

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 60 г. Пензы
(МБОУСОШ № 60 г. Пензы)

VII открытый региональный конкурс пректных и исследовательских работ "Высший пилотаж-Пенза" 2025

ГОЛОГРАММЫ

Руководители: Хрянина Е.И., учитель физики
МБОУСОШ № 60 г. Пензы
Бутакова Ю.В., учитель информатики
МБОУСОШ № 60 г. Пензы

Учащийся: Шалдыбин Артем,
ученик 8 «Д» класса
МБОУСОШ № 60 г. Пензы

Пенза, 2025 год

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
История голографии	3
Что такое голограмма	6
Применение голографии	8
Голографическая пирамида	11
Заключение	13
Список литературы	14

Введение

Голограмма — это оптический клон объекта. В отличие от фотографии, голограмма трехмерна, так как фиксирует объем объекта и изменение перспективы при взгляде с разных углов.

Голограмму часто путают с 3D-изображением. Но 3D-изображение выглядит объемно только с одной точки обзора, а голограмма — с любой. Голограммы и 3D-изображения создаются принципиально по-разному: для получения 3D-картинки готовят два изображения (для правого и левого глаза) и соединяют их. Благодаря стереоэффекту мозг воспринимает такое изображение как объемное. А голограммы создают, записывая с помощью лазера структуру отраженной от объекта волны (ее амплитуду и фазу). Этот метод называется «голография» (переводится с древнегреческого как «пишу всё»).

Актуальность: В современном мире человеку все чаще необходимо отобразить какие-либо объекты в трехмерном измерении для лучшего понимания информации. Голография поможет визуализировать объект.

Гипотеза: Голограмму можно создать в домашних условиях.

Объект исследования: Голограммы.

Предмет исследования: Методы создания голограмм.

Цель исследования: Понять, что представляют из себя голограммы и голография, каково их применение в реальном мире, а также создать собственную голограмму и наглядно продемонстрировать качество изображения, даваемое голограммой.

Метод исследования:

- Изучение литературных и интернет ресурсов
- Эксперимент
- Анализ работы

Задачи исследования:

- Изучить историю создания и развития голограммы
- Создать голограмму в домашних условиях
- Провести анализ совершенной работы

Теоретическая значимость работы: Расширение знаний в области голографии

Практическая значимость работы: Способ создания голограммы в домашних условиях

История голографии

Основоположником голографии является профессор Лондонского колледжа Деннис Габор. Занимаясь поисками способа повышения резкости

изображений электронного микроскопа, он открыл новый способ записи изображений - голографию.

При записи голограммы Деннис Габор использовал ртутную лампу. После проявления и отбеливания фотопластинка восстанавливала трехмерное изображение объекта. Результат был ошеломляющий, но мог взволновать пока только ученых, т. к. на голограмме можно было видеть мнимое, действительное изображения и восстанавливающий источник света одновременно, то мешало нормальному восприятию голограмм.

Голография начала бурно развиваться и приобрела большое практическое значение после того, как советскими физиками Н.Г. Басовым и А.М. Прохоровым в 1960 г. был создан первый лазер. В том же году профессором Т. Маймамом был сконструирован импульсный лазер на рубине. Эта система (в отличие от непрерывного лазера) дает мощные и короткие, длительностью в несколько наносекунд, лазерные импульсы, позволяющие фиксировать на голограмме подвижные объекты.

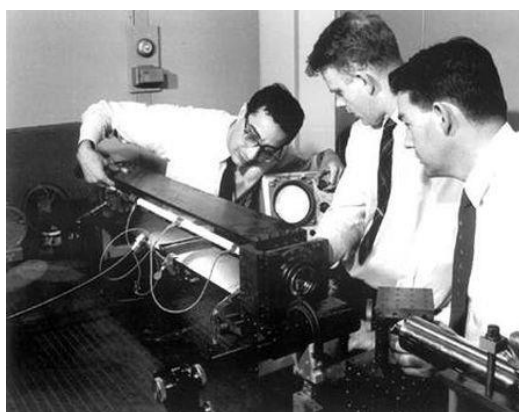


Рисунок 1 - Первая объемная пропускающая голограмма

Начало изобразительной голографии было положено работами Эмметта Лейта и Юриса Упатниекса из Мичиганского Технологического Института в США. В 1962 г. Они получили первую объемную пропускающую голограмму, восстанавливаемую в лазерном свете. Схема записи голограмм, предложенная этими учеными, теперь используется в голографических лабораториях во всем мире.

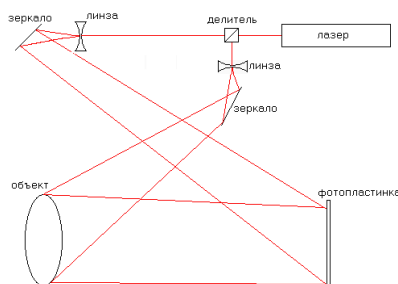


Рисунок 2 - Схема записи Лейта-Упатниекса

В этой схеме записи луч лазера делится специальным устройством, делителем (в простейшем случае в роли делителя может выступать любой кусок стекла), на два. После этого лучи с помощью линз расширяются и с помощью зеркал направляются на объект и регистрирующую среду (например, фотопластинку). Обе волны (объектная и опорная) падают на пластинку с одной стороны.

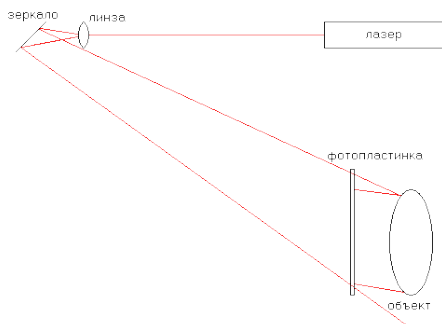


Рисунок 3 - Схема записи Денисюка

В 1962 г. советский физик Юрий Николаевич Денисюк предложил перспективный метод голографии с записью в трехмерной среде. В этой схеме луч лазера расширяется линзой и направляется зеркалом на фотопластинку. Часть луча, прошедшая через неё, освещает объект. Отраженный от объекта свет формирует объектную волну.

Решающее значение для развития изобразительной голографии имели работы академика Ю.Н. Денисюка. Он впервые получил отражательные голограммы, позволяющие воспроизводить объемные изображения в белом свете. Практически вся современная изобразительная голография базируется на методах, предложенных Денисюком. Первые высококачественные голограммы по этому методу были выполнены в 1968 году в СССР - Г.А. Соболевым и Д.А. Стаселько, а в США - Л. Зибертом.

В 1977 г. Ллойд Кросс получил мультиплексную голограмму, состоящую из множества обычных фотографий объекта, снятых с множества точек зрения, лежащих в горизонтальной плоскости. При перемещении такой голограммы в поле зрения можно увидеть все запечатленные кадры.

С середины 70-х годов ведутся разработки систем голографического кинематографа. В России значительные успехи в этом направлении были достигнуты специалистами Научно-исследовательского кино-фото института (НИКФИ) в Москве под руководством В.Г. Комара.

В современном мире голография продолжает активно развиваться, и с каждым годом в этой области появляются новые интересные открытия. Нет сомнения, что в будущем изобразительной голографии предстоит занять в жизни людей еще более значительное место.

Что такое голограмма

Для начала следует познакомиться с так называемыми стоячими волнами. Они возникают всякий раз, когда взаимодействуют (интерferируют) бегущие волны, обладающие одинаковой частотой. Это явление легко наблюдается на поверхности воды, возбуждаемой вибратором в нескольких точках. Там появляется рябь с весьма устойчивым узором, образованным областями интенсивных вертикальных движений (пучностями), отделенными друг от друга линиями спокойной воды (узлами). Совпадение частот у бегущих волн нужно как раз для того, чтобы пучности оставались на одном и том же месте. Поэтому они и называются стоячими волнами. Малейшее рассогласование частот приводит к тому, что узор теряет устойчивость.

Поскольку свет обладает волновой природой, ему также присуща интерференция. С изобретением лазеров появились надежные источники монохроматического когерентного излучения, то есть такого, когда свет описывается волной, обладающей четко определенной частотой, причем она сохраняется неизменной достаточно долгое время.

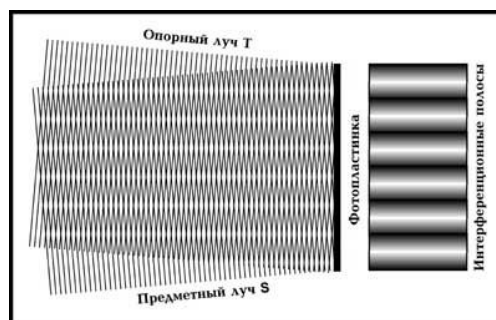


Рисунок 4 – Голограмма 1

Для получения голограмм используют множество разных схем, общей чертой которых является единый луч лазера, разделенный надвое. Первая половина, называемая опорным лучом (на рисунке G.1 он обозначен буквой Т), беспрепятственно освещает фотопластинку. Вторая половина, называемая предметным лучом (S), освещает объект и только после рассеяния на нем попадает на ту же фотопластинку.

Благодаря интерференции этих двух когерентных лучей, в пространстве между объектом и пластинкой возникает система стоячих электромагнитных волн. Их пучности засвечивают фотоматериал, а узлы оставляют его нетронутым. После проявки такая пластинка и становится голограммой.

Таким образом, условие когерентности необходимо только для того, чтобы за время экспозиции не смазался узор стоячих волн. Если бы экспозицию можно было сделать мгновенно, то не были бы нужны никакие лазеры. Тогда любая засвеченная фотопластинка оказывалась бы голограммой, так как мы живем посреди океана интерферирующих электромагнитных излучений. Только картина этой интерференции крайне изменчива, поэтому не удастся получить ее четкий отпечаток на фотоэмульсии.

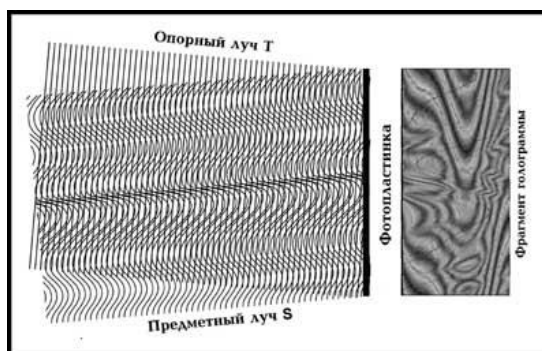


Рисунок 5 – Голограмма 2

На приводимых здесь рисунках G.1 и G.2 показаны два случая.

Первый, когда опорный и предметный лучи остаются идентичными (объект голографирования отсутствует). Тогда фронты световых волн в обоих лучах остаются ненарушенными и их условно можно изобразить параллельными прямыми. При интерференции они дадут систему параллельных черно-белых полос. Как известно из классических опытов Юнга, такую систему полос порождают два точечных источника света.

Во втором случае предметный луч (S) претерпел рассеяние на объекте. Поэтому фронты световых волн в нем искажены. На голограмме возникает нерегулярный узор, не имеющий ничего общего с изображением объекта. Правда, при статистической обработке даже в этом хаосе удастся выявить ряд закономерностей.

Самое интересное начинается, когда полученную голограмму вновь облучают опорным лучом (процедура “восстановления”). При этом лазерное излучение нужно только для облучения двумерных голограмм. Трехмерные, у которых толщина эмульсии превышает несколько длин волн излучения, можно облучать обычным белым светом.

Перед наблюдателем в тот же миг возникает объемное изображение объекта. Для двумерных голограмм оно черно-белое, для трехмерных - цветное! Сдвигаясь вправо-влево наблюдатель может в некоторой степени видеть обратную сторону объекта. Одного этого уже было бы достаточно для восторга. Но голограммы обладают многими другими замечательными свойствами.

Сейчас для создания и демонстрации голограмм используется два метода — физический (для оптических дисплеев) и компьютерный (для очков дополненной реальности).

Физический метод

Он основывается на законах оптики и на свойствах световых волн — дифракции и интерференции. Для создания оптической голограммы лазер направляют на объект. При помощи зеркала лазерный луч разделяется на две части, образуя две волны — опорную и объектную. Объектная волна попадает на предмет и отражается на фотопластине, создавая интерференционную картину, а опорная направляется напрямую на фотопластину. Голограмма появляется в месте соединения лучей в одну точку. Для демонстрации голограммы эту фотопластину необходимо осветить световой волной, схожей с опорной. Процесс создания голограмм крайне сложен, что делает их надежным элементом защиты документов и товаров — голограмму почти невозможно подделать. Интересное свойство голограммы — если фотопластинку с записанной на нее голограммой разделить на две или более части, то каждая часть сохранит цельное изображение (с потерей качества).

Компьютерный метод (CGH — Computer-Generated Hologram) Основное отличие этого метода в том, что для цифровой голограммы не всегда нужен реальный объект. Если для создания оптической голограммы яблока необходимо осветить это яблоко лазерным лучом, для получения интерференционной картины, то в случае с CGH достаточно задать необходимые параметры, и программа сама вычислит волновой фронт и «нарисует» интерференционную картину яблока. В настоящее время к CGH относят также голограммы, записанные физическим путем, но обработанные и хранящиеся на компьютере.

Компьютерную голограмму можно распечатать на фотопластинке, а можно сразу выводить на специальный 3D-дисплей. Именно такие дисплеи устанавливаются в шлемах и очках смешанной реальности.

Применение голографии

В фантастических фильмах вроде «Звездных войн» или «Железного человека» голограммы выглядят как трехмерные изображения человека или предмета, видимые невооруженным глазом, с которыми можно взаимодействовать. Несмотря на то, что в кино мы давно привыкли к ним, в реальности их еще не существует. Но пока ученые активно работают в этом направлении, существуют технологии, «имитирующие» голограммы. С

помощью одной из таких оптических иллюзий, называемой «Призрак Пеппера» мир увидел выступления «воскресших» Тупака Шакура, Майкла Джексона и Роя Орбисона. В повседневной жизни голограммы — переливающиеся объемные изображения — можно увидеть на некоторых купюрах, кредитных картах и документах (например, на заграничном паспорте нового образца и трудовой книжке), а также на многих товарах и акцизных марках.

В современной массовой культуре значение термина «голограмма» размылось, и так стали называть практически все объемные проекции и оптические иллюзии. В качестве экранов используются прозрачные пленки обратной проекции, голографические сетки и специальные дисплеи, работающие по принципу «Призрака Пеппера». Как уже упоминалось, именно он позволяет «воскрешать» умерших певцов. Эффект трехмерности достигается за счет диагонального экрана, расположенного между отражаемым объектом и зрителями. А высокие технологии проецирования и грамотно выстроенный свет позволяют создать эффект реального артиста на сцене.

Американская компания Portl производит специальную машину для «голопортации» — голографических звонков. Звонящему достаточно встать на белом фоне напротив смартфона. А для принятия звонков используется футуристичный белый короб, похожий на шкаф фокусника, или холодильник — внутри этого короба появляется проекция человека. «Голограмма звонящего» может в реальном времени общаться с собеседниками и видеть их, при помощи установленной в коробе камеры.

У Microsoft система голографической коммуникации построена на базе HoloLens. В очках смешанной реальности собеседники предстают друг перед другом не как реальные проекции себя, а как объемные цифровые аватары. Они могут разговаривать и взаимодействовать друг с другом — играть в игры, открывать статьи, демонстрировать графики и 3D-модели, ходить вокруг воображаемого стола.

Компания Google в 2021 анонсировала видеочат Project Starline, который позволит собеседникам видеть друг друга будто на расстоянии вытянутой руки. Человек садится за стол с вертикально расположенным экраном, похожим на зеркало, в котором и отражается объемное изображение собеседника. Основное отличие технологии Google в том, что задний фон дисплея становится прозрачным, создавая эффект присутствия человека в комнате.

Операция на сердце, проведенная в Сингапуре в 2022 году, наглядно демонстрирует пользу голографических технологий в медицине. Хирурги

оперировали на сердце в очках Hololens 2, а перед ними в центре комнаты парила голограмма сердца пациента, созданная из снимков его компьютерной томографии. Профессор Теодорос Кофидис, проводивший операцию, уверяет, что такая технология позволяет «эффективно прогнозировать» исход операции, особенно для пациентов с анатомическими особенностями.

Использование трехмерных технологий в образовании делает процесс обучения более интерактивным и наглядным. Например, можно рассмотреть парящую в воздухе 3D-модель Земли, чертеж здания или детально воссозданную кровеносную систему человека. Голографические очки также позволяют моделировать опасные ситуации, чтобы люди учились с ними справляться. Этой технологией заинтересовалась армия США и закупила у Microsoft модифицированные Hololens для проведения военных учений в более безопасной обстановке.

Голограммы в музеях делают экскурсии более интерактивными. Например, Египетский музей в Каире в качестве гидов предлагает виртуальных фараона Тутанхамона и царицу Анхесенамон.

Дипфейки и «умные» датчики: технологии будущего в музейном пространстве

Российская компания SILA SVETA создает шоу на стыке искусства и высоких технологий с помощью голографических проекций и световых инсталляций для крупных артистов и коммерческих клиентов. Голограмма, помимо практических свойств, выглядит очень эффектно, поэтому часто используется для презентации продуктов.

«В будущем вместо того, чтобы просто общаться по телефону, вы сможете сидеть, как голограмма на моем диване, или я смогу сидеть, как голограмма на вашем диване, даже если мы находимся в разных штатах или на расстоянии сотен миль друг от друга», — именно так миллиардер Марк Цукерберг рисует будущее метавселенной, над которой не первый год трудится его компания Meta.

Голограммы могут регистрировать излучение, рассеянное объектом. На рисунке показаны схемы регистрации голограмм с углом охвата 360°. Однако можно регистрировать голограмму с таким охватом и при обычном (не всестороннем) освещении. Для этого необходимо сделать много экспозиций, поворачивая каждый раз объект на небольшой угол и засвечивая при каждой экспозиции узкую вертикальную полосу голограммы.

Трехмерные свойства восстановленных с помощью голограмм изображений могут быть использованы в рекламе, лекционных

демонстрациях, при конструировании художественных панорам, создании копий произведений искусств, регистрации голографических портретов. При получении голографического портрета человека необходимы столь краткие выдержки, чтобы структура голограммы не была размыта вследствие смещений освещенной поверхности. Это требует повышения мощности лазера, используемого для получения голограммы. При этом, однако, не следует забывать о предельно допустимой концентрации энергии на поверхности сетчатки человеческого глаза. Выход из положения заключается в освещении лица с помощью рассеивающих экранов большой площади.

Голографическая пирамида

Для конструирования и работы голографической пирамиды необходимо приготовить следующие инструменты и материалы:

- Смартфон или планшет
- Прозрачный пластик или стекло
- Скотч или клей
- Линейка
- Маркер
- Ножницы
- Бумага в клеточку
- Карандаш

Первоначально необходимо нарисовать чертеж с размерами деталей голографической пирамиды для того, чтобы в дальнейшем отталкиваться от чертежа при нарезании деталей.

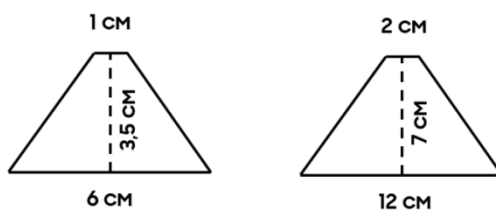


Рисунок 6 - Чертеж голографической пирамиды

После изучения чертежа, приступаем к нарезке 4 трапеций из пластика или стекла и далее скрепляем их между собой с помощью скотча или клея как на картинке, изображенной на рисунке 7.

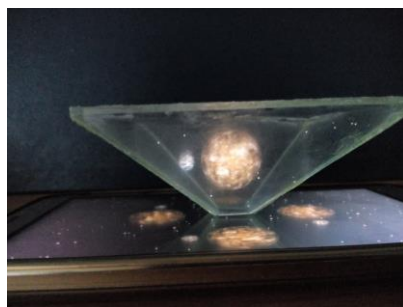


Рисунок 7 - голографическая пирамида

Для демонстрации голограммы необходимо найти или снять самим видео 3D голограммы, затем включаем видео в темной комнате и ставим пирамиду вверх дном на экран телефона.

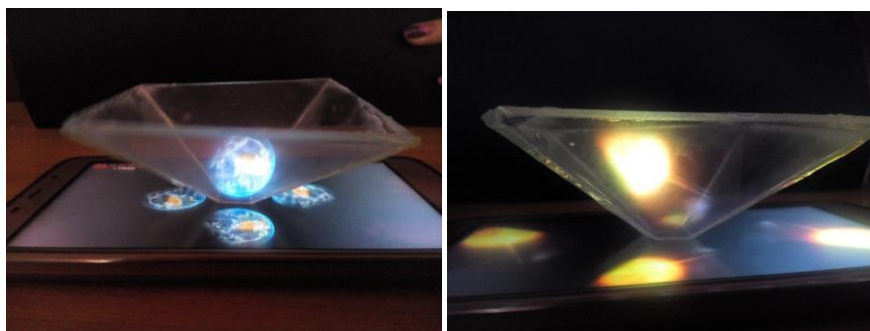


Рисунок 8 - голографическая пирамида в действии

Заключение

При выполнении данной работы было изучена история создания голограммы и ее применение в повседневной жизни, а также наипростейший способ создания голограммы в домашних условиях.

Изучив информацию из литературы и интернет-источников по теме «Голограмма» можно сделать следующие выводы:

1. Голограмма - это объемное изображение, создаваемое с помощью лазера, воспроизводящего изображение трехмерного объекта.
2. Голограмму можно создать с помощью обычной пластиковой бутылки и специального видео в домашних условиях.

При создании голографической пирамиды, основной проблемой стал правильный подбор размеров деталей пирамиды. Нужны были такие размеры при которых центр изображения находилась ровно в центре пирамиды и чтобы сама пирамида была без изъянов. Так же было замечено, что для более четкого изображения голограммы необходима полностью темная комната, чем темнее комната, тем четче изображение голограммы.

В дальнейшем мне бы хотелось лицезреть до какой степени развития дойдут голографические технологии и какие успехи принесут в развитие человечества, а также самостоятельно научиться создавать 3D видео для голографических пирамид, усовершенствовать свою пирамиду и найти дальнейшие способы ее применения.

Список литературы

1) «Голографическое

телевидение»

Подборка

статей.

ученика 8 «Д» класса МБОУ СОШ №60 г. Пензы

Шалдыбина Агнеса

Для работы была выбрана тема «Голограммы». Тема рассматриваемой работы достаточно актуальна в настоящее время, поскольку с развитием науки и техники человечество прошло путь от использования голографических изображений в кино и индустрии развлечений до создания полноценных голографических лекторов, в которых одна человек может вести трансляцию с эффектом присутствия на многомиллионную аудиторию, находящуюся в разных концах света. Оцифровать разрушающиеся объекты культурного наследия для потомков, создать объемные изображения внутренних органов для будущих врачей - все это возможности голографии. Количество объектов дополненной реальности, которые окружают нас в повседневной жизни, растет с каждым днем. Чтобы взаимодействовать с этими объектами важно понимать их сущность и происхождение, знать как они работают.

Работа структурно выстроена правильно, логична, четко сформулированы цель и задачи, присутствуют моменты исследования научного характера и практическая часть. Учеником исследован материал посвященный за рамки школьной программы, сопровождается самостоятельно найденными выдержками иллюстративного характера. Содержание отвечает выбранной теме, которая раскрыта достаточно, учитывая возраст автора работы.

Работа отмечает выбранной теме, может использоваться на занятиях конурмейских отрядов, в рамках деятельности военно-патриотических клубов, в учебном процессе общеобразовательных учреждений, музеев для демонстрации изучаемых объектов и процессов в различных областях.

В работе ученик проявил исследовательские качества, самостоятельность в изучении большого объема специализированной источниковой информации, компьютерную грамотность в оформлении и создании презентации к защите.

Руководитель районного отделения
Юнармии Пензенской области:

Стариков В.Л.