Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации

Томский Университет Систем Управления и Радиоэлектроники

( ТУСУР )

Кафедра Промышленной Электроники ( Пр.Э )

**РЕФЕРАТ**

“Лазерные средства отображения информации.”

Выполнил:

студент группы

­­\_\_\_\_\_\_\_\_

Принял:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Лазерные методы индикации.**

Практическая осуществимость лазеров была впервые показана в 1960 г. После этого развитие лазерной техники происходило рекордными темпами.

В настоящее время существует еще много проблем, связанных с применением лазеров в области индикации, включая проблемы, касающиеся суммарной яркости, сканирования, модуляции и срока службы. Тем не менее лазер имеет много достоинств при рассмотрении его как индикаторного устройства. В их число входят высокая яркость луча, малый размер пятна и возможность работы в реальном масштабе времени.

Первые продемонстрированные лазеры были импульсного типа. В качестве основного источника света в них использовался рубин, а необходимая мощность оптической накачки вырабатывалась лампой - вспышкой. После этого были разработаны газовые лазеры непрерывного излучения и полупроводниковые лазеры. Существующий уровень техники позволяет использовать любой из основных лазерных материалов как в режиме непрерывных колебаний, так и в импульсном режиме. Мощность накачки может либо вырабатываться электрически, либо, что более часто, подводится от внешнего источника света. Однако получаемые к.п.д. еще низки: порядка нескольких процентов у импульсных лазеров и примерно 0,1% у лазеров непрерывного излучения.

Основное лазерное действие поясняется выражением “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” (усиление света посредством индуцированного излучения), из начальных букв слов которого был образован термин “лазер”. При разнесении двух параллельных зеркал на расстояние, кратное длине волны испускаемого света, свет отражается обоими зеркалами и возвращается в фазе, стимулируя дальнейшее излучение. Световое излучение возникает в результате переходов электронов из возбужденного состояния в состояние с меньшей энергией. Для создания возбужденных электронов должен использоваться внешний источник энергии (обычно оптической). Этот источник энергии переводит электроны в возбужденное состояние, благодаря чему они могут излучать световую вспышку при возвращение в свое нормальное состояние. Процесс повышения энергетических уровней этих электронов называется накачкой.

Поскольку на пути между зеркалами укладывается целое число длин волн, в лазере создаются колебания, соответствующие очень узким спектральным линиям. Иногда генерируется множество частот, которым соответствуют длины волн, укладывающиеся целое число раз на длине основного пути. Еще одним важным свойством лазера является когерентный характер его излучения. Так как свет генерируется синфазно, ширина луча ограничивается дифракией.

**Развертывающее устройство с бегущим лучом.**

Предлагалось использовать лазер в развертывающем устройстве с бегущим лучом для освещения визуального объекта с целью последующего преобразования изображения в видеосигнал с помощью фотоумножителя. Помимо трудностей, связанных со сканированием, нужно отметить, что система может работать только на небольших расстояниях. Преобразование изображения в видеосигнал на очень больших расстояниях, таких, как в радиолокации, потребовало бы гораздо больший уровень мощности, чем достижимый в настоящее время.

**Лазерный индикатор с большим экраном.**

Лазер часто предлагалось использовать для получения управляемого светового потока в проекционной индикации. Схема метода представлена на рис. 1. Лазер должен быть снабжен источником энергии для отклонения и модулировании луча. Экран может быть либо активным, либо пассивным. В активном экране применяется такой же принцип, как в электролюминесцентном усилителе света, с целью получения более высоких яркостей, чем при использовании только лазера.

Величина отклонения является функцией количества разрешаемых элементов и ширины луча лазера, которая может составлять от нескольких угловых секунд до одной угловой минуты. Большая ширина луча приводит к уменьшению необходимого расстояния между проекционным объективом и экраном при тех же самых размерах экрана и разрешающей способности, но требует большего угла отклонения. Существующие лазеры дают возможность построить систему с разрешением 1000 линий и углом отклонения 16 и менее. При различных исследованиях методов отклонения лазерного луча получено от 256 до 1000 разрешаемых элементов и в горизонтальном и в вертикальных направлениях. К основным методам отклонения относятся: изменение с помощью ультразвука градиента показателя преломления, обеспечивающее отклонение на 5 ; сканирование с использованием электронно - оптической призмы и титаната бария, обеспечивающее отклонение на 1 ; использование аномальной дисперсии, обеспечивающей отклонение на 10 ; сканирование с использованием пьезоэлектрического элемента для отклонения меньше чем на 1 .

Ограниченное количество применимых методов затрудняет осуществление отклонения в лазерных индикаторах. Возникает две проблемы, связанные с ограниченными углами отклонения и малым размером пятна. Если требуемый угол отклонения мал (1 ), то приемлемой ширине экрана соответствует большое расстояние между экраном и проектором. При отклонении на 1 это расстояние должно быть равно 120 м при ширине экрана 210 см. При большом угле отклонения (20 ) требуемое расстояние между экраном и проектором уменьшается до более реального значения 6м, но встают проблемы, связанные с размером пятна и отклонением. Ширина луча постоянна у любого данного лазера. Поэтому с увеличением угла отклонения увеличивается количество разрешаемых элементов. Это, в свою очередь, требует повышения скорости сканирования (развертки), чтобы предотвращать ухудшение качества изображения. Например, если размер пятна в системе позволяет получить разрешение 4000 линий, а используется только 500 строк развертки, то изображение получится разделенным на плоскости, имеющие значительное разрешение. Ширина луча типичного лазера равна 10 угловым секундам, что обеспечивает разрешение 7200 элементов при угле отклонения 20 .

Яркость экрана В в нитах может быть вычислена с помощью выражения:

В = РКG/ПА, (1)

где Р - выходная мощность лазера, вт; К - эффективность преобразования энергии источника, лм/вт; G - усиление экрана; А - площадь эрана, м . В индикаторе должен использоваться лазер непрерывного излучения. Такие лазеры в настоящее время имеют выходную мощность порядка 1вт. В случае экрана размером 4,645 м , К = 500лм/вт, G = 3, ожидаемая яркость равна 102,9 нт. Однако современные лазеры изучают в красной области спектра со значительно меньшей эффективностью преобразования энергии.

В литературе описаны и другие методы построения лазерных систем индикации. В одной из них лазерный луч используется для скрайбирования металлического покрытия стеклянного диапозитива. При этом лазер применяется вместо пера с электромеханическим приводом. Если окажется возможным разработать соответствующие схемы отклонения, этот метод позволит получить значительно большую скорость, чем скорости в современных вычерчивающих проекторах. В этой системе для проецирования используется внешний источник света, что снижает требуемые мощность лазера и его рабочий цикл (и, следовательно, увеличивает срок службы лазера).

Основная проблема, которая еще должна быть решена, касается возможности испарения металла без повреждения стеклянного объектива (и всей проекционной системы).

К основным методам лазерной индукции относится также использование лазерного луча для записи на активном экране. Экран может быть выполнен из фотохромного, электролюминисцентного или другого материала, вырабатывающего или модулирующего свет. При использовании фотохромного экрана требуется ультрафиолетовый лазер. В случае электролюминисцентной панели идеальным является метод координатной сетки с памятью на фотоэлементах. Если выборочное стирание не требуется, то построение системы не связано с трудностями коммутации, которые обычно присущи матричным индикаторам. Выпускаемые в настоящее время электролюминисцентные панели имеют достаточный световой выход и срок службы для применения в театральных системах. При работе этих систем лазерный луч используется для включения надлежащего фотоэлемента. После этого фотоэлемент поддерживается во включенном состоянии свечением связанного с ним электролюминисцентного элемента.

**Лазерная фотография**.

Одним из спецефических применений лазеров в индикации является формирование голограмм. В фотографировании этого типа когерентные свойства света используются для формирования на фотопленке интерференционной картины изображения. Это осуществляется посредством расщепления лазерного луча на две части (или более), из которых одна освещает пленку непосредственно в качестве опорного луча, а другие освещают объект. От объекта свет отражается к пленке и складывается со светом опорного луча, образуя интерференционные картины.

Получаемое изображение, называемое голограммой, имеет специфические свойства. При рассматривании голограммы в свете когерентного источника получаются два изображения: действительное и мнимое. Действительное изображение можно фотографировать, помещая пленку в его плоскость, без использования объектива. Мнимое изображение можно видеть за голограммой при ее непосредственном наблюдении.

Эти изображения имеют несколько характерных особенностей. Мнимое изображение воспринимается как полное трехмерное изображение, свободное от каких - либо недостатков обычного трехмерного фотографирования. Изменяя свое положение, наблюдатель может заглянуть за лежащие за переднем планом предметы точно таким же образом, как при наблюдении исходного объекта. Еще одна необычная особенность состоит в том, что разрезание голограммы на две половины уменьшает разрешение изображения, но не изменяет его размеры. Эта особенность объясняется тем, что свет, идущий из каждой точки объекта, регестрируется на всей поверхности пленки. Существуют и другие полезные особенности, но они мало значат для индикации.

Одним из очевидных применений голограмм является объемное телевидение. Исходная голограмма может регестрироваться непосредственно на поверхности изображения в телевизионной камере. При сканировании эта голограмма преобразуется в телевизионный сигнал, который может наблюдаться на специально сконструированном приемнике. Трудности осуществления такой системы связаны с необходимостью использовать очень широкую полосу частот для передачи сигнала, совершенствовать устройства, преобразующие изображение в видеосигнал, применять когерентный свет для освещения объекта и специальный приемник. Однако голографическая фототелеграфная система может быть изготовлена при существующем состоянии техники.

**Устройства отображения информации на лазер**ных **генераторах света.**

Применительно к индикаторным устройствам представляют интерес следующие свойства излучения лазеров: пространственная когерентность, временная когерентность, цвет и яркость.

***Когерентность*** - высокая степень согласованности фаз колебаний, образующих волновой фронт. Пространственная когерентность означает жесткую взаимосвязь фаз колебаний, разделенных временным интервалом, и равнозначна узкополосности по частоте.

Лазер представляет собой когерентный источник света. Путем подбора трех источников света с соответствующими основными цветами и введения их в схему аддитивного образования цветов можно воспроизвести широкую гамму цветов. Для получения основных цветов могут быть использованы гелий - неоновые и арго - неоновые лазеры.

Пиковая яркость (кд/м ) рассматриваемого участка изображения

B = GFnKз/( S), (2)

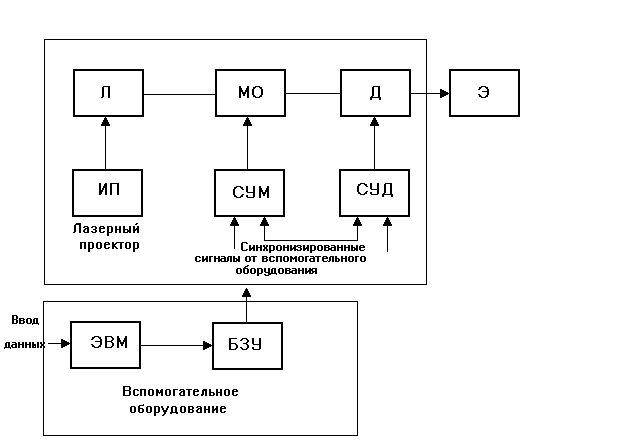
где - световой КПД оптической системы; G - коэффициент яркости экрана; Fn - пиковое значение светового потока, лм; Кз - коэффициент заполнения, равный отношению времени пребывания луча лазера на любом элементе изображения ко времени воспоизведения этогор изображения, м .

Пиковое значение светового потока

Fn = WK C, (3)

где W - выходная мощность лазера, Вт; К - значение функции относительной видности для излучения источника света; С - коэффициент пересчета , лм/Вт. Если длина волны = 555нм, то коэффициент С=680 лм/Вт.

На рис. показана схема УОИ с использованием лазера. Лазер Л, оптический модулятор МО, дефлектор Д, схема управления модулятором СУМ, схема управления дефлектором СУД и источник питания ИП образуют лазерный проектор. Отображается информация на экране Э. Вспомогательное оборудование, в которое входит ЭВМ и буферно - преобразовательное запоминающее устройство БЗУ, лазерный проектор и экран обеспечивают управление процессом отображения информации, а также долговременное и кратковременное ее хранение.



При разработке УОИ на лазерах используются следующие методы : визуальная лазерная индикация,когда на экран направляется собственный свет лазера; индикация с активным экраном,когда луч лазера применяется лишь для управления световым излучением некоторого активного материала экрана;лазерно-лучевой световой клапан,когда луч лазера обеспечивает местное управление оптическими параметрами некоторого материала (его коэффициентом отражения или коэффициентом пропускания),а отдельный источник обычного типа дает свет для проекции на экран;лазерный генератор изображения с непосредственным воздействием на объемный резонатор (такой генератор позволяет получить двумерное изображение непосредственно от лазерного источника).

При отображении информации используют способ “последовательной выдачи”, когда луч лазера последовательно обходит все точки поверхности экрана, либо способ “выборочного отображения”,когда луч лазера направляется только на те элементы экрана,в которые вводится информация.

Модулятор света предназначен для наложения изменяющейся во времени информации на излучение лазера путем изменения во времени его яркости. Если изменения информации синхронизированы с перемещением луча дефлектора, то информация превращается в зрительно воспринимаемое изображение.

К основным характеристикам модулятора относят ширину полосы частот, характеристики светопропускания и воспроизведения полутонов, контрастные характеристики, рассеиваемую мощность, линейность и требования к модулирующему сигналу. Требуемая полоса частот модулятора зависит от необходимого качества изображения и способа отображения. При последовательной выдаче число строк

n =2\*0,75df(1-C0)/(fkRc), (4)

где df - ширина полосы частот или верхняя граничная частота модулятора,МГц; C0 - отношение времени обратного хода к полному времени развертки; fk - частота смены кадров, с ; Rc - разрешающая способность по строкам, линия/кадр; 0,75 - коэффициент, учитывающий формат кадра, равный 4:3.

Коэффициент 2 в (4) учитывает, что переход от черного элемента развертки к соседнему белому происходитза время одного периода модулирующего сигнала.

При выборочном отображении ширина полосы частот модулятора определяется быстродействием системы отклонения. В этом случае модулятор в основном используют только для гашения луча в моменты его переключения, т. е. при переходе от знака к знаку, и поэтому требуемая ширина полосы частот оказывается меньшей, чем в первом случае.

Характеристики светопропускания модулятора в значительной мере определяют его надежность, так как рассеяние даже нескольких процентом мощности лазера может привести к перегреву кристаллических элементов, из которых изготовляют модуляторы.

Контраст характеризуется отношением максимальной мощности, проходящей через модулятор, находящийся в возбужденном состоянии, к минимально достижимому значению мощности, которая тем меньше, чем меньше расходимость луча. Используя лучи с минимальным угловым расхождением, можно за счет ухудшения светопропускания повысить контраст. Для получения пяти градаций полутонов требуется контрастность больше 20 и линейная модуляционная характеристика. Этими трабованиями можно пренебречь, если устройство должно отображать знаки, а не полутоновые изображения.

Для изменения интенсивности луча лазера используются различные способы. Необходимость воспроизведения широкой полосы частот с целью получения высокой разрешающей способности требует быстродействующих устройств, в качестве которых используют электрооптические модуляторы с линейным или квадратичным эффектом.

Линейный электрооптический эффект (эффект Поккелса) возникает при возбуждении кристаллов дигидроген фосфата калия, дидейтериум фосфата калия, дигидроген фосфата аммония. Характерная черта таких модуляторов - то, что приложенное электроческое поле параллельно направлению светового луча.

Многие изотропные материалы, помещенные в электроческое поле, ведут себя подобно одноосным кристаллам, оптическая ось которых совпадает с направлением поля. В этом случае наведенное двойное лучепреломление является функцией квадрата напряженности электрического поля, а само явление называется квадратичным электрооптическим эффектом (эффект Керра). Квадратичный эффект наблюдается при использовании нитробензола, кристаллов из семейства перовскитов и т. д.

Дефлекторы, осуществляющие управление лучом, основаны на различных способах отклонения луча: механическом, рефракционном, дифракционном, когерентной оптической фазовой решетки, двоичного электрооптического управления положением луча и др.

***Механический способ*** реализуется с помощью применения двух вращающихся многогранных призм или зеркала с весьма высоким коэффициентом отражения, перемещающего по горизонтали и вертикали пьезоэлектрическим и гальванометрическим приводами. Способ обеспечивает относительно большие рабочие углы отклонения (до 10 - 12 ) и достаточно высокий оптический коэффициент полезного действия. Быстродействие таких устройств мало, поэтому их можно использовать лишь при режиме последовательной выдачи. Кроме того, им свойственны нестабильность, жесткие допуски на элементы, трудности синхронизации и т. д.

***Рефракционный способ*** реализует известное оптическое свойство - отклонение светового луча в следствии преломления (рефракции) на границе



двух прозрачных сред. В этом случае применяют электрооптическую призму или ультразвуковую рефракционную ячейку.

***Дифракционный способ*** может быть использован , если диаметр падающего светового пучка существенно больше длины ультразвуковой волны, когда возникает дифракция света (при растровой развертке). Он обеспечивает малые рабочие углы (до нескольких градусов) и низкую эффективность отклонения.

***Способ когерентной оптической фазовой решетки*** основан на свойстве излучения лазера, характеризующимся высокой степенью временной и пространственной когерентности. Это свойство используется для отклонения лазерного луча за счет разделения его на множество параллельных лучей и изменения относительных фаз между соседними лучами в ближней зоне поля. Этот способ требует высокой стабильности как источники света, так и дефлектора и имеет ряд других ограничений.

***Способ двоичного электрооптического управления*** световым лучом основан на использовании свойства двойного лучепреломления некоторых веществ. В таких веществах обычный неполяризованный луч света расщепляется на два луча. Один из лучей называется обыкновенным, а другой - необыкновенным. Эти лучи линейно поляризованы, причем плоскости их поляризации взаимно ортогональны. Если свет, падающий на вещество с двойным лучепреломлением (по нормали), полностью линейно поляризован и его плоскость поляризации совпадает с плоскостью поляризации обыкновенного луча, то свет проходит не отклоняясь. Если падающий свет линейно поляризован в плоскости необыкновенного луча, выходной луч оказывается смещенным относительно точки выхода обыкновенного луча. Величина такого смещения пропорциональна толщине кристалла с двойным лучепреломлением (КДП). В качестве такого вещества используют кальцит. Кристалл такого рада может выполнять функцию двоичного переключения линейно поляризованного света, преобразующего обыкновенный О-луч в необыкновенный H- луч путем введения фазового запаздывания на 180 при воздействии на кристалл напряжения полуволнового запаздывания.

На рис. показана схема двоичного переключателя. Когда на кристалл падает линейно поляризованный свет, плоскость поляризации которого совпадает с плоскостью поляризации О - луча (приложенное к электрооптическому кристаллу ЭОК напряжение равно нулю), - переключатель открыт. В этом случае свет через кристалл кальцита КДП проходит не отклоняясь, а точка выхода света соответствует точке выхода О - луча. Если к ЭОК приложено напряжение U , то переключатель закрыт, падающий О - луч превращается в H - луч, свет распространяется по пути, соответствующему пути H - луча. Комбинация ЭОК и КДП представляет собой двоичное электрооптическое устройство управления положением светового луча.

Если свет пропускать через n переключателей , то можно получить 2 управляемых положений луча. Чтобы получить двумерную систему отклонения, необходимо использовать вторую систему переключателей, которая должна обеспечивать смещение луча в направлении, перпендикулярном первому.

Этот способ управления лучом - перспективен. Для обеспечения максимальной четкости изображения в УОИ с большими экранами применяют лазеры непрерывного действия с мощностью в несколько ватт, в качестве КПД - кристаллический кварц и исландский шпат.

Многоцветное изображение может быть получено использованием нескольких лазеров, работающих параллельно и имеющих различные спектральные линии излучения, причем у каждого лазера своя система отклонения, настроенная на соответствующую линию излучения.

Система аналогичного назначения может быть рассчитана на работу нескольких лазеров на общее устройство дискретного отклонения, в котором с помощью специальных мер устранены хроматические аберрации. Более совершенна система, в которой излучается несколько цветов от одного лазерного генератора с переключаемыми линиями излучения, работающего на общее хроматическое дискретное устройство отклонения.

Достоинства УОИ коллективного пользования на лазерах: отображение информации в реальном масштабе времени, высокая разрешающая способность, получение многоцветных изображений, отсутствие промежуточных носителей, возможность создания экрана практически любых размеров для коллективного пользования.

К недостаткам их следует отнести сложность, низкую эффективность, малую надежность и наличие сцинцилляций (искрения) изображения.

Однако существенные достоинства УОИ на лазерах, а также интенсивное развитие и совершенствование лазерной техники позволяют считать их весьма перспективными, поэтому в последние годы ведутся большие работы, направленные на разработку, исследование и внедрение УОИ на лазерах.

**Заключение.**

Системы индикации, которые появятся в ближайшие 20 лет, вероятно, будут значительно отличаться от систем, используемых в настоящее время, вследствие применения в них ряда методов, находящихся сейчас в стадии научных исследований.

На данное время лазерные средства отображения информации занимают одно из ведущих мест в системах отображения информации и при дальнейших темпах развития, возможно, в ближайшем будущем займут первое место.