

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Нижегородский радиотехнический колледж»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОЕКТА
«Создание лазера»

Авторы проекта:

Мамонова Антон

Петров Максим

Группа:

1ИСиП-19-1

Руководители проекта:

Попцов А.В.

Калентьева Е.В.

Консультант проекта:

Фарафонова И.Г., к.п.н.

Нижний Новгород

2019 год

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ.....	3
1.1. Значимость лазерной техники в современном мире.....	3
1.2. Виды лазерной техники	5
1.3. Принцип устройства и работы лазера	7
2. РАЗРАБОТКА ЛАЗЕРА	9
2.1. Разработка схемы сборки лазера	9
2.2. Затраченные ресурсы	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	11
ЛИТЕРАТУРА	11
ГЛОССАРИЙ.....	13
ВЛОЖЕНИЯ	14

ВВЕДЕНИЕ

Термину “лазер” нет ещё и десяти лет от роду, а кажется, что существует он давным-давно, - так широко он вошел в обиход. Разумеется, столь огромный интерес вызывает не само слово “лазер”, а названный так квантовый прибор для генерации электромагнитных волн оптического диапазона. Появление лазеров - одно из самых замечательных и впечатляющих достижений квантовой электроники, принципиально нового направления в науке, возникшего в середине 50-х годов.

Наряду с научными и техническими применениями лазеры используются в информационных технологиях для решения специальных задач, причем эти применения широко распространены или находятся в стадии исследований.

Несмотря на такую популярность лазера, большинство не имеют ни единого представления о его работе. Мы не исключение.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ

1.1. ЗНАЧИМОСТЬ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ

С момента своего изобретения лазеры зарекомендовали себя как «готовые решения ещё не известных проблем». В силу уникальных свойств излучения лазеров, они широко применяются во многих отраслях науки и техники, а также в быту (проигрыватели компакт-дисков, лазерные принтеры, считыватели штрих-кодов, лазерные указки и пр.). В промышленности лазеры используются для резки, сварки и пайки деталей из различных материалов. Луч лазера может быть сфокусирован в точку диаметром порядка микрона, что позволяет использовать его в микроэлектронике (так называемое лазерное скрайбирование^{*}). Лазеры используются для получения поверхностных покрытий материалов (лазерное легирование^{*}, лазерная наплавка, вакуумно-лазерное напыление) с целью повышения их износостойкости. Широкое применение получила также лазерная маркировка промышленных образцов и гравировка изделий из различных материалов.

Лазеры применяются в голографии для создания самих голограмм и получения голографического объёмного изображения. С использованием лазера удалось измерить расстояние до Луны с точностью до нескольких сантиметров. Лазерная локация космических объектов уточнила значение астрономической постоянной и способствовала уточнению систем космической навигации, расширила представления о строении атмосферы и поверхности планет Солнечной системы. В астрономических телескопах, снабженных адаптивной оптической системой коррекции атмосферных искажений, лазер применяют для создания искусственных опорных звезд в верхних слоях атмосферы.

Сверхкороткие импульсы лазерного излучения используются в лазерной химии для запуска и анализа химических реакций. Здесь лазерное излучение позволяет обеспечить точную локализацию, дозированность, абсолютную стерильность и высокую скорость ввода энергии в систему. В настоящее время разрабатываются различные системы лазерного охлаждения, рассматриваются возможности осуществления с помощью лазеров управляемого термоядерного синтеза* (самым подходящим лазером для исследований в области термоядерных реакций, был бы лазер, использующий длины волн, лежащие в голубой части видимого спектра). Лазеры используются и в военных целях, например, в качестве средств наведения и прицеливания. Рассматриваются варианты создания на основе мощных лазеров боевых систем защиты воздушного, морского и наземного базирования.

В медицине лазеры применяются как бескровные скальпели, используются при лечении офтальмологических заболеваний (катаракта, отслоение сетчатки, лазерная коррекция зрения и др.). Широкое применение получили также в косметологии (лазерная эпиляция, лечение сосудистых и пигментных дефектов кожи, лазерный пилинг, удаление татуировок и пигментных пятен). В настоящее время бурно развивается так называемая лазерная связь. Известно, что чем выше несущая частота канала связи, тем больше его пропускная способность. Поэтому радиосвязь стремится переходить на всё более короткие длины волн. Длина

световой волны в среднем на шесть порядков меньше длины волны радиодиапазона, поэтому посредством лазерного излучения возможна передача гораздо большего объёма информации. Лазерная связь осуществляется как по открытым, так и по закрытым световодным структурам*, например, по оптическому волокну. Свет за счёт явления полного внутреннего отражения может распространяться по нему на большие расстояния, практически не ослабевая.

1.2. ВИДЫ ЛАЗЕРОВ

Твердотельные лазеры. В качестве активаторов обычно используются ионы редкоземельных элементов или ионы группы железа Fe. Накачка оптическая и от полупроводниковых лазеров, осуществляется по трёх- или четырёхуровневой схеме. Современные твердотельные лазеры способны работать в импульсном, непрерывном и квазинепрерывном режимах*.

Волоконные лазеры. Лазер, резонатор которого построен на базе оптического волокна, внутри которого полностью или частично генерируется излучение. При полностью волоконной реализации такой лазер называется цельноволоконным, при комбинированном использовании волоконных и других элементов в конструкции лазера он называется волоконно-дискретным или гибридным.

Полупроводниковые лазеры. Имеют механизм накачки (инжекция избыточных носителей заряда через р-п переход* или гетеропереход*, электрический пробой в сильном поле, бомбардировка быстрыми электронами), а квантовые переходы происходят между разрешёнными энергетическими зонами, а не между дискретными уровнями энергии. Полупроводниковые лазеры -- наиболее употребительный в быту вид лазеров. Кроме этого применяются в спектроскопии, в системах накачки других лазеров, а также в медицине.

Газовые лазеры. Лазеры, активной средой которых является смесь газов и паров. Отличаются высокой мощностью, монохроматичностью*, а также узкой

направленностью излучения. Работают в непрерывном и импульсном режимах. В зависимости от системы накачки газовые лазеры разделяют на газоразрядные лазеры, газовые лазеры с оптическим возбуждением и возбуждением заряженными частицами, газодинамические и химические лазеры. По типу лазерных переходов различают газовые лазеры на атомных переходах, ионные лазеры, молекулярные лазеры на электронных, колебательных и вращательных переходах молекул и эксимерные лазеры.

Лазеры на красителях. Тип лазеров, использующий в качестве активной среды раствор флюоресцирующих с образованием широких спектров органических красителей. Лазерные переходы осуществляются между различными колебательными подуровнями первого возбуждённого и основного синглетных электронных состояний*. Накачка оптическая, могут работать в непрерывном и импульсном режимах. Основной особенностью является возможность перестройки длины волны излучения в широком диапазоне. Применяются в спектроскопических исследованиях.

Химические лазеры. Разновидность лазеров, источником энергии для которых служат химические реакции между компонентами рабочей среды (смеси газов). Лазерные переходы происходят между возбуждёнными колебательно-вращательными и основными уровнями составных молекул продуктов реакции. Для осуществления химических реакций в среде необходимо постоянное присутствие свободных радикалов, для чего используются различные способы воздействия на молекулы для их диссоциации. Отличаются широким спектром генерации в ближней ИК-области, большой мощностью непрерывного и импульсного излучения.

Эксимерные лазеры. Разновидность газовых лазеров, работающих на энергетических переходах эксимерных молекул (димерах благородных газов, а также их моногалогенидов*), способных существовать лишь некоторое время в возбуждённом состоянии. Накачка осуществляется пропусканием через газовую

смесь пучка электронов, под действием которых атомы переходят в возбуждённое состояние с образованием эксимеров, фактически представляющих собой среду с инверсией населённости. Эксимерные лазеры отличаются высокими энергетическими характеристиками, малым разбросом длины волны генерации и возможности её плавной перестройки в широком диапазоне.

1.3. ПРИНЦИП УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ЛАЗЕРА

Независимо от названия, все лазеры имеют три основных составляющих:

1. **активная среда** – рабочее вещество, чей состав позволяет создать инверсионную заселенность*;

2. **система накачки** – это источник энергии, непосредственно увеличивающий число электронов на верхних уровнях атома. Исходя из типа активной среды это:

- газоразрядные лампы-вспышки и устройства с фокусированным солнечным излучением – для лазеров с твердыми веществами и полупроводниковыми материалами;

- электрический разряд – для жидких сред и газов;

- химические реакции – химические генераторы;

- сильный прямой ток сквозь электронно-дырочный переход или пучок электронов – для полупроводниковых лазеров;

3. **оптический резонатор** – устройство, представляющее собой два параллельно расположенных зеркала, одно из которых непрозрачно, а другое – полупрозрачно. В случае если лазер функционирует в режиме усилителя, данная составляющая все же может отсутствовать.

Приведена конструкция (см., рис., 1) лазера. На схеме обозначены: 1 — активная среда; 2 — система накачки лазера; 3 — непрозрачное зеркало; 4 — полупрозрачное зеркало; 5 — лазерный луч.

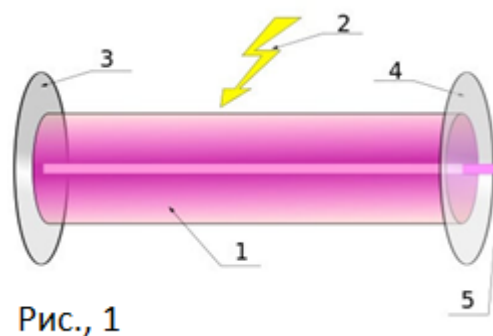


Рис., 1

Суть данного явления состоит в том, что возбуждённый атом (или другая квантовая система) способен излучить фотон под действием другого фотона без его поглощения, если энергия последнего равняется разности энергий уровней атома до и после излучения. При этом излучённый фотон когерентен фотону, вызвавшему излучение (является его «точной копией»). Таким образом, происходит усиление света. Этим явление вынужденного (индуцированного) излучения отличается от спонтанного излучения, в котором излучаемые фотоны имеют случайные направления распространения, поляризацию и фазу.

Следует иметь в виду, что атом в возбужденном состоянии неустойчив. Рано или поздно (в среднем за 10^{-8} секунды), в какой-то момент времени он самостоятельно вернется в основное состояние, излучив электромагнитную волну — фотон.

Существуют сосредоточения атомов, чье большое количество электронов находится на высоком энергетическом уровне. Оно (сосредоточение атомов) представляет собой **инверсную систему**. Ее уникальностью является тот факт, что излучение в данной системе гораздо сильнее поглощения, и именно эта особенность предоставила ученым возможность создать лазер посредством искусственного образования подобных систем. Однако для **получения нужного индуцированного и когерентного потока света необходимо, чтобы число возбужденных частиц имело превосходящее количество (существовала инверсионная заселенность)**, что в состоянии, когда все макроскопические величины постоянны (т.е. когда все атомы находятся в состоянии покоя),

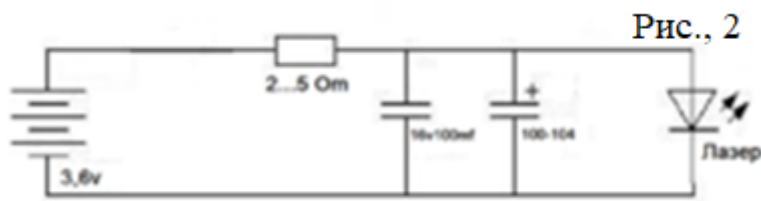
исключено. Получить нужное возбужденное состояние атомов и соответственно создать вынужденное (индуцированное) когерентное излучение позволяют системы накачки активной среды лазера.

2. РАЗРАБОТКА ЛАЗЕРА

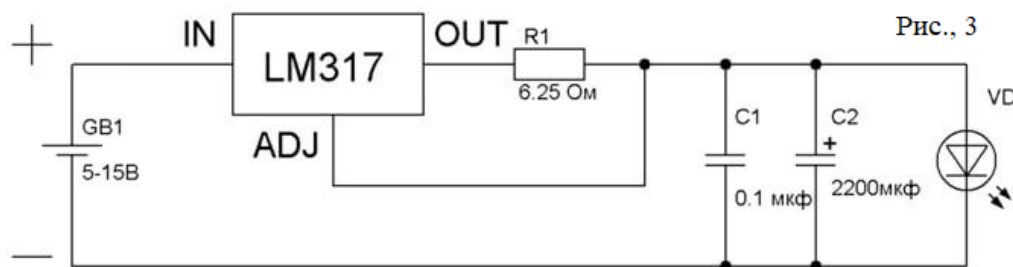
2.1. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ СБОРКИ ЛАЗЕРА

Лазеры очень чувствительны к статическому электричеству и боятся перепадов напряжения. Исходя из особенностей лазера выбираем схему сборки.

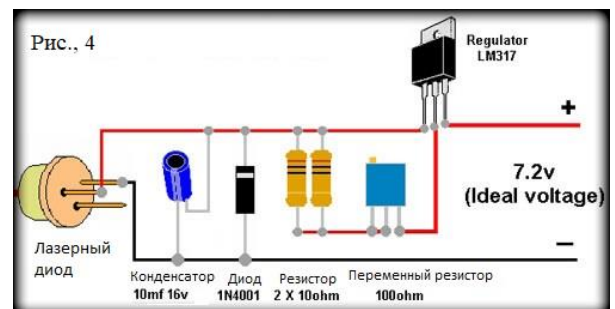
Самая простая схема, найденная нами, стабилизирует силу тока и напряжение. Она не подходит, ведь лазер будет сильно нагреваться от постоянной подачи электричества. (см рис., 2)



Для ограничения тока отлично подходит такая микросхема, как LM317. Благодаря ей лазерный диод не будет так сильно нагреваться и не потеряет своих свойств. (см рис., 3)



Регулирование силы тока может стать отличным дополнением. Благодаря этому появится возможность регулировать яркость лазера. Добавляем в схему переменный резистор. (см рис., 4)



Эту схему мы использовали при сборке лазера

2.2. ЗАТРАЧЕННЫЕ РЕСУРСЫ

Для создания лазера вам понадобится совсем немного компонентов

Наименование	Кол-во	Цена, руб.
DVD-RW (Б/У)	1	200
Провод (1 м)	1	28
LM-317	1	75
Переменный резистор (100 Ом)	1	130
Резистор (10 Ом, 0,5 Вт)	2	6
Диод выпрямительный (1А, 50В)	1	9
Конденсатор (100 мкФ, 16 В)	1	8
Сантехническая труба (30 мм, 30 см)	1	50
Заглушка на сан-тех трубу (30 мм)	1	7
Батарейный отсек (4 батарейки)	1	33
Кнопка	1	37
Термоусадочная трубка	1	15
Батарейки	4	50
Пластик для 3d принтера	1	50
Итого:		700

По ходу работы была необходимость закупать необходимые компоненты. Для сборки схемы мы использовали паяльник, который находится в CADR. Для добавления функции регулирования фокусного расстояния нами был задействован 3d принтер в CADR.

Различные инструменты, такие как отвертки, плоскогубцы, пинцеты, инструмент для зачистки проводов, зажигалки, также были задействованы нами.

Чтобы закончить задумку на пришлось научиться паять, работать с микросхемами и не смотреть на лазер. В ход пошли и наши способности общения с людьми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе этого проекта мы многого достигли и многому научились. Прodelали огромную работу, дабы достичь нашей цели.

На пути к ней мы часами сидели в интернете, дабы найти полезную для нас информацию. Сломали 3 DVD-RW. Получили ожоги и порезы в процессе сборки лазера.

Но это не идет в сравнение с приобретенными знаниями и умениями.

Мы изучили информацию о лазерах вдоль и поперек. Узнали их историю, их виды, принцип работы и многое, многое другое. Лазер полностью функционирует. Он легко удивит любого, ведь в таком маленьком корпусе такая мощь.

В будущем этот лазер можно использовать для множества проектов. Таких как лазерный ЧПУ станок или же выжигатель по дереву.

ЛИТЕРАТУРА

1. Форум о освещении «1PoSvetu»: официальный сайт 1posvetu.ru. – Статья «Как сделать лазерную указку из DVD-диода». – URL: <https://1posvetu.ru/ustrojstva/kak-sdelat-lazernuyu-ukazku-iz-dvd-dioda.html> (дата обращения 27.11.2019). - Текст: электронный.
2. Экзамены ФДО: официальный сайт extusur.net. – Статья «История развития систем связи». – URL: http://extusur.net/content/3_optika/1_3.html (дата обращения 02.12.2019). - Текст: электронный.
3. Ваша школопедния - «Студопедия»: официальный сайт studopedia.ru. – Статья «Принцип работы лазера и основные виды лазеров». – URL: https://studopedia.ru/4_81078_printsip-raboti-lazera-i-osnovnie-vidi-lazero.html (дата обращения 02.12.2019). - Текст: электронный.
4. Учебные материалы онлайн «StudWood»: официальный сайт studwood.ru. – Статья «Виды лазеров». – URL:

https://studwood.ru/1652421/matematika_himiya_fizika/vidy_lazero (дата обращения 10.12.2019). - Текст: электронный.

5. Учебные материалы: официальный сайт works.doklad.ru. – Статья «Устройство и применение лазера». – URL: https://works.doklad.ru/view/V2f_owzXWvs.html (дата обращения 11.12.2019). - Текст: электронный.

6. Электронная библиотека студента «Библиофонд»: официальный сайт bibliofond.ru. – Доклад «Лазеры. Основы устройства и их применение ». – URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=41887> (дата обращения 14.12.2019). - Текст: электронный.

7. Электронная библиотека студента «Библиофонд»: официальный сайт bibliofond.ru. – Реферат «Лазеры». – URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=41956> (дата обращения 14.12.2019). - Текст: электронный.

8. Электронная библиотека студента «Библиофонд»: официальный сайт bibliofond.ru. – Реферат «Использование лазеров в информационных технологиях». – URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=34165> (дата обращения 14.12.2019). - Текст: электронный.

9. Электронная библиотека «Refdb»: официальный сайт refdb.ru. – Доклад по физике «Слово «Лазер»». – URL: <https://refdb.ru/look/1722263.html> (дата обращения 17.12.2019). - Текст: электронный.

10. Социальное СМИ о технологиях «ХабраХабр»: официальный сайт habr.com. – Статья «Всё о лазерах». – URL: <https://habr.com/ru/post/117008/> (дата обращения 20.12.2019). - Текст: электронный.

ГЛОССАРИЙ

Скрайбирование - это нанесение линейных надрезов заданной глубины на поверхность технологической заготовки с обеих сторон, с целью упрощения

производства и облегчения последующего разделения, в частности, после проведения монтажа на автоматах.

Легирование - добавление в состав материалов примесей для изменения (улучшения) физических и/или химических свойств основного материала.

Термоядерный синтез - синтез более тяжёлых атомных ядер из более лёгких с целью получения энергии, который, в отличие от взрывного термоядерного синтеза (используемого в термоядерных взрывных устройствах), носит управляемый характер.

Световодная структура содержит первую часть, вторую часть, примыкающую к первой части, первый голографический оптический элемент и второй голографический оптический элемент.

В квазинепрерывном режиме светодиод работает через определенные промежутки времени, которые являются достаточно короткими для значительного снижения термических эффектов, но при этом длинными настолько, чтобы считать работу светодиода почти непрерывной.

Обычный p-n-переход, образованный полупроводниками p-типа и n-типа, предполагает, тем не менее, использование для обеих своих частей одного основного химического вещества (полупроводникового кристалла) — кремния (Si), германия (Ge), арсенида галлия (GaAs) и т.д. Гетерогенный переход (гетеропереход) — это переход, который образуется в месте контакта различных по химическому составу полупроводников.

Монохроматические волны – неограниченные в пространстве волны одной определенной и строго постоянной частоты. Так как ни один реальный источник не дает строго монохроматического света, то волны, излучаемые любыми независимыми источниками света, всегда некогерентны.

Систему подуровней, на которые расщепляется исследуемый уровень, называют мультиплетом. Количество подуровней, на которые расщепляется уровень, определяет название мультиплета: дублет, триплет, квартет, квинтет и так далее. Уровни, которые не расщепляются, называют синглетами.

Моногалогенид – одиночные соединения галогенов с другими химическими элементами или радикалами.

Инверсная заселенность — инверсная заселенность Соотношение населенностей, при котором на верхнем уровне находится большее число частиц, чем на нижнем.

ВЛОЖЕНИЯ

