

Твердотельный лазер на керамике с волоконно-лазерной накачкой

Работу выполнили:

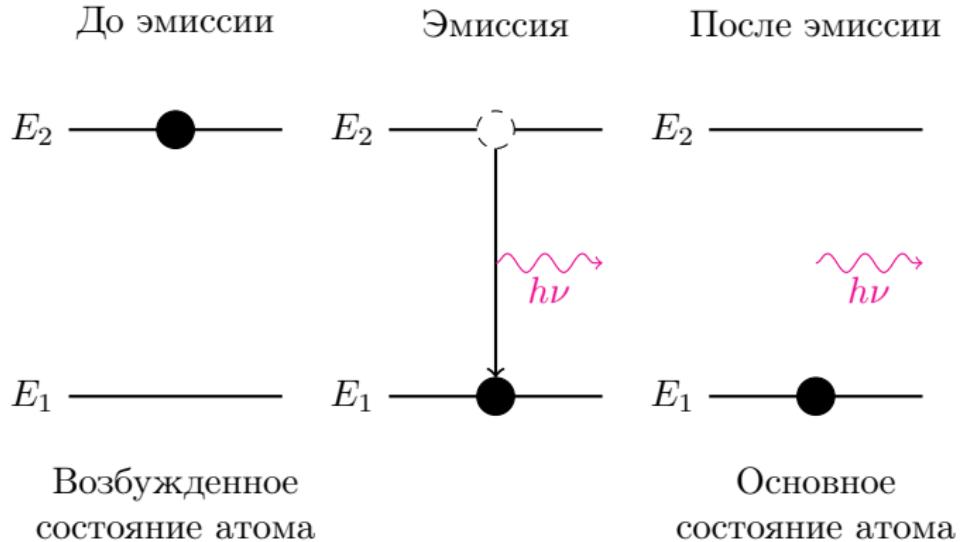
Геликонова В.Г., Платонова М.В., Сарафанов Ф.Г.

Научный руководитель:
Антипов О.Л.

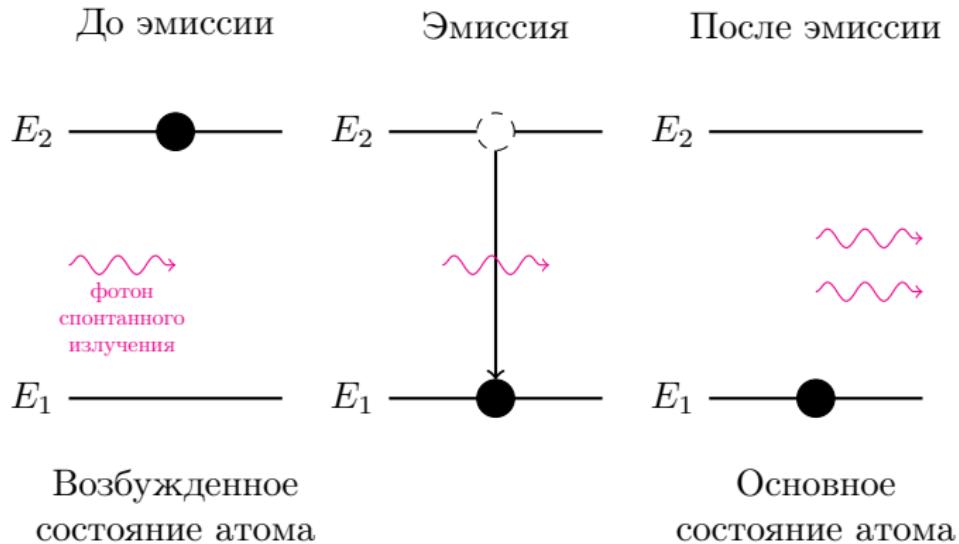
Нижний Новгород – 2017

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

1 Спонтанное излучение

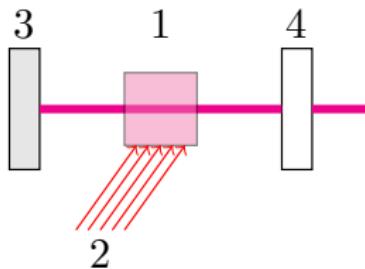


2 Вынужденное излучение



Устройство лазера

Лазер [Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation] – устройство, усиливающее свет посредством вынужденного излучения.



Основные составляющие:

1 – Активная (рабочая) среда
2 – Система накачки (источник энергии)

3 – Непрозрачное зеркало
4 – Полупрозрачное зеркало



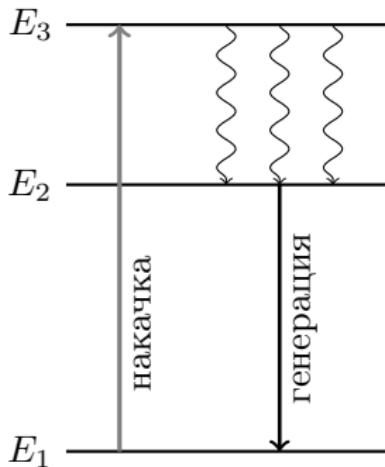
Накачка – процесс создания инверсии населенностей в активной среде

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

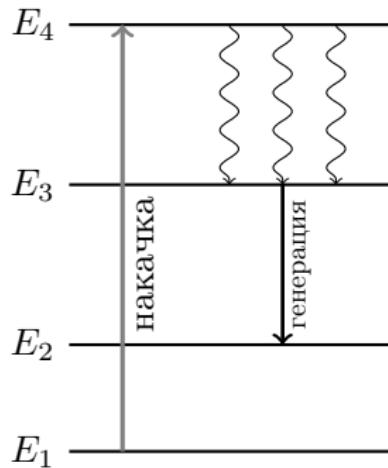
Виды накачки:

- 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



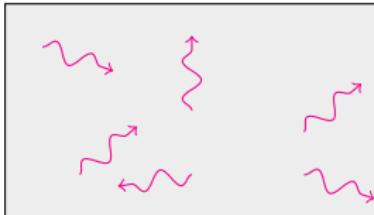
4-уровневая среда

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

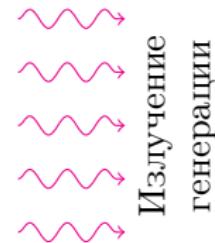
Резонатор

Глухое зеркало

Активная среда



Полупрозрачное зеркало



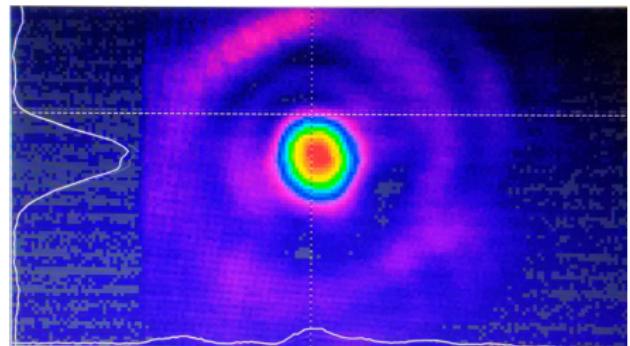
Простейший резонатор

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

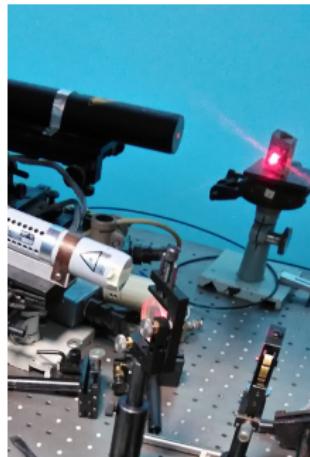
Мода резонатора может трактоваться как структура поля, в продольном или поперечном направлениях

Основная мода – мода, имеющая наименьшую расходимость



Основная поперечная мода лазера на керамике

Некоторые виды лазеров



Газовый лазер



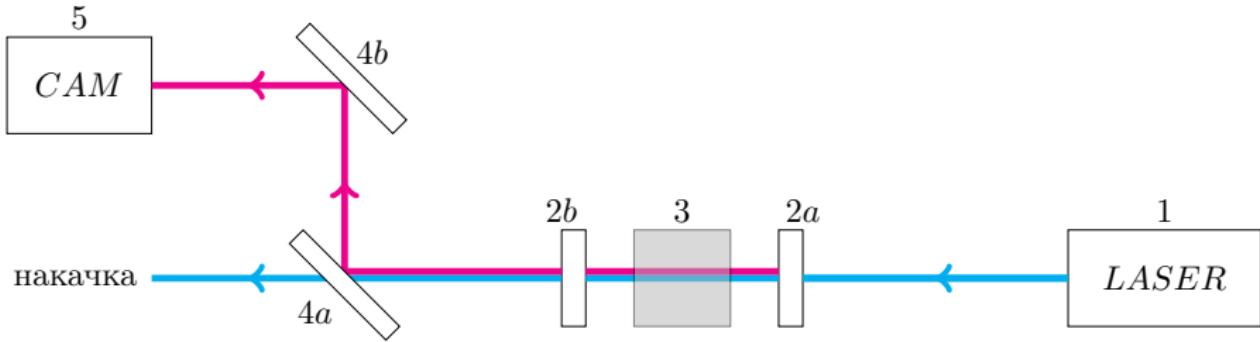
Волоконный лазер



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

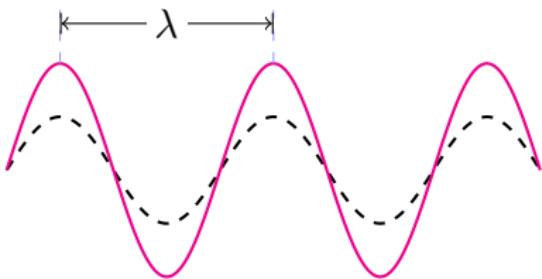
Схема установки



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

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

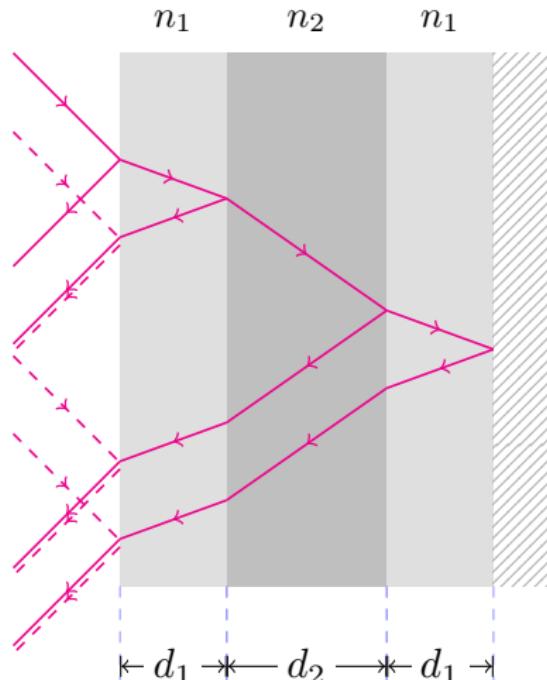
Диэлектрическое зеркало



Конструктивная интерференция

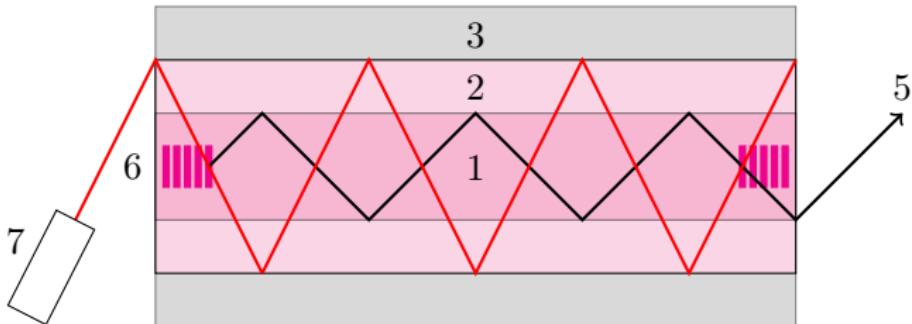


Деструктивная интерференция



$$n_1 d_1 \sim n_2 d_2 \sim \frac{\lambda_0}{2}$$

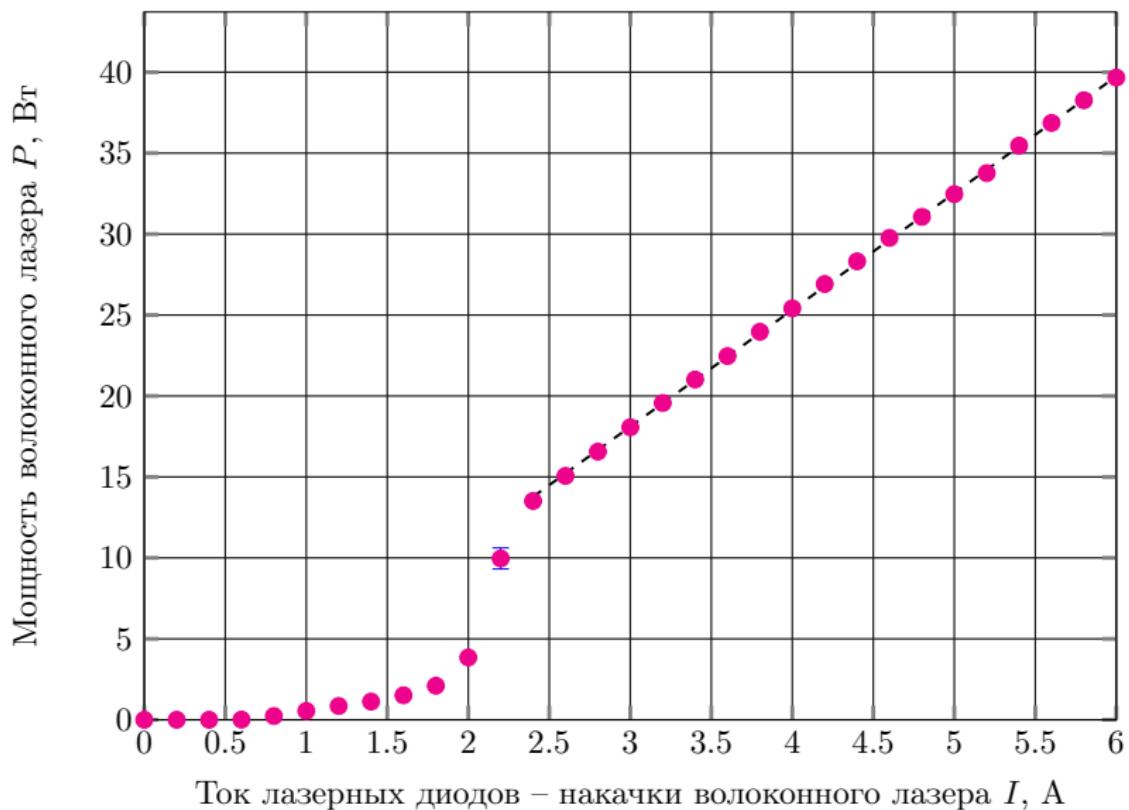
Волоконный лазер



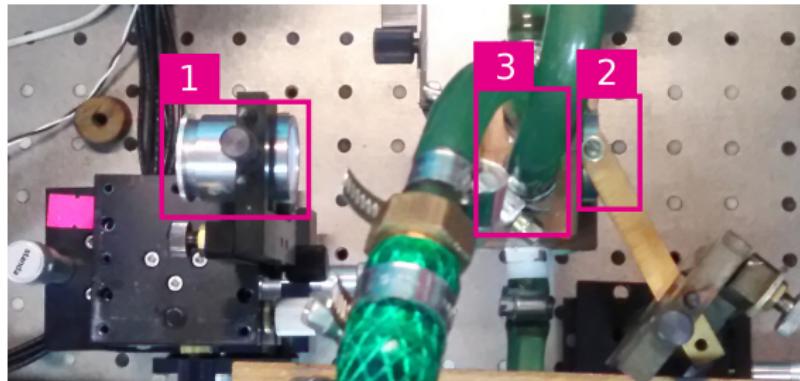
1 – активная среда
(легированное волокно)
2 – волновод накачки
3 – внешняя оболочка

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

Зависимость излучения волоконного лазера от тока

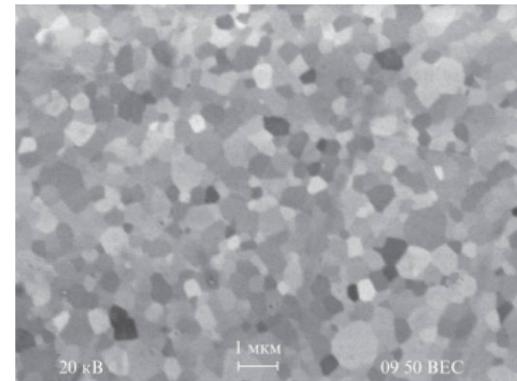


Лазер на керамике



Экспериментальный лазер на керамике

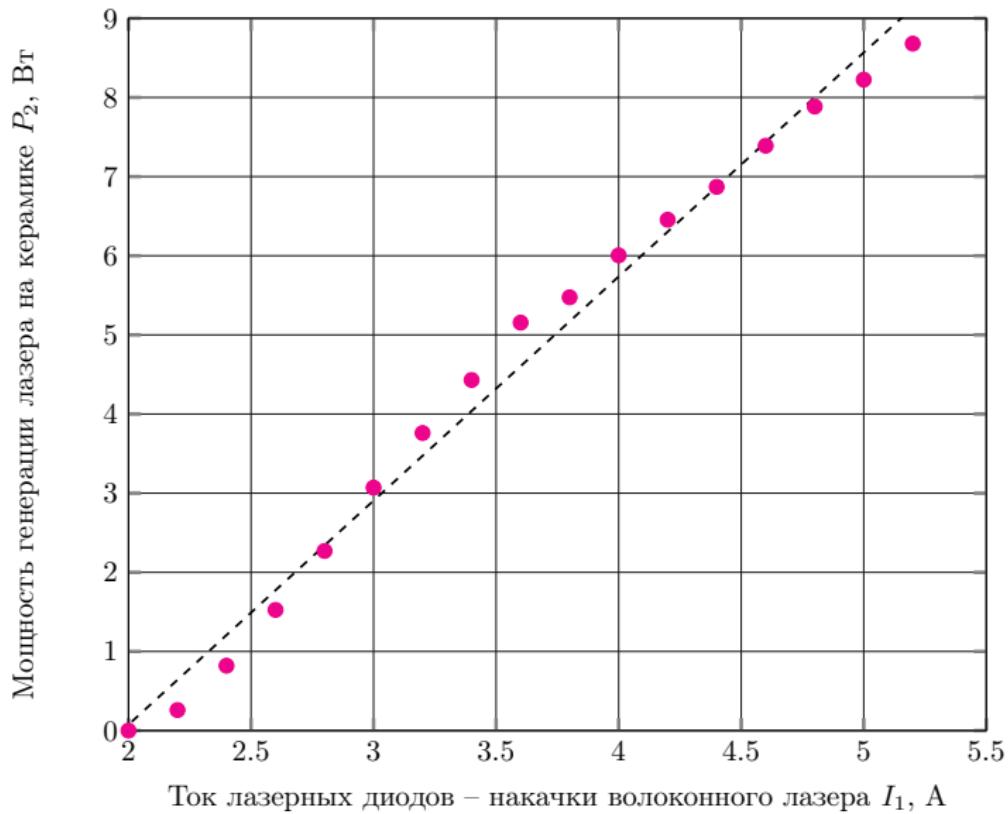
- 1 – выходное зеркало резонатора
- 2 – входное зеркало резонатора
- 3 – активная среда с термостабилизацией



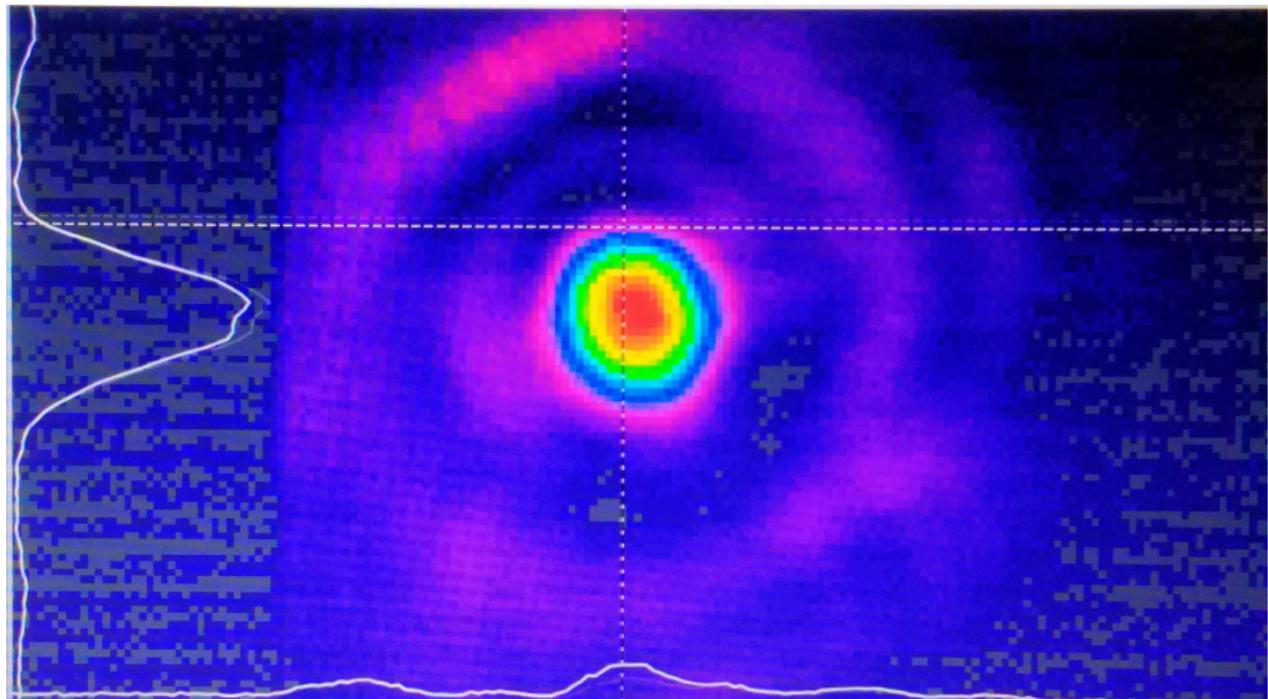
Структура керамики

Характерный размер зерна керамики (кристаллита)
~ 500 нм ⇒ малые потери на рассеяние

Зависимость излучения лазера на керамике от тока

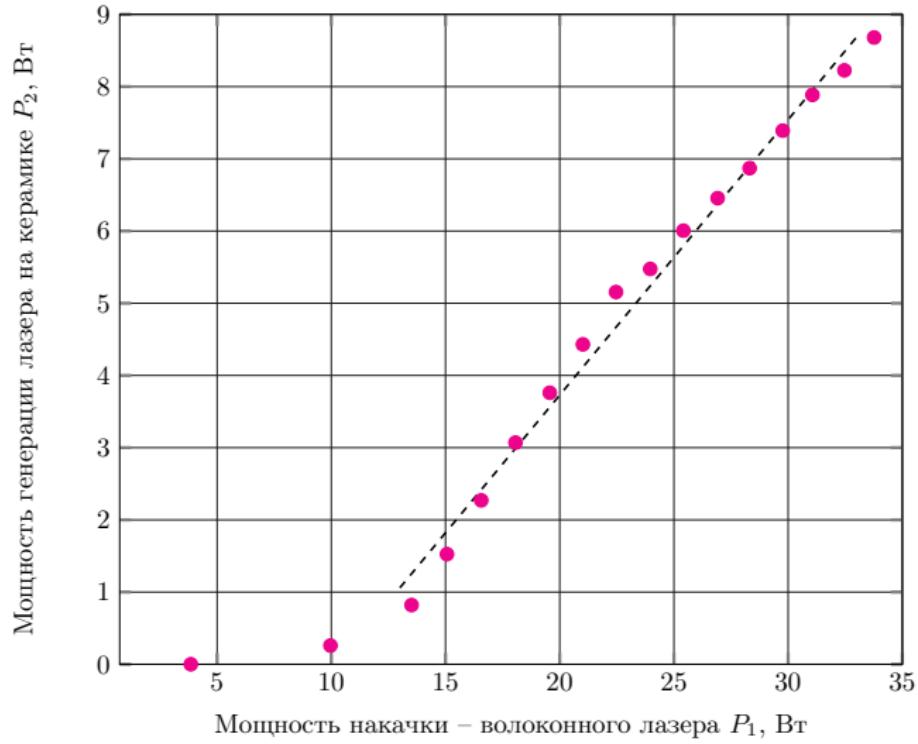


Настроенная мода лазера на керамике



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