СГУ им. Н.Г. Чернышевского

Факультет компьютерных наук и информационных технологий

Выполнил студент 111 группы

Живодеров Дмитрий Александрович

**Голография**

Проверил: доц. Машников В.В.

Саратов 2023

**Оглавление**

[Введение 3](#_Toc135407597)

[1. Теоретические основы голографии 4](#_Toc135407598)

[1.1 Свойства голографии 8](#_Toc135407599)

[2. Виды голограмм и возможности их применения. 9](#_Toc135407600)

[Заключение 14](#_Toc135407601)

[Список использованной литературы 16](#_Toc135407602)

**Введение**

 С помощью голограммы можно реконструировать трехмерную картину, используя программу, и этот процесс не имеет ничего общего с технологией работы традиционных дисплеев. Несмотря на то, что голография была изобретена более 70 лет назад, она остается лучшим кандидатом на получение истинных 3D дисплеев. Голограмма (изобретена в 1847 году Дэннисом Габором). Голография, в своем смысле означает запись, а затем реконструкцию информации всего светового поля, которое попало в объектив, причем так, чтобы наблюдатель не мог отличить ее от оригинальной сцены, поскольку голограмма «дает» наблюдателю всю исходную информацию.

Красота этого метода в том, что это пока единственный способ истинно реконструировать трехмерную информацию и получить настоящие 3D—дисплеи.

Применение голографии

• Электронная съемка: наблюдая за фазовым смещением интерференции электронов, когда они проходят через тонкие пленки материалов, можно определять состав материалов.

• Хранение данных: традиционные оптические диски хранят информацию на поверхности. С помощь голографии есть возможность записывать информацию в объемный материал под разными углами — следовательно, можно хранить больше информации, чем позволяют традиционные методики хранения данных.

• Голографические оптические пинцеты: оптические пинцеты используют силу света, чтобы перемещать небольшие частицы (в основном в области биологии) и создавать оптические ловушки. Используя генерируемые на компьютерах голограммы, ученые могут манипулировать крупными массивами частиц на малых расстояниях.

• Безопасность: голограммы уже используются на банкнотах и кредитных картах. Используются по большей части из—за того, что технологии для их создания довольно сложны.

1. **Теоретические основы голографии**

Физическая основа голографии – учение о волнах, их интерференции и дифракции, зародившееся еще в XVII веке при Гюйгенсе. Уже в начале XIX века Юнг, Френель и Фраунгофер располагали достаточными познаниями, чтобы сформулировать основные принципы голографии.

Физическая идея состоит в том, что при наложении двух световых пучков, при определенных условиях возникает интерференционная картина, то есть, в пространстве возникают максимумы и минимумы интенсивности света (подобно тому, как две системы волн на воде при пересечении образуют чередующиеся максимумы и минимумы амплитуды волн). Для того, чтобы эта интерференционная картина была устойчивой в течение времени, необходимого для наблюдения, и ее можно было записать, эти две световых волны должны быть согласованы в пространстве и во времени. Такие согласованные волны называются когерентными.

Если волны встречаются в фазе, то они складываются друг с другом и дают результирующую волну с амплитудой, равной сумме их амплитуд. Если же они встречаются в противофазе, то будут гасить одна другую. Между двумя этими крайними положениями наблюдаются различные ситуации сложения волн. Результирующая сложения двух когерентных волн будет всегда стоячей волной. То есть интерференционная картина будет устойчива во времени. Это явление лежит в основе получения и восстановления голограмм.

Обычные источники света не обладают достаточной степенью когерентности для использования в голографии. Поэтому решающее значение для ее развития имело изобретение в оптического квантового генератора или лазера — удивительного источника излучения, обладающего необходимой степенью когерентности и могущего излучать строго одну длину волны.

Голографический метод состоит из двух этапов.

Вначале получают (записывают) голограмму – интерференционную картину, возникающую на фотопластинке при сложении двух когерентных пучков света. На фотопластинке образуется интерференционная картина, представляющая собой чередование светлых и темных пятен. Голографическое изображение не соответствует его внешнему виду.

Для восстановления голограммы (второй этап) ее освещают таким же когерентным излучением. Поскольку голограмма представляет сложную интерференционную картину, то на ее прозрачных и непрозрачных участках происходит дифракция когерентного излучения, и в результате получается изображение.

В настоящее время практически реализованы методы получения голограмм, которые позволяют воспроизвести амплитуду, фазу, спектральный состав, состояние поляризации зарегистрированного излучения и изменение этих параметров во времени.

Деннис Габор, изучая проблему записи изображения, выдвинул замечательную идею. Сущность ее реализации заключается в следующем. Если пучок когерентного света разделить на два и осветить регистрируемый объект только одной частью пучка, направив вторую часть на фотографическую пластинку, то лучи, отраженные от объекта, будут интерферировать с лучами, попадающими непосредственно на пластину от источника света. Пучок света, падающий на пластину, назвали опорным, а пучок, отраженный или прошедший через объект, предметным. Учитывая, что эти пучки получены из одного источника излучения, можно быть уверенным в том, что они когерентны. В данном случае интерференционная картина, образующаяся на пластинке, будет устойчива во времени, т. е. образуется изображение стоячей волны.

Полученная интерференционная картина является кодированным изображением, описывающим объект таким, каким он виден из всех точек фотопластинки. В этом изображении сохранена информация как об амплитуде, так и о фазе отраженных от объекта волн и, следовательно, заложена информация о трехмерном (объемном) объекте.

Фотографическая запись картины интерференции предметной волны и опорной волны обладает свойством восстанавливать изображение объекта, если на такую запись снова направить опорную волну. Т. е. при освещении записанной на пластине картины опорным пучком восстановится изображение объекта, которое зрительно невозможно отличить от реального.

Если смотреть через пластинку под разными углами, можно наблюдать изображение объекта в перспективе с разных сторон. Конечно, полученную таким способом фотопластинку нельзя назвать фотографией. Это и есть голограмма.

Расположение регистрирующей среды относительно направления распространения интерферирующих пучков (независимо от ее формы и геометрических размеров) определяет тип голограммы: пропускающая или отражательная.

Пропускающие голограммы. При ориентации регистрирующей среды таким образом, что интерферирующие пучки падают на ее поверхность с одной стороны, регистрируют так называемые пропускающие голограммы

В 1962 г. И. Лейт и Ю. Упатниекс получили первые пропускающие голограммы объемных объектов, выполненные с помощью лазера. Схема, предложенная ими, используется в изобразительной голографии повсеместно. Пучок когерентного излучения лазера направляется на полупрозрачное зеркало, с помощью которого получают два пучка — предметный и опорный. Опорный пучок направляют непосредственно на фотопластинку. Предметный пучок освещает объект, голограмму которого регистрируют. Отраженный от объекта световой пучок — объектный попадает на фотопластинку. В плоскости пластинки два пучка — объектный и опорный образуют сложную интерференционную картину, которая вследствие когерентности двух пучков света остается неизменной во времени и представляет собой изображение стоячей волны. Остается только зарегистрировать ее обычным фотографическим путем.

Если голограмму записать в некоторой объемной среде, то полученная модель стоячей волны однозначно воспроизводит не только амплитуду и фазу, но и спектральный состав записанного на ней излучения. Это обстоятельство было положено в основу создания трехмерных (объемных) голограмм.

В основу работы объемных голограмм положен дифракционный эффект Брэгга: в результате интерференции волн, распространяющихся в толстослойной эмульсии, образуются плоскости, засвеченные светом большей интенсивности. После проявления голограммы на засвеченных плоскостях образуются слои почернения. В результате этого создаются так называемые брэгговские плоскости, которые обладают свойством частично отражать свет. Т. е. в эмульсии создается трехмерная интерференционная картина.

Такая толстослойная голограмма обеспечивает эффективное восстановление объектной волны при условии, что угол падения опорного пучка при записи и восстановлении останется неизменным. Не допускается также изменение длины волны света при восстановлении. Такая избирательность объемной пропускающей голограммы позволяет записать на пластинке до нескольких десятков изображений, изменяя угол падения опорного пучка соответственно при записи и восстановлении.

Схема записи пропускающих объемных голограмм аналогична схеме Лейта—Упатниекса для двумерных голограмм.

При восстановлении объемной голограммы, в отличие от плоских пропускающих голограмм, образуется только одно изображение вследствие отражения от голограммы восстанавливающего пучка только в одном направлении, определяемом углом Брэгга.

Отражательные голограммы. Отражательные объемные голограммы записываются по иной схеме. Идея создания таких голограмм принадлежит Ю. Н. Денисюку и известны под именем их создателя.

Изобразительные голограммы Ю. Н. Денисюка, представляют собой отражательные голограммы, полученные при встречном распространении интерферирующих пучков, при этом период интерференционной картины минимален.

Опорный и предметный световые пучки образуются с помощью делителя и посредством зеркала направляются на пластину с двух сторон. Предметная волна освещает фотографическую пластину со стороны эмульсионного слоя, опорный — со стороны стеклянной подложки. Плоскости Брэгга в таких условиях записи располагаются почти параллельно плоскости фотопластины. Таким образом, толщина фотослоя может быть сравнительно небольшой.

Основное свойство отражательных голограмм — это возможность восстановления записанного изображения с помощью источника белого света, например лампы накаливания или солнца. Не менее важным свойством является цветовая избирательность голограммы. Это значит, что при восстановлении изображения белым светом, оно восстановится в том цвете, в каком было записано. Если для записи был использован, например, рубиновый лазер, то восстановленное изображение объекта будет красным.

В соответствии со свойством цветовой избирательности можно получить цветную голограмму объекта, в точности передающую его естественный цвет. Для этого необходимо при записи голограммы смешать три цвета: красный, зеленый и синий либо провести последовательное экспонирование фотопластинки этими цветами.

**1.1 Свойства голографии**

Основные свойства голограмм. Эти свойства связаны именно с тем, что на них фиксируется не только амплитуды, но и фаза волн. Практически на каждую точку поверхности пластинки падает излучение, отраженное от всех точек предмета. Это означает, что любая, даже маленькая часть содержит зрительную информацию обо всем предмете.

Следовательно, голография позволяет записывать, хранить, обрабатывать и быстро преобразовывать огромное количество данных. Эти особенности голографии используют для решения многих технических и научных проблем.

1. **Виды голограмм и возможности их применения.**

В ряде технологических процессов можно использовать образуемые голограммами действительные изображения. При просвечивании голограмм мощным лазером можно наносить на обрабатываемые поверхности сложные узоры. В частности, голограммы уже применялись для бесконтактного нанесения микроэлектронных схем.

Основные преимущества голографических методов перед обычными – контактными или проекционными – достижение практически без аберрационного (неискаженного) изображения на большом поле. Предел разрешения голограммы может достигать долей длины световой волны.

На изображение практически не влияют пылинки, осевшие на голограмму, царапины и другие дефекты, в то время как для контактных или проекционных фотошаблонов это приводит к браку.

Другое применение голограммы в технологии – использование ее в качестве линзы. Фокусирующие свойства зонных решеток известны давно. Однако применение решеток ограничивалось трудностями их изготовления. С помощью голографических линз получали отверстия диаметром до 14 мкм в танталовой пленке, нанесенной на стекло. Голографические решетки совсем не имеют ошибок, свойственных обычным решеткам, нарезанным на делительной машине.

Явление голографии свойственно не только электромагнитным волнам (таким как свет), но и механическим (звуковым).

Соответственно, существует два основных вида голограмм: оптические и акустические. Как показала практика, голографический метод записи информации применим не только к электромагнитным, но и к звуковым волнам. Когерентные звуковые волны известны давно, и ультразвуком можно «освещать» очень большие объекты. Принципы получения звуковой и оптической голографии одни и те же, только вместо изменения интенсивности света измеряется интенсивность давления. Звуковые волны без труда проникают в непрозрачные для света предметы.

Перспективный метод акустической голографии ― воздействие на воду звуком высокой частоты. При этом на поверхности воды возникает рябь, заменяющая собой интерференционную решетку оптической голограммы. Ее освещают лазером и получают изображение предмета, «освещаемого» звуковой волной. Однако изображение, полученное таким образом, будет находиться далеко от поверхности воды. Чтобы оно находилось близко нужно сфокусировать его при помощи линз. Также рябь легко разрушается от малейшего внешнего воздействия. Можно также просто фотографировать рябь и проявлять ее обычным способом. Можно улучшить качество голограммы, создав нефтяную пленку на поверхности воды. Другими словами, акустическая голография дает возможность создавать оптический аналог акустическому волновому полю. Такие голограммы имеют многообещающие перспективы во многих областях науки, техники и медицины.

В чем состоят преимущества использования звука вместо света? Взаимодействие звука с твердыми и жидкими телами отличается от взаимодействия с ними электромагнитного излучения. Звук может без заметных потерь энергии проходить большие расстояния в плотной однородной среде, однако он будет терять значительное количество энергии при прохождении поверхности раздела. Эта потеря связана с отражением на границе. Наоборот, электромагнитное излучение, такое, как рентгеновские лучи, теряет значительное количество энергии, проходя через среду, но на поверхности раздела потери незначительны. Поэтому только звук может быть эффективен в медицинской диагностике, при неразрушающих испытаниях, в подводной и подземной локации.

В медицине давно используются аппараты УЗИ, позволяющие при помощи звука увидеть внутренние органы человека. Однако изображение, полученное таким образом, будет двумерным. А при использовании голограммы ― трехмерным.

С помощью голографии успешно решается и проблема визуализации акустических полей, что имеет большое прикладное значение. Возможные применения звуковой голографии: дефектоскопия, изучение рельефа морского дня, звуколокация, звуконавигация, поиск полезных ископаемых, исследование структуры земной коры и т. д. Особое значение имеет ультразвуковая голография для медицинской диагностики.

Регистрация звуковых голограмм производится таким образом, чтобы запись допускала оптическое восстановление. Для этого используются следующие методы: сканирование звукового поля, деформация поверхности жидкости под действием звукового давления, объемная голограмма.

Преимущество оптической голограммы над акустической в более неприхотливой поверхности записи. Фотографическая пластинка и интерференционная картина не портятся от встряхивания и даже от разлома пополам.

Голография стала для инженеров настоящим подарком: теперь они могут исследовать и регистрировать процессы и явления, описанные порой только теоретически.

Например, лопатки турбореактивного авиационного двигателя во время работы нагреваются до сотен градусов и деформируются. Каким образом распределяется при этом напряжение в детали, где находится ее слабое место, угрожающее разрушением, – определить это прежде было либо крайне сложно, либо вообще невозможно. С помощью голографических методов такие исследования проводят без особого труда.

Освещенная лазерным светом, голограмма восстанавливает световую волну, отраженную деталью при съемке, и изображение появляется там, где раньше находилась деталь. Если же деталь осталась на месте, возникают сразу две волны: одна идет непосредственно от объекта, другая – от голограммы. Эти волны когерентны и могут интерферировать. В том случае, если объект во время наблюдения подвергся деформации, его изображение покрывается полосами, по которым судят о характере изменений.

У современных технологов появилась новая идея. Она основана на способности лазера по заданной программе «сделать» из заготовки деталь любой формы и размера. Достаточно внутрь технологического лазера вставить голограмму эталонной детали, чтобы избавиться от необходимости писать программу и настраивать лазерную установку. Голограмма сама «подберет» такую конфигурацию луча и распределение его интенсивности, что «вырезанная» деталь будет точной копией эталона.

Надо обратить внимание на еще один, очень похожий способ выделения полезных сигналов, который называется оптической фильтрацией, или распознаванием образов. Подобным образом можно отыскивать нужные изображения среди множества других похожих, например отпечатков пальцев (например, в криминалистике). Для этого с эталона необходимо сделать голограмму, а затем поставить на пути светового пучка, отраженного от проверяемого объекта. Голограмма пропустит свет только от объекта, полностью идентичного эталону, «бракуя» другие изображения. Яркое пятно на выходе оптического фильтра – сигнал, что объект обнаружен. Примечательно, что поиск ведется с огромной скоростью, недостижимой при использовании других методов, поскольку он может вестись автоматически.

Голограммы музейных редкостей уже сделались довольно обычной вещью. Начинают появляться, хотя еще редко, объемные книжные иллюстрации. В то же время возможность создания объемных изображений открывает новые направления в искусстве – изобразительную голографию и оптический дизайн.

Радужные голограммы Бентона зарегистрированные на тонкослойных светочувствительных материалах (толщиной менее 20мкм) и допускающие восстановление белым светом, меняют цвет при изменении угла наблюдения. Такие голограммы получили широкое распространение в качестве изобразительных голограмм, различных элементов кодирования, маркировки, украшения полиграфической продукции и для повышения защищенности от подделок документов, ценных бумаг и товарных знаков.

Очень перспективна идея голографических носителей, которая заключается в записи информации с помощью лазерного луча на трехмерную подложку, вместо нескольких гигабайт, такая среда могла потенциально сохранять терабайты данных на носителе не больший чем компакт—диск. Голографические данные могут считываться на очень высоких скоростях.

В настоящее время технология этих устройств в достаточной степени отработана, а наиболее сложной задачей стал подбор вещества—носителя информации. В январе 2001 года компания Lucent сообщила о создании носителя, способного выдержать до 1000 циклов перезаписи без ущерба сохранности данных и скорости доступа к ним. Внешне носитель напоминает прозрачный компакт—диск. По данным Imation первые голографические диски смогут хранить около 125 Гб информации, а скорость передачи данных составит до 30 Мб/с.

Однако, голография − вещь не только практического применения, но и важная составляющая современной физики, возможный путь к пониманию устройства нашей Вселенной.

Информационная емкость устройств типа жестких дисков растет год от года, а их размер все уменьшается и уменьшается. Изучая свойства черных дыр физики, вывели абсолютный предел количества информации, которая может содержаться в определенной области пространства или определенное количество вещества. Связанные с этим результаты указывают, что наша Вселенная, которую мы воспринимаем как имеющую три пространственных измерения, на самом деле может быть "написана" на двухмерной поверхности, подобно голограмме.

**Заключение**

Основоположниками голографии являются Д. Габор — изобретатель голографии, который впервые сформулировал данное понятие и ввел термин «голография», и Ю. Н. Денисюк — первооткрыватель и основатель голографии в трехмерных средах, чье открытие «трехмерная голограмма» перевело голографический метод из области инструментальной оптики в область фундаментальной физики.

Начало широкому практическому применению голографии положили Э. Лейт и Ю. Упатниекс, применившие для регистрации голограмм лазер и вне осевую схему расположения интерферирующих пучков.

Появились исследования, которые заложили основы ряда современных направлений: цифровая голография, динамическая голография — направление, объединяющее голографию и нелинейную оптику, поляризационная голография, акустическая, изобразительная и другие.

Массовая печать и научно—фантастическая литература часто преподносят голографию в довольно искаженном, неверном свете. Нередко они создают в общем неправильное представление об этом методе. Увиденная впервые голограмма завораживает, но физическое объяснение того, как она работает, производит не меньшее впечатление. Только после этого начинаешь понимать как потенциальные возможности, так и пределы применимости голографии — не только сегодня, но и в будущем.

Голография − очень важная область современной науки и техники. Она может быть использована как в бытовых целях (развлечения, 3—D камеры), так и в разных областях науки: от медицины (изучение внутренностей без хирургического вмешательства) до физики (создание теории, проливающей свет на устройство Вселенной). Сейчас раскрыт не весь потенциал голографии, но огромные перспективы, скорее всего, со временем привлекут множество учёных и инвесторов к развитию этого интересного предмета.

Согласованные усилия многих исследователей позволили накопить ряд сведений и фактов о свойствах трехмерных голограмм. За этими на первый взгляд разрозненными фактами достаточно отчетливо вырисовывается то единое явление природы, которое лежит в их основе. Оказывается, что материализованная объемная картина волн интенсивности способна воспроизводить волновое поле со всеми его параметрами — амплитудой, фазой, спектральным составом, состоянием поляризации и даже с изменениями этих параметров во времени.

В качестве заключения также необходимо указать, что наряду с рядом практических задач, решенных методами голографической проекции, существует целый спектр проблем, решение которых методами голографии является задачей будущего. В основном это связано, что общая картина этого явления пока еще далека от завершения. И дело здесь не только в том, что в ряде случаев мы не знаем полностью набор отображающих свойств некоторых видов голограмм. Есть все основания считать, что будут открыты новые неожиданные оптические свойства голограмм. Вполне вероятно, что ряд новых эффектов будет обнаружен при применении светочувствительных материалов, обладающих специфическими свойствами, подобно тому, как применение резонансных и поляризационных сред открыло возможность записи временных и поляризационных характеристик волновых полей. И наконец, прецедент объединения голографии и нелинейной оптики в динамическую голографию показывает, что внесение идей голографии в смежные с ней области знаний может привести к появлению совершенно новых направлений.

Целью данного реферата являлось изучение явления голографии и возможности ее использования методами. Примененная методика — проведение изучения исторических предпосылок возникновения голографии, описание основных методов голографии и их свойств, а также рассмотрение основных видов голограмм и их свойств. Анализ проделанной работы показывает, что цели, поставленные созданием данного реферата в основной степени достигнуты.

**Список использованной литературы**

1. Андреева О. В. Прикладная голография: учебное пособие. /

О. В. Андреева. – СПб: СПб ГУИТМО, 2008. – 184 с.

1. Горбунов А. К. Курс физики для довузовской подготовки / А. К. Горбунов и др. – М.:.Изд—во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010.
2. Денисюк Ю. Н. Принципы голографии / Ю. Н. Денисюк. – Л.: ГОИ, 1978. – 125 с.
3. Корешев С. Н. Основы голографии и голограммной оптики /

С. Н. Корешев – СПб: СПбГУИТМО, 2009. – 97 с.

1. Мусский С. А. 100 великих чудес техники. – М.: Вече. – 2006.
2. Физика: учеб. для 11 кл. шк. с углубл. изуч. физики / А. Т. Глазунов и др.; под ред. А. А. Пинского. – 5—е изд. – М.: Просвещение, 2000. – 432с.
3. Энциклопедический словарь юного физика / сост. В. А. Чуянов. – 2—е изд., испр. и доп. – М.: Педагогика, 1991. – 336 с.