

Твердотельный лазер на керамике с волоконно-лазерной накачкой

Работу выполнили:

Геликонова В.Г., Платонова М.В., Сарафанов Ф.Г.

Научный руководитель:

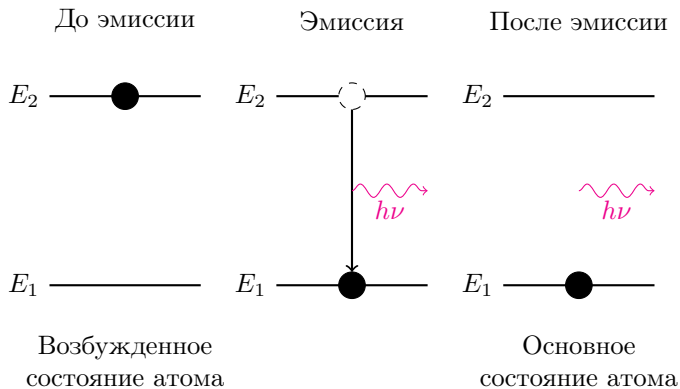
Антипов О.Л.

Нижний Новгород – 2017

- 1** Ознакомиться с принципами работы лазера
- 2** Измерить мощность волоконного и твердотельного лазеров
- 3** Поучаствовать в эксперименте по созданию лазера и измерению его параметров

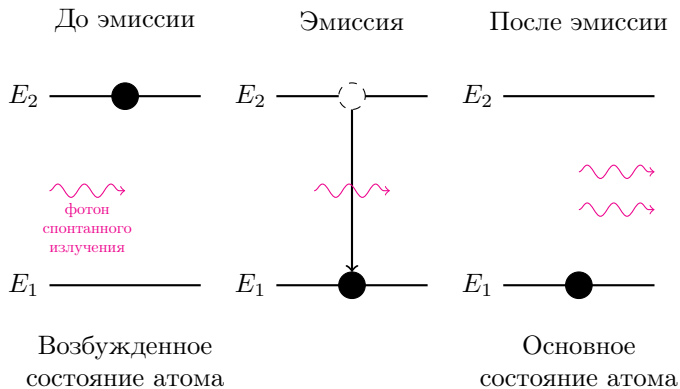
Виды переходов электронов между уровнями энергии

1 Спонтанное излучение



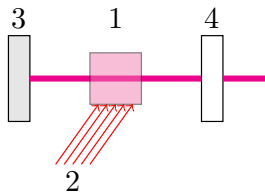
Виды переходов электронов между уровнями энергии

2 Вынужденное излучение



Устройство лазера

Лазер [Light **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation] – устройство, усиливающее свет посредством вынужденного излучения.



Основные составляющие:

1 – Активная (рабочая) среда

2 – Система накачки (источник энергии)

3 – Непрозрачное зеркало

4 – Полупрозрачное зеркало



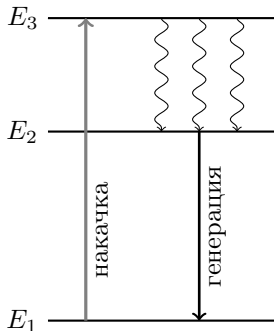
Накачка – процесс создания инверсии населенностей в активной среде

Инверсия населенностей – состояние вещества, при котором на высоком рабочем уровне энергии находится большее количество электронов, чем на нижнем

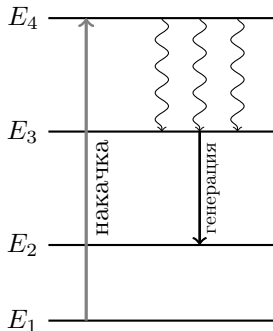
Виды накачки:

- 1** оптическая – за счет энергии света
- 2** электрическая – накачка электрическим током
- 3** химическая – с использованием энергии химических реакций

Активные среды и энергетические уровни

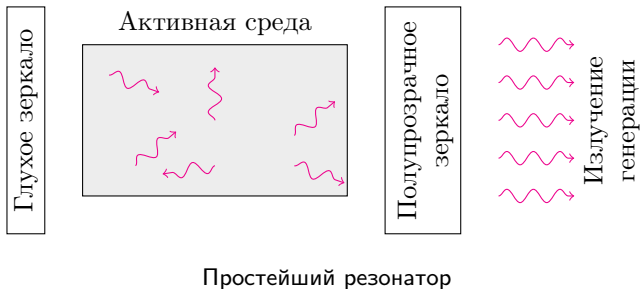


3-уровневая среда



4-уровневая среда

В лазере сначала происходит спонтанный переход, фотоны от него создают вынужденное излучение других фотонов, когерентных первоначальному, таким образом возникает фотонная лавина, усиливающаяся в резонаторе

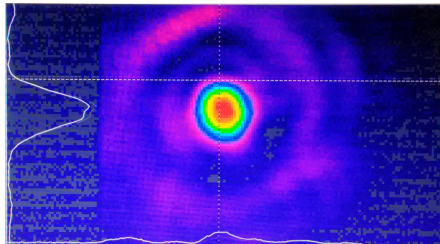


В простейшем случае представляет собой два зеркала, установленных друг напротив друга, одно из которых полупрозрачное – через него луч лазера частично выходит из резонатора

Моды резонатора

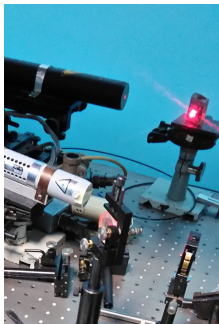
Мода резонатора может трактоваться как структура поля, в продольном или поперечном направлениях

Основная мода – мода, имеющая наименьшую расходимость



Основная поперечная мода лазера на керамике

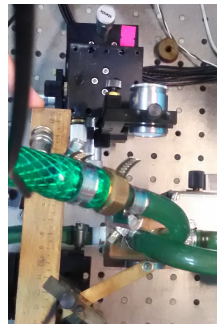
Некоторые виды лазеров



Газовый лазер



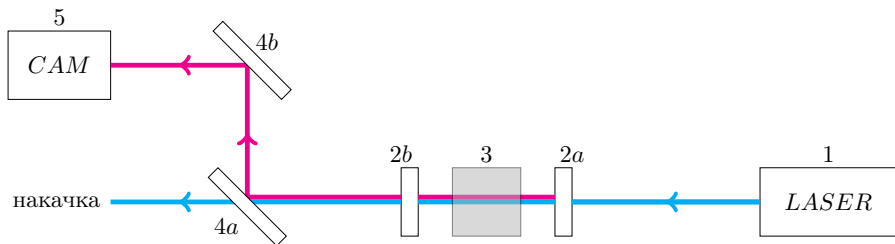
Волоконный лазер



Лазер на керамике

Вид лазера	Рабочая среда	Длина волны	Мощность
газовый	газ	633 нм	5 мВт
волоконный	волокно	1670 нм	40 Вт
твердотельный	кристалл/керамика	2066 нм	10 Вт

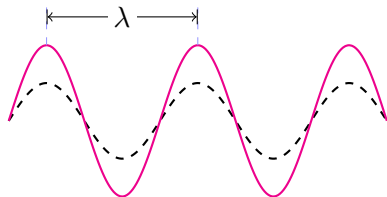
Схема установки



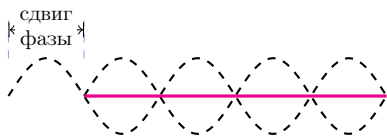
1 – волоконный лазер накачки
2a, 2b – резонатор
3 – активная среда

4a – диэлектрическое зеркало
4b – зеркало
5 – камера

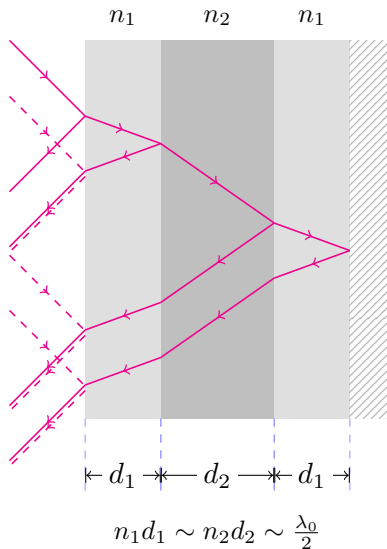
Диэлектрическое зеркало



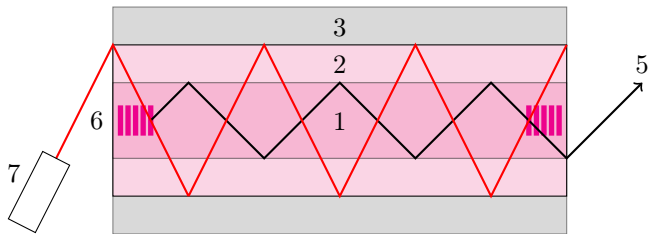
Конструктивная интерференция



Деструктивная интерференция



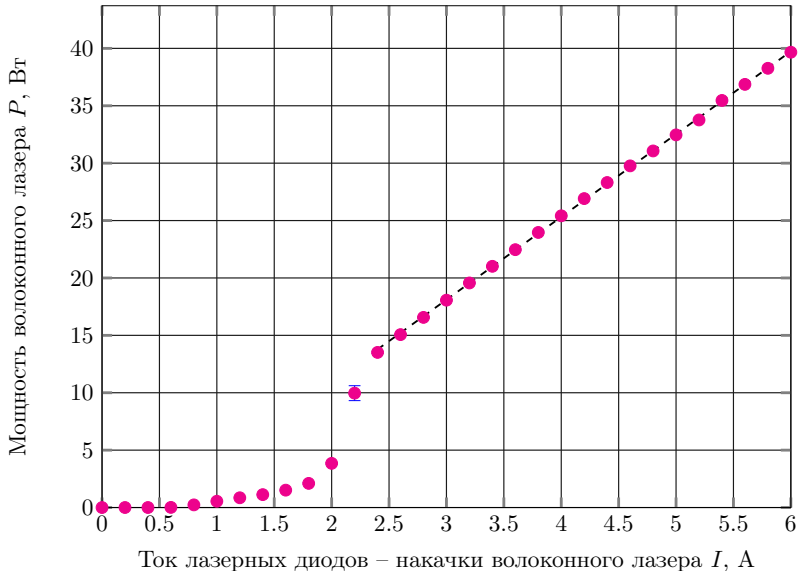
Волоконный лазер



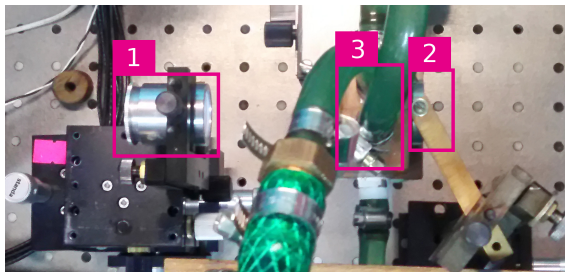
- 1** – активная среда
(легированное волокно)
- 2** – волновод накачки
- 3** – внешняя оболочка

- 4** – излучение накачки
- 5** – излучение генерации
- 6** – волоконная брэгговская
решетка
- 7** – накачка (диодный лазер)

Зависимость излучения волоконного лазера от тока

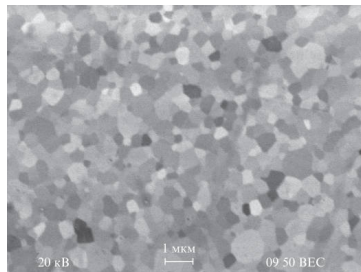


Лазер на керамике



Экспериментальный лазер на керамике

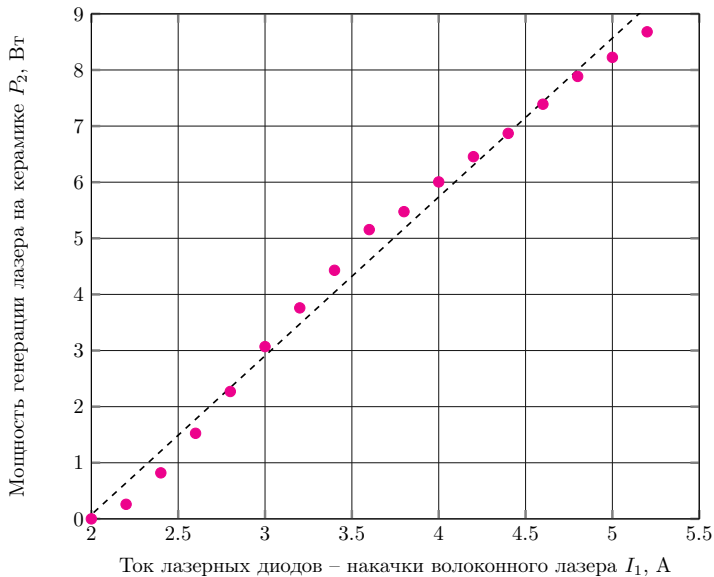
- 1 – выходное зеркало резонатора
- 2 – входное зеркало резонатора
- 3 – активная среда с термостабилизацией



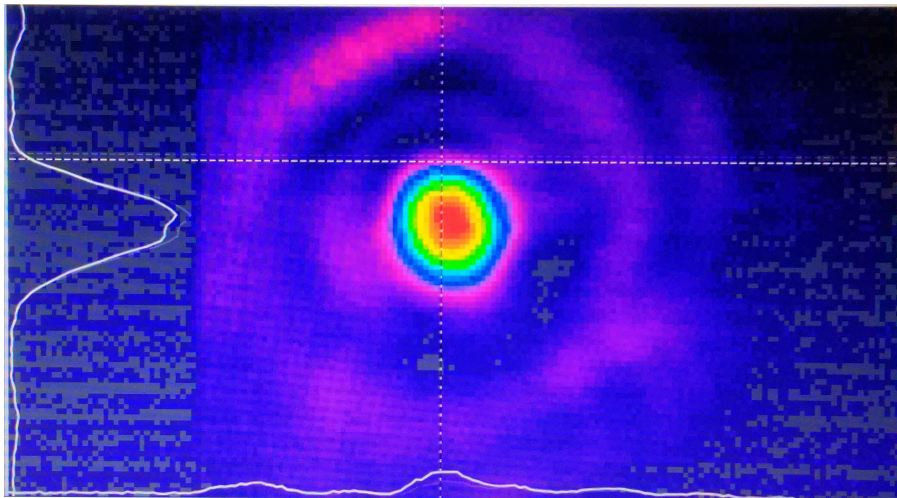
Структура керамики

Характерный размер зерна керамики (кристаллита)
 $\sim 500 \text{ нм} \Rightarrow$ малые потери на рассеяние

Зависимость излучения лазера на керамике от тока

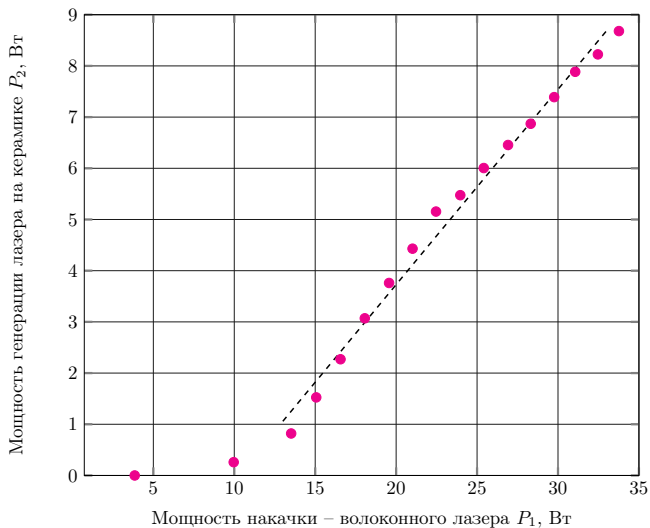


Настроенная мода лазера на керамике



Основная поперечная мода лазера на керамике

Зависимость излучения лазера на керамике от мощности накачки



- 1 Осуществлено знакомство с принципами работы лазера
- 2 Измерена мощность волоконного лазера
- 3 Проведен эксперимент по созданию и настройке лазера на керамике:
 - на собранном лазере проведена юстировка системы зеркал
 - лазер путём подвижки зеркал настроен на пучок, обладающий хорошей мощностью и близкий к одномодовому режиму
- 4 Измерена мощность лазера на керамике
 - найден порог генерации: на мощности накачки ~ 13 Вт начинается устойчивая генерация

Спасибо за внимание!

Презентация подготовлена в издательской
системе LaTeX с использованием пакетов
PGF/TikZ и Beamer