

Научно-исследовательская работа
Физика

3D-ПРОЕКТОР НА ЛАДОНИ И НЕ ТОЛЬКО

Выполнил:
Углов Тимофей Евгеньевич
учащийся 8 «А» класса
МБОУ СОШ №6, Россия, Свердловская обл.,
г. Верхняя Салда

Руководитель:
Алексеева Марина Александровна
Учитель физики, высшей категории,
МБОУ СОШ №6, Россия, Свердловская обл.,
г. Верхняя Салда

Введение

История развития 3D началась в 1877 году. Именно тогда Эмиль Рейно запатентовал аппарат с быстро вращающейся лентой, на которую наносили картинку, возникала иллюзия движения рисунка. И только через сто лет начинается эпоха создания 3D-анимации.

Изначально эффект объемного изображения создавался за счет съемки фильма двумя камерами, под специально подобранным углом, углом зрения человека. Затем кадры с двух пленок синхронизировались и проецировались на экран. Таким образом, зритель видел изображение как бы с двух углов, что создавало иллюзию объема. Со временем техника совершенствовалась, двухпленочные системы заменились на однопленочные. Совершенствовалось и оборудование, появились мощные компьютеры, их и стали использоваться для создания трехмерных изображений. В начале 21 века компания Christie разработала и выпустила на рынок революционную технологию, особенности которой заключались в том, что использовался уже один проектор. Преимущества очевидны: максимально четкое изображение, отсутствие размытости изображения, увеличена мощность проекторов, значительно упростилась инсталляция систем, снизилась стоимость владения оборудованием.

Трехмерное видео изначально было создано для кино, поэтому основная сфера применения технологии объемной визуализации - это развлечения. Современные кинотеатры оснащаются специальными цифровыми проекторами, создаются развлекательные аттракционы с головокружительными спецэффектами. Подводный мир, космос, полеты и сражения становятся реальными благодаря трехмерной визуализации видеоизображения.

Благодаря высокой точности новых технологий проекционные 3D-видеосистемы сегодня используются не только в сфере развлечения, но и в точном машиностроении, автомобилестроении, авиации, геологии, а также там, где необходимо работать с точными трехмерными моделями. Сесть за руль еще не существующего автомобиля, просчитать поведение самолета или ракеты, погрузиться в нефтяную скважину - это стало возможным. Создание 3D-анимации

в настоящее время стало важнейшей частью рекламных услуг. Возможности 3D-анимации позволяют представить, практически, любой предмет в наглядной и презентабельной форме, что облегчает восприятие.

На настоящий момент система имеет только один недостаток, свойственный любой новой технологии, - это высокая стоимость оборудования.

Тема создания объемного изображения актуальна сегодня и заинтересовала меня. Я выдвинул гипотезу: если спроектировать установку по примеру тривизора, правильно рассчитав ее размеры, то можно получить 3D-проектор. И с помощью него можно будет создавать статичные и движущиеся трехмерные изображения.

Объект исследования: трехмерное изображение.

Предмет исследования: установка 3D-проектора.

Цель: создать свой 3D-проектор и опробовать его.

Перед собой я ставил следующие задачи:

- изучить теорию распространения и отражения света;
- узнать какие существуют устройства по созданию трехмерного изображения;
- изучить принцип работы тривизора;
- произвести математические расчеты размера проекционной установки;
- изучить возможности видео редактора;
- создать видео и отредактировать его;
- опробовать 3D-проектор.

Методы исследования:

- сбор и изучение информации;
- проектирование;
- эксперимент;
- анализ и синтез;
- моделирование;
- анкетирование.

Думаю, данная работа будет иметь практическое значение, так как содержит сведения о принципе работы 3D-проектора с точки зрения физики, подробные

расчеты размеров установки для любого размера монитора и инструкцию по созданию видео ряда для нее.

Основная часть

1. Проектирование 3D проектора и расчет размеров пирамиды для него

Изучив теорию по геометрической оптике и рассмотрев основные технологии создания объемного изображения, я решил создать свой проектор. За основной принцип его работы возьмем выполнение закона отражения света. Со слов производителя тривизора, принцип его работы аналогичный. Поэтому я воспользуюсь идеей создания мнимого изображения за счет отражения света от граней усеченной пирамиды. Первичное изображение, трехмерное изображение которого необходимо получить, буду транслировать с ЖК монитора. Световые лучи на небольшом расстоянии буду считать от него исходят перпендикулярно экрану. А световой пучок будет состоять из взаимно параллельных лучей. Если на пути этого светового потока поставить отражающую поверхность, то луч, в результате отражения, поменяет свое направление. Мне необходимо, чтобы он попал в глаз наблюдателя. Значит мне надо перенаправить световой поток под углом 90° при помощи отражающей поверхности (см рис. 2.1). Если вспомнить закон отражения (угол падения равен углу отражения), чтобы угол между падающим лучом и отраженным был 90° , необходимо, чтобы угол падения был 45° . Это возможно в том случае, если расположить отражающую поверхность под углом 45° к ходу лучей. Значит именно этот угол должен быть между гранью пирамиды и монитором.

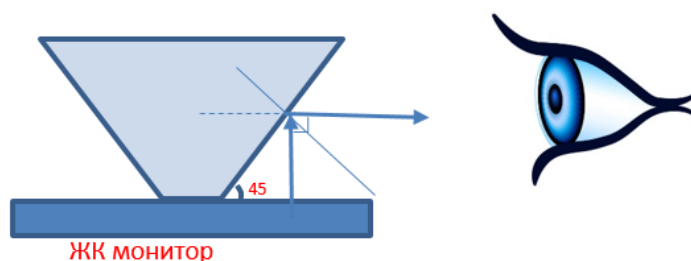


Рис.1

На рис.2.2 представлен ход лучей от объекта АВ и сформированное мнимое изображение внутри пирамиды A^1B^1 . Именно его «увидит» наблюдатель.

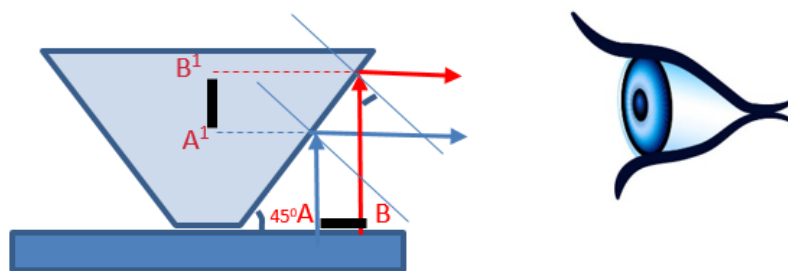


Рис.2

Теперь разберемся с отражающей поверхностью, максимум светового потока отражает зеркало, с ним мы получим очень четкое и яркое изображение, но оно объемным не будет. Мне необходима прозрачная отражающая поверхность. В тривизоре используют стекло, покрытое дорогостоящими отражательными пленками (об этом уже говорилось в теоретической части работы). Я решил использовать пластиковую прозрачную обложку для переплета. Цена, которой 550 рублей за 100 шт. Если исключить свет от сторонних источников, затемнив помещение, эта поверхность дает достаточно интенсивное отражение. Так же конструкцию из такой легкой пленки можно поставить на монитор и не бояться, что он будет испорчен.

Перехожу к созданию 3D изображения. Ведь одна грань даст только плоскую картинку. Реальный трехмерный объект видим объемным за счет отражения света от всех его поверхностей, включая боковые и заднюю. Чтобы создавался эффект наличия объемного изображения внутри пирамиды, я направлю свет на нее с четырех сторон в соответствующих проекциях как показано на рисунке 2.3.

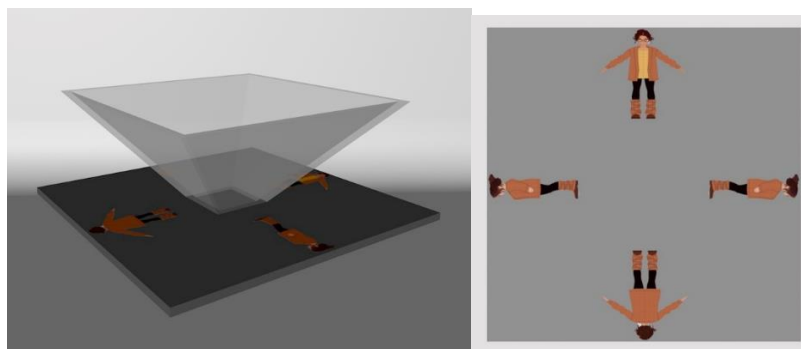


Рис.3

Существенное отличие моей установки от тривизора в том, что изображение транслируется монитором за пределами призмы с четырех сторон. А в тривизоре наоборот, пучок света исходит из центра пирамиды.



Рис.4

Исходя из размеров экрана рассчитаю размеры усеченной пирамиды. Так как экран планшета прямоугольный возьмем длину его меньшей стороны (у нас это 145 мм), она и будет соответствовать размерам основания призмы. Значит ABCD квадрат со стороной $AD=DC=CB=BA=145$ мм.

Возьму сторону верхнего основания ($A_1B_1C_1D_1$ - квадрат) за $1/6$ нижнего. Тогда $A_1D_1=D_1C_1=C_1B_1=B_1A_1=25$ мм.

$$MH_1 = 1/2 AD = 72,5 \text{ мм}$$

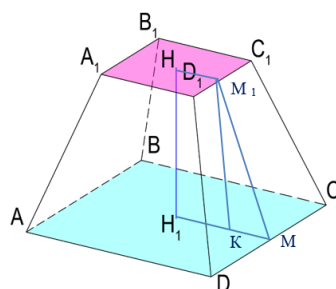
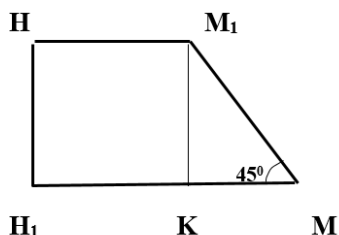


Рис.5

$HM_1 = 1/2 A_1D_1 = 12,5$ мм (т.к. H_1H высота пирамиды)

H_1H соответствует размеру изображения, которое будет давать проектор.



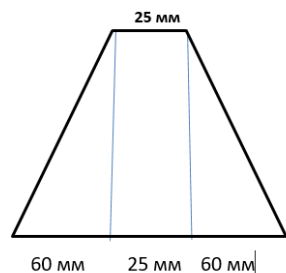
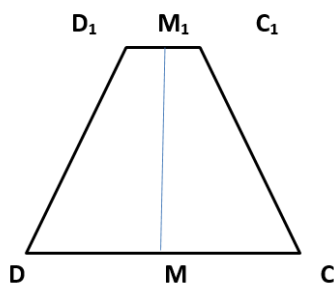
Рассмотрим прямоугольную трапецию NN_1MM_1 . Грани пирамиды должны располагаться под углом 45^0 к ее основанию, поэтому угол $MM_1H_1 = 45^0$.

$NN_1 = M_1K$ и раз треугольник MM_1K прямоугольный и имеет угол 45^0 , то он еще и равнобедренный.

$KM_1 = KM = MN_1 - NN_1 = 60$ мм

Тогда по теореме Пифагора $MM_1 = \sqrt{KM_1^2 + KM^2} = KM\sqrt{2} = 85$ мм

Итого получаю размеры грани усеченной пирамиды:



$D_1C_1 = 25$ мм

$DC = 145$ мм

$MM_1 = 85$ мм

$(145\text{мм} - 25\text{ мм}) : 2 = 60\text{мм}$

Если ввести переменную a -размер меньшей стороны экрана, то исходя из представленных выше расчетов размеры (грани) трапеции: a - нижнее основание равнобедренной трапеции, $a/6$ – верхнее основание, $5\sqrt{2}a/12$ – высота трапеции и $5a/12$ – максимальный размер изображения в призме.

Таблица 1.

Размер меньшей	Нижнее основание	Верхнее основание	Высота трапеции, мм	Размер изображения,

стороны экрана, мм	равнобедренной трапеции, мм	равнобедренной трапеции, мм		которое даст установка, мм
145	145	25	85	60
67	67	11	40	28
3840	3840	640	2263	1600

С такой формой проекционной установки, имея достаточно большой экран, объемное изображение получается маленьким. Так чтобы получить изображение в рост человека, необходим экран размером 3,8*3,8 метра (См. расчеты в таб.1). Поэтому попробую убрать одну из проекций, по примеру трехгранного тривизора рис. 2.6.



Рис.6

Отсеку от моей пирамиды плоскостью ту часть, которая отвечала за проекцию предмета сзади. Тогда ее основание станет прямоугольным и размер 3D изображения сможем увеличить, но эффект объемности объекта ослабеет.

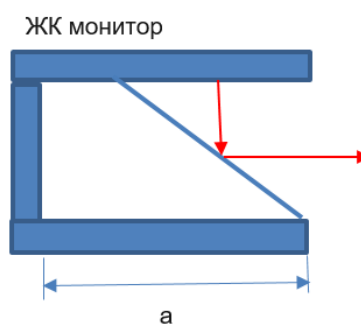


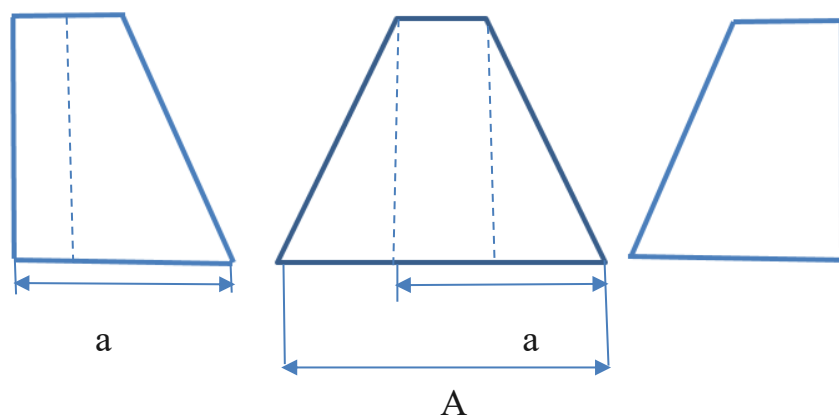
Рис.7

Рассчитаю теперь установку, по-прежнему а-меньшая сторона монитора. На рисунке 2.7 ее вид сбоку. Отражательная фигура будет состоять из трех граней.

$A/6$

$A/6$

$A/6$



$$A - a = \frac{1}{2}(A - A/6) = 5A/12$$

$$a = A - 5A/12 = 7A/12$$

$$A = 12a/7$$

$$a = 145 \text{ мм}, A = 249 \text{ мм}$$

Остальные параметры рассчитываю по формулам, полученным выше.

Таблица 2

Размер меньшей стороны экрана, а, мм	Нижнее основание лицевой части трапеции, А, мм	Верхнее основание трапеций, А/6, мм	Высота трапеции, $5\sqrt{2}A/12$, мм	Размер изображения, которое даст установка, $5A/12$, мм
145	249	42	147	104
2240	3840	640	2263	1600

Теперь, чтобы получить изображение в полный рост человека необходим экран размером 2,2*3,8 метра.

Изменится и изображение, которое необходимо транслировать. Так как перевернули призму, изображение тоже необходимо перевернуть. И теперь беру не четыре проекции, а три (См. рис. 2.8).

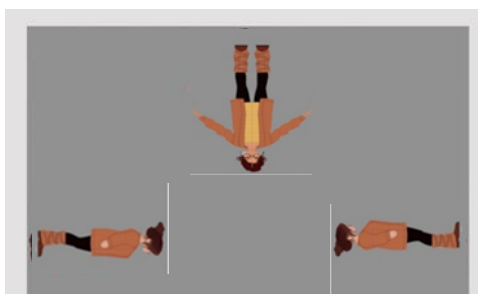


Рис.8

2. Создание видео и его обработка в видеоредакторе

Перехожу к следующему этапу моего проекта, создание видео ряда для проецирования в пирамиде. В первую очередь необходимо объект снять на фото или видео, лучше с четырех разных сторон одновременно. У меня такой возможности не было, поэтому я продублировал видео с одного ракурса. Чтобы объект был четким и ярким, световые лучи должны исходить только от него, поэтому фон у него должен быть черным.

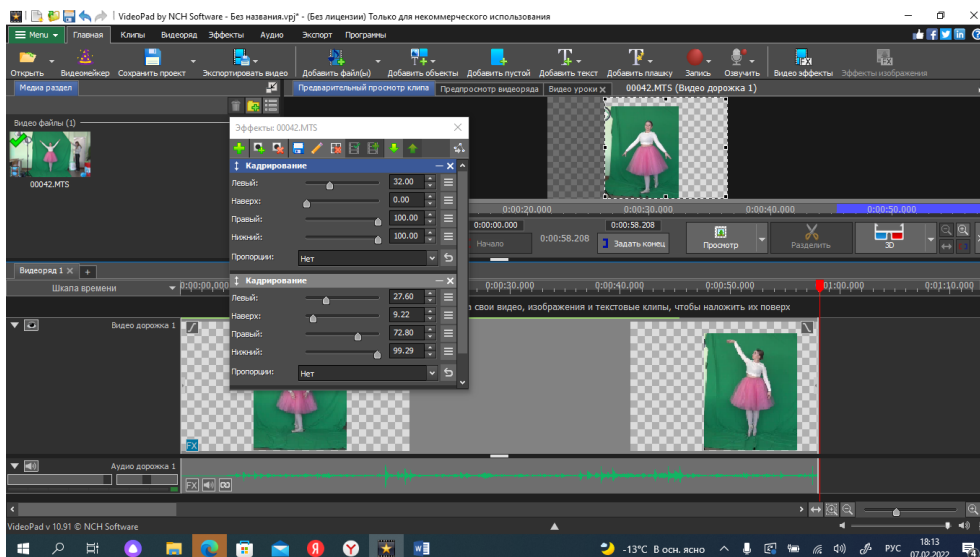
Редактирование и монтаж видео, с развитием технологий и появлением массы программ для работы с видео файлами, стало несложным. Среди них есть бесплатная программа VideoPad Video Editor. Именно по этой причине она была мною выбрана. К тому же VideoPad Video Editor — мощная программа, включающая в себя все функции, которые будут полезны для коррекции видео.

VideoPad Video Editor поддерживает практически все популярные форматы видео. Чтобы начать работу, необходимо добавить видео, фото и аудио в проект. Это можно сделать при помощи кнопки *«Добавить файл (Add Media)»*. Или просто перетянем его в окно. Далее добавляю файл, на специальную шкалу, где и будут осуществляться основные действия.

В результате слева у меня отображается не измененное видео, а справа я буду видеть все примененные эффекты. Я перетаскиваю изображение детали 4 раза. Затем накладываю эффекты. В первую очередь уменьшаю размер всех четырех изображений до 40%. Затем поворачиваю и перемещаю изображения за счет функции *«Добавить новый эффект»*. Использую эффекты *«Позиция»*, *«Стиновое вращение»*. *«Кадрирование»* использую, если изображения перекрывают друг друга. Получил изображение, в котором транслируются сразу четыре. С остальными деталями делаю все аналогично, продолжая видео дорожку. Аудио с описанием объекта записываю при помощи диктофона на телефоне. Далее накладываю аудио дорожку на видео и второй дорожкой музыкальный фон.

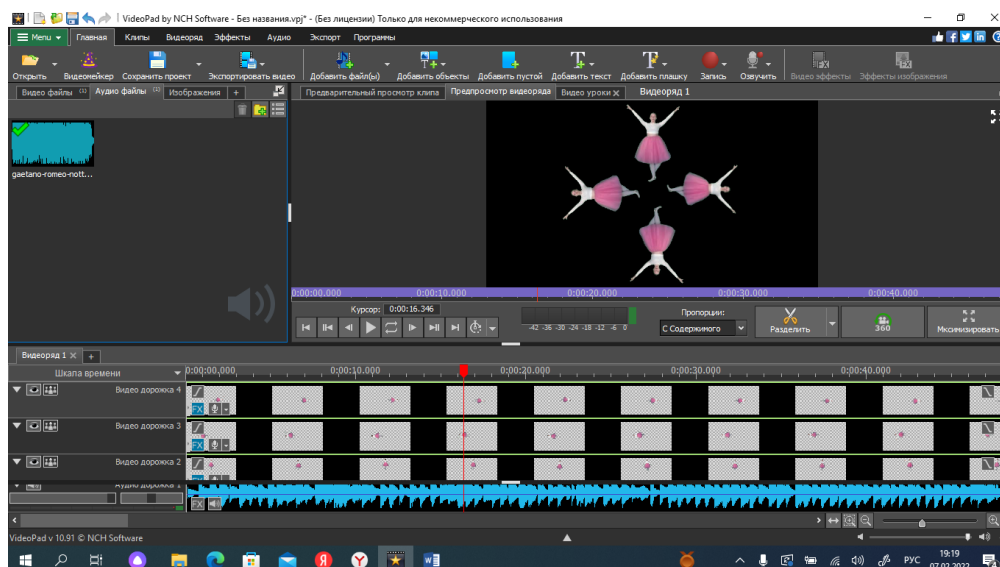
Если необходимо смонтировать видео ряд для пирамиды из видео движущегося объекта, лучше его снять на фоне хромакея. Именно так я и сделали.

Теперь добавляю файл в программу и переношу его на видео дорожку. «Обрезаем» лишнее «Кадрированием».



Мне необходимо зеленый фон сделать черным. Для этого выбираю эффект «Зеленый экран» и выставляем пороговый уровень 129. Так чтобы весь зеленый экран стал прозрачным.

Далее копирую видео трижды и размещаю их так как мне необходимо. По умолчанию, видео и аудио дорожки склеены между собой. Нажму правой клавишей мыши на аудио дорожке и выберу «Отцепить от видео». После этого удалю оригинальную дорожку. Выделю и нажму «Del». Теперь можно наложить новую музыку на видео.



Для того, чтобы разрезать видео и аудио дорожки, необходимо передвинуть бегунок в нужное место и нажать на кнопку обрезки. Для того, чтобы вырезать часть видео, его необходимо отметить с двух сторон, выделить, кликнув мышью на необходимом участке. Нужный отрывок будет окрашен в синий цвет, после чего нажимаем на клавишу «*Del*». Если отрывки необходимо поменять местами или сдвинуть, просто потянем за выделенный участок и переместим его в необходимое место. Отменить любое действие можно комбинацией клавиш «*Ctrl+Z*». В программе большой выбор эффектов, в случае необходимости, можно подключать дополнительные плагины, которые расширят возможности программы. Однако по истечении 14 дней эта функция станет недоступна в бесплатной версии. Результат монтажа можно просмотреть при помощи панели для воспроизведения.

Сохранить отредактированное видео можно нажав на кнопку «*Экспорт*». Нам будет предложено несколько вариантов. Меня интересует сохранение видео файла. Далее я выберу экспорт на компьютер, задам папку и формат, и нажму «*Создать*».

Все элементы редактирования файла, можно будет открыть в любое время, если сохранить текущий проект. Для этого необходимо нажать на соответствующую кнопку и выбрать место на компьютере.

Рассмотрев данную программу, могу сказать, что она идеально подходит для домашнего использования, причем даже в бесплатном варианте.

2.3 Апробация проектора и возможные направления его применения

Все, что было изложено в моем проекте выше, позволяет понять физический принцип работы моей установки, рассчитать размеры призмы для экрана любого размера, создать видео для трансляции в проекторе. Пора перейти к ее применению.

В ходе работы над проектом, мной были созданы несколько видеороликов. В первую очередь было интересно просто получить эффект трехмерного

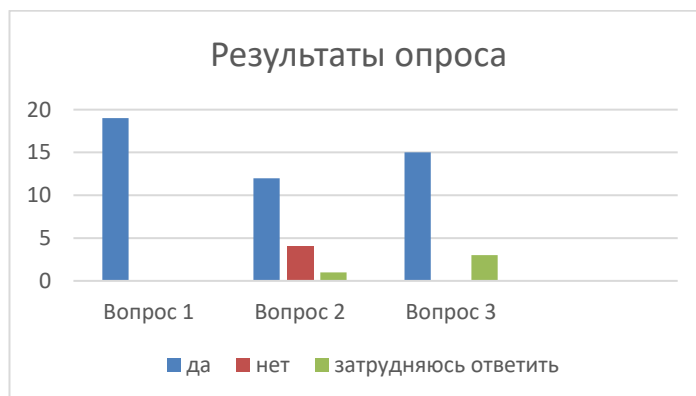
изображения. Я снял на видео танец моей одноклассницы, смонтировал его и спроецировал через 3D пирамиду.

Результат мне очень понравился, и я поделился впечатлениями и видео с одноклассниками. Затем провел их опрос в социальных сетях.

Я задал следующие вопросы:

1. Понравилось ли Вам трехмерное изображение, полученное с помощью 3D пирамиды?
2. Хотели бы Вы сделать такую сами?
3. На Ваш взгляд, сложно ли получить объемное изображение?

По результатам опроса (они представлены в диаграмме), мной были сделаны выводы о том, что тема проекта и ее продукт интересны моим сверстникам. Много кто хотел бы попробовать сделать свой 3D проектор, но считают, что это сложно.



Можно сделать вывод, что мой 3D-проектор является эффективным визуальным инструментом для показа и презентаций 3D-моделей на выставке. Отсюда возникла идея опробовать мою установку для демонстрации продукции Корпорации ВСМПО-Ависма. Известно, что наше крупнейшее предприятие по производству титановой продукции часто участвует в российских и зарубежных выставках. Так как продукция ВСМПО-Ависма громоздкая и тяжелая, предлагаю ее представить в виде 3D изображения. Мимо такой инсталляции не сможет пройти ни один посетитель выставки. Эту идею я воплотил во втором видео для проектора.



На этом не хотелось останавливаться, после длительных размышлений, возникла мысль, ведь это может быть один из способов отправки сообщения между людьми с ограниченными возможностями. Теми, кто воспринимает информацию в нашем мире только через зрение и тактильные ощущения. Моя одноклассница согласилась мне помочь и выучила стихотворение на языке жестов. Я смонтировал видео и опробовал его на проекторе. Человека, который бы оценил его, мне пока не удалось найти. Возможно это получится сделать через социальные сети.



Заключение

3D технологии ворвались в нашу жизнь и нашли свое применение в разных областях. В первую очередь в кино и компьютерных играх, изображение в которых поражает своей реальностью. Применение 3D технологий в техническом образовании, промышленном дизайне и машиностроении – возможность механического конструирования, функционального тестирования практически сразу, во время учебного процесса. 3D печать, включенная в учебную программу инженерных дисциплин, даст возможность студентам опробовать будущую профессию в тренажерах и симуляторах, а так же воплощать в жизнь свои

конструкторские замыслы и идеи, тем самым увеличив долю инноваций в их проектах.

Сегодня в динамично развивающемся мире технологий появляется огромная потребность в создании моделей архитектурных дизайнов, полноцветных молекулярных моделей, позволяющих наглядно демонстрировать цепочки ДНК, электрический заряд или устройство атома. В медицине – анатомическое моделирование, хирургическое планирование, протезирование, 3D печать искусственных тканей человеческих органов. И даже в рекламе и дизайне интерьера технологии по созданию объемного изображения нашли применение. Именно поэтому мной было проведено данное исследование.

В результате проделанной работы я создал свой 3D проектор и опробовал его. Изучил законы геометрической оптики и познакомился с возможностями видео редактора VideoPad Video Editor. Спроектировал 3D пирамиду и получил формулы для расчета ее размеров. Тем самым доказал, что выдвинутая мною гипотеза верна. Так же мною были представлены примеры использования моей установки. Я смог привлечь внимание и вызвать интерес сверстников к своему проекту.

Моя исследовательская работа дала мне многое. Пришлось изучить много теоретического материала, научиться извлекать информацию с бумажных носителей – книг, интернет сайтов, критично ее оценивать с точки зрения научности.

При выполнении собственного эксперимента я понял, как тяжел путь исследователей, людей, занимающихся наукой. Для того, чтобы получить положительный результат эксперимента нужно не только знание каких-то теоретических основ, но и умение видеть, наблюдать, обобщать, а самое важное – умение четко планировать свою работу.

Я думаю, что умение анализировать имеющиеся факты, умение сопоставлять и прогнозировать, умение находить пути решения возникающих ситуаций – все это приходит с опытом, с практикой. Чтобы приобрести все эти навыки и снова

получить удовлетворение от своих маленьких открытий, даже если они уже известны, я постараюсь продолжить свое обучение.

Данная работа имеет практическое значение и может быть использована на уроках физики или факультативных занятиях, а также для самообразования учащихся при изучении законов геометрической оптики. Мой 3D проектор можно использовать при демонстрации различных музейных мини выставок, чтобы вызвать дополнительный интерес к экспонатам, при отсутствии возможности в живую посетить музей. Так же это может быть одним из способов трансляции сообщений для людей с ограниченными возможностями. Возможно установка будет использоваться в качестве оригинального предмета интерьера. Или же как бюджетная замена тривизора.

Список литературы

Печатные издания:

1. Голицына О.Л. Информационные технологии: Учебник / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, ИНФРА-М, 2013. – 608 с.
2. Дж. Ли, Б. Уэр. Трёхмерная графика и анимация. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2002. — 640 с.
3. Михеенко А. В. Геометрическая оптика : учеб. пособие / А. В. Михеенко. — Хабаровск : изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. - 100 с.
4. Рожков С.Н., Овсянникова Н.А. Стереоскопия в кино, фото, видеотехнике. Терминологический словарь. М.: Парадиз, 2003. -352 с.
5. Рожков С.Н. Стереоскопический кинематограф в цифровом формате// Сборник докладов научно-практической конференции «Современные технологии кинематографа» (апрель 2006 г.). СПбГУКиТ, 2006. – 410 с.
6. Энджел Э. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2001. — 592 с.

Интернет ресурсы:

1. <http://ru.wikipedia.org/>
2. <http://www.mir3d.ru/>
3. <http://partmaker.ru/>

4. <http://www.midgart.ru/history.html>
5. http://tradio-ru.org/wiki/Трёхмерная_графика
6. <https://trivizor.ru/>
7. <https://lumpics.ru/how-to-use-the-editor-videopad-video-editor/>