $45^\circ$  к вертикальной оси. Состыковываем эту часть с длинной частью под углом  $90^\circ$  и склеиваем.
4. В другую короткую часть вставляем зеркало под углом  $90^\circ$  и состыковываем эту часть с другого конца длинной упаковки также под углом  $90^\circ$ , склеиваем.
5. Обклеиваем перископ двусторонним скотчем. Перископ готов.

**Вывод:** простейший перископ изготовлен. Он может быть использован для обзора труднодоступных мест. (Приложение 2)

## 2.3. Изготовление макета звена катафота

**Цель:** изготовить макет звена катафота.

Катафотами называют различные световозвращатели, которые отражают

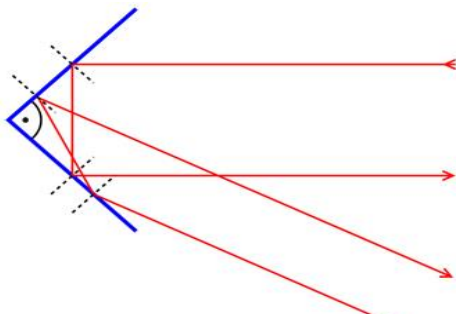


Рис. 4. Устройство углового отражателя

падающий свет не куда попало, а в сторону источника света. Поэтому простое зеркало не является катафотом.

Различаются величиной рабочего угла световозвращения, цветом отражённого света, материалом основы (пластик, ткань и т.п.). [2]

**Материалы и оборудование:** пластиковое зеркало, пластиковые уголки, линейка, канцелярский нож, клей.

**Ход работы:**

1. Лист пластикового зеркала размечаем и нарезаем на кубики  $2,5 \times 2,5$  см
2. Лист пластикового зеркала размечаем и нарезаем зеркальные полосы – ступени ( $2,5 \times 5$  см,  $2,5 \times 10$  см,  $2,5 \times 15$  см).
3. Подготавливаем основу из пластика.
4. Приклеиваем к основе зеркальные полосы-ступени.

Каждый из тех, кто любит кататься на велосипеде, особенно в сумерках, просто обязан - в целях собственной безопасности - иметь на колесах своего транспортного средства специальные приспособления - катафоты. Они помогут избежать неприятных, а иногда и трагических ситуаций в тот момент, когда произойдет неожиданная встреча с внезапно появившемся автомобилем. Попадая в свет фар встречной машины, катафот начинает ярко светиться, бликовать, и водитель не сможет не заметить велосипедиста. В чем же заключается волшебное свойство катафота, который, не имея источника света,

тем не менее, может подать световой сигнал? Оказывается, и в этом случае математика (в данном случае геометрическая оптика) приходит на помощь человеку, помогая создать простое устройство - уголкового отражатель. Естественно, с увеличением количества этих удивительных «приспособлений» соответственно увеличивается и площадь отражения, позволяя использовать уголковые отражатели не только в авто- и велокатафотах, но и в топосъемке, строительстве, радиоэлектронике и космической технике. На сегодняшний день существует множество видов светоотражающих элементов:

- ✓ фликер-значок (машинки, смайлики, сердечки). Значок можно прикрепить к рукаву куртки, на детскую шапочку, на рюкзак школьника;
- ✓ светоотражающий браслет. Светоотражающий браслет в развернутом состоянии похож на линейку, а при легком хлопке по запястью, оборачивается вокруг него;
- ✓ светоотражающие наклейки. Светоотражающие наклейки надежно приклеиваются на любые поверхности. Они могут быть разных цветов, размеров и форм.
- ✓ светоотражающий брелок. Светоотражающие брелоки крепятся к любому замочку или связке ключей. Представлены в виде катафотов, имеют разный цвет, размеры и формы.
- ✓ светоотражающая лента. Эта деталь пришивается на рукава курток и другой верхней одежды в виде нарукавных повязок. Чаще всего ленту носят в виде вертикальных и горизонтальных полос, и справа, и слева. [3]

**Вывод:** макет звена катафота изготовлен. Катафоты, дорожные знаки, дорожные разметки, специальные светоотражающие наклейки, нашивки на детскую одежду, рюкзаки, коляски делают из множества мелких уголковых отражателей. Изготавливаются они из стекла или пластмассы. (*Приложение 3*)

## 2.4. Изготовление шара для дискотеки

**Цель:** изготовить диско-шар.

Зеркальный шар, отбрасывая множество отблесков, создает атмосферу праздника и веселья. Его используют как для проведения дискотеки, так и для украшения квартиры. Устроить такую дискотеку можно и в собственном доме, и в школе.[6]

**Материалы и оборудование:** пластиковый новогодний шар, пластиковое зеркало, компакт – диск, ножницы, клей, шестеренчатый механизм (редуктор с электромоторчиком), циферблат часов, батарейка, три светодиодных фонарика

**Ход работы:**

1. Нарезаем зеркальный пластик на мелкие квадратики
2. Обмазываем клеем поверхность шара
3. Обклеиваем шар зеркальными квадратиками на близком расстоянии друг от друга
4. Устанавливаем редуктор
5. Вставляем компакт - диск на ось редуктора
6. Прикрепляем готовый диско - шар на диск к оси редуктора
7. Крепим по краям циферблата светодиодные фонарики

**Вывод:** диско-шар изготовлен. Я его использую для украшения квартиры, оформленной в подходящем стиле для вечеринки. (Приложение 4)

## 2.5. Моделирование фокуса с «отрубленной» головой

**Цель:** смоделировать фокус с «отрубленной» головой

Непосвященного фокус положительно ошеломляет: вы видите перед собой небольшой столик с тарелкой, а на тарелке лежит ... живая человеческая голова. Под столиком спрятать туловище как будто негде. Хотя подойти вплотную к столу нельзя, - вас отделяет от него барьер, - все же вы ясно видите, что под столом ничего нет.[7]

**Материалы и оборудование:** ламинат, фанера, ковровое покрытие, зеркала, картон, пластиковая тарелка, кукла.

**Ход работы:**

1. Изготавливаем каркас комнаты с совершенно одинаковыми стенами, пол застилаем ковровым покрытием с геометрическим рисунком
2. Изготавливаем стол со съёмной столешницей, между ножками стола ставим по зеркалу, чтобы пространство под ним казалось издали пустым
3. Прикрепляем к пластиковой тарелке куклу и устанавливаем ее на столешнице

**Вывод:** фокус смоделирован. Его можно продемонстрировать с человеком 1 апреля на концерте, посвященном Дню смеха. (*Приложение 5*)

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Гипотеза, выдвинутая в начале работы, подтвердилась. Цель достигнута. В дальнейшем я намереваюсь продолжить изучение светового излучения, рассмотреть применение на практике закона преломления света.

## **СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

### **Литература**

1. Рыжиков С.Б. Загадки оптики. Занимательная физика. М.: Олма-Пресс, 2014.
2. Слюсарев Г.Г. О возможном и невозможном в оптике. М.: URSS, 2008.
3. Михайлова Л. Почему? Потому! Простые ответы на сложные вопросы. М.: ЭКСМО, 2010.
4. Перельман Я.И. Оптические иллюзии. М.: Кристалл, 2016.

### **Интернет-ресурсы**

5. Учебник физики 7-8-9 классы [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.fizika.ru/kniga/index.php?theme=14> (20.02.2017)
6. Игрушки своими руками [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.toysew.ru/raznoe/delaem-kalejdoskop.html> (15.03.2017)
7. Мир самоделок [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://samodelka.info/samodelki-dlya-detey/kaleydoskop-svoimi-rukami.html> (04.04.2017)

*Приложение 1*

**Изготовление калейдоскопа**



Фото 1. Подготавливаем зеркальные заготовки калейдоскопа



Фото 2. Складываем треугольную призму



Фото 3. Обматываем призму изолентой

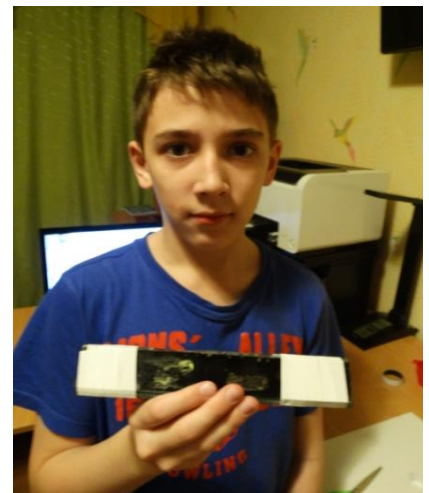


Фото 4. Призма в сборке





Фото 5. Вырезаем отверстие в крышке

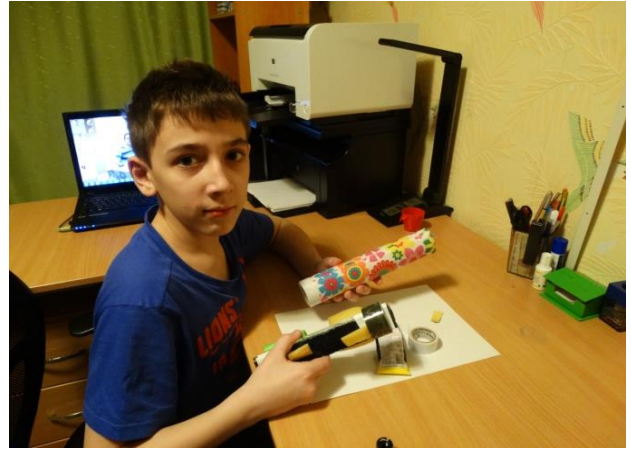


Фото 6. Вставляем призму в цилиндр

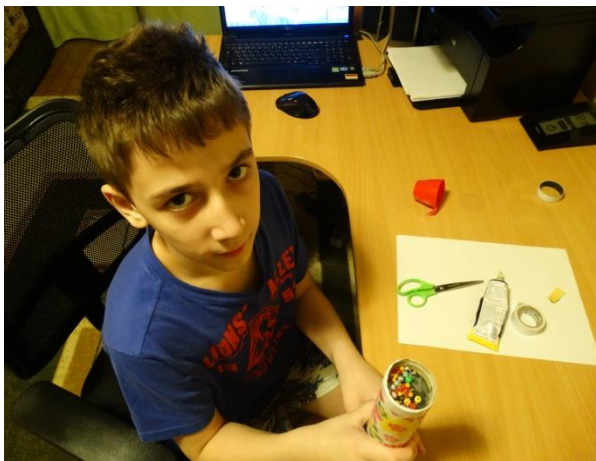


Фото 7. Узорная камера калейдоскопа

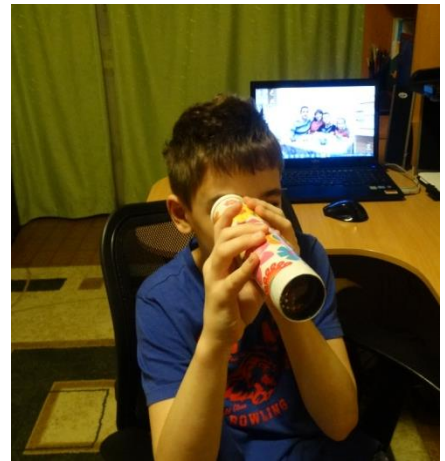


Фото 8. Калейдоскоп готов



Фото 9. Узоры

**Изготовление перископа**

*Приложение 2*



Фото 1. Подготавливаем зеркальные заготовки перископа



Фото 2. Вставляем зеркала в пластиковую упаковку



Фото 3. Собираем конструкцию из трех труб



Фото 4. Фиксируем зеркала вокруг конструкции



Фото 5. Обклеиваем перископ скотчем



Фото 6. Проводим испытания прибора

*Приложение 3*

**Изготовление макета звена катафота**



Фото 1. Использование светоотражателей



Фото 3. Подготавливаем основу

Фото 2. Размечаем и нарезаем лист  
пластикового зеркала на полосы-  
ступени

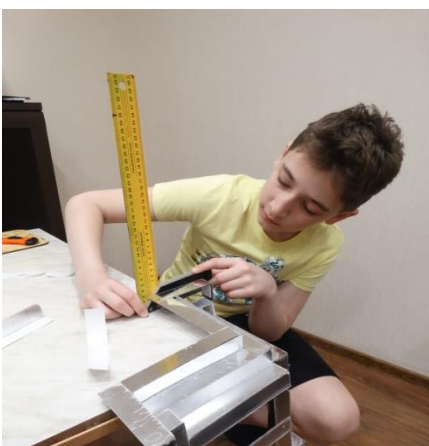


Фото 4. Приклеиваем зеркальные  
полосы-ступени к основе

Фото 5. Макет звена катафота собран

*Приложение 4*

**Изготовление диско-шара**



Фото 1 . Обклеиваем шар  
зеркальными квадратиками



Фото 2 . Устанавливаем редуктор



Фото 3 . Крепим компакт-диск к оси редуктора



Фото 4 . Прикрепляем шар к оси редуктора



Фото 5. Крепим светодиодный фонарик



Фото 6. Проведем эксперимент

### *Приложение 5*

#### **Моделирование фокуса с отрубленной головой**



Фото 1. Изготавливаем каркас



Фото 2. Скрепляем каркас с  
основанием



Фото 3. Изготавливаем стол

Фото 4. Моделируем фокус