

Твердотельный лазер на керамике с волоконно-лазерной накачкой

Работу выполнили:

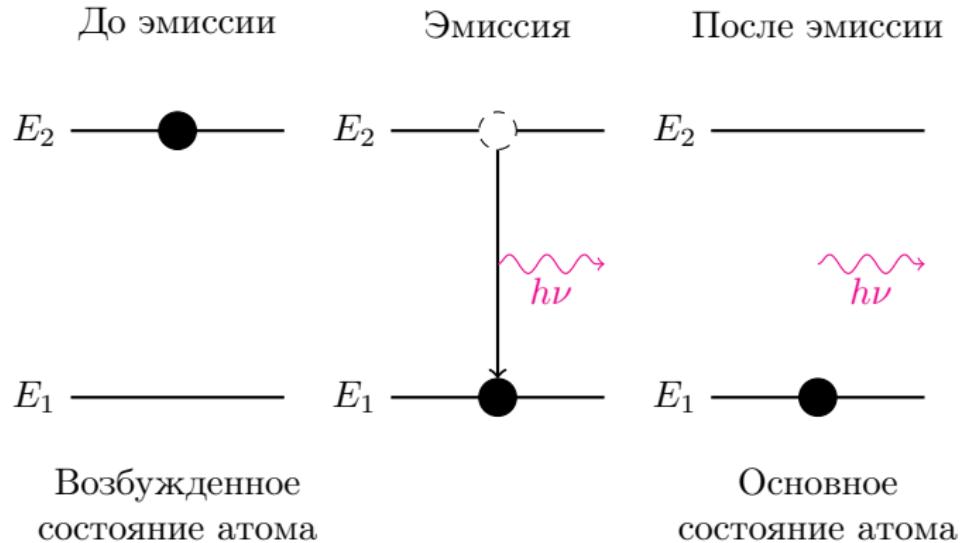
Геликонова В.Г., Платонова М.В., Сарафанов Ф.Г.

Научный руководитель:
Антипов О.Л.

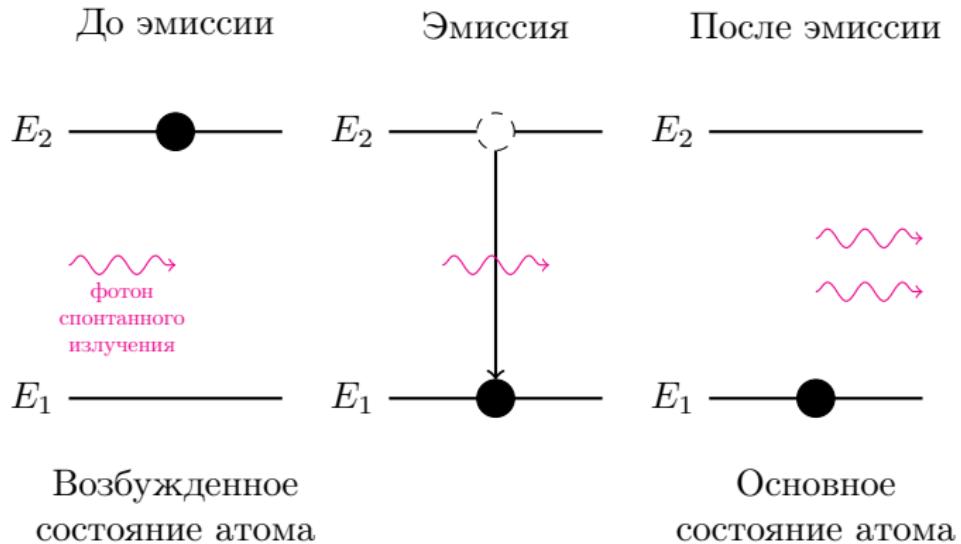
Нижний Новгород – 2017

- 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

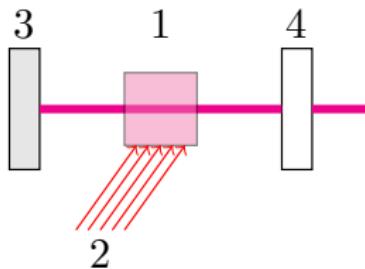


2 Вынужденное излучение



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

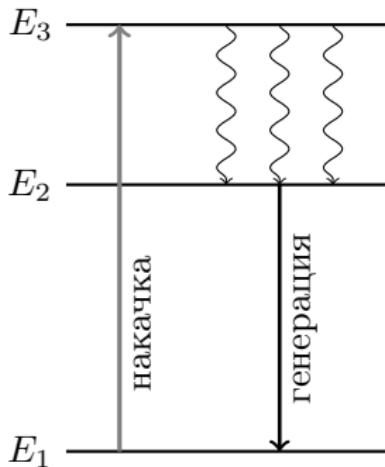
Накачка – процесс создания инверсии населенностей в активной среде

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

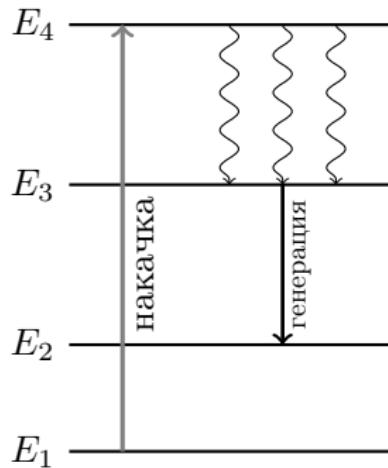
Виды накачки:

- 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

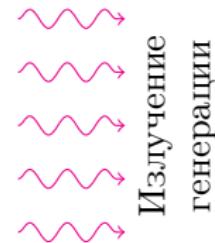
Резонатор

Глухое зеркало

Активная среда



Полупрозрачное зеркало



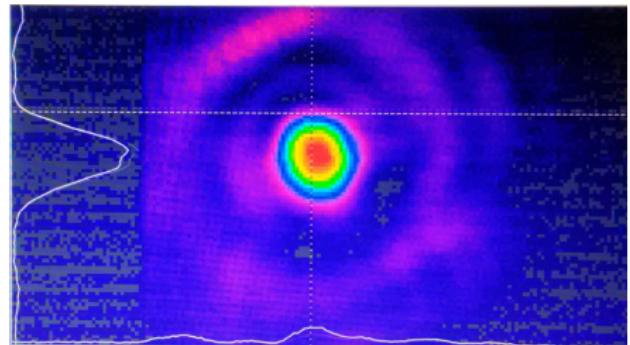
Простейший резонатор

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

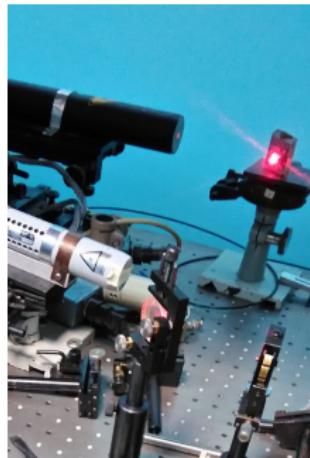
Мода резонатора может трактоваться как структура поля, в продольном или поперечном направлениях

Основная мода – мода, имеющая наименьшую расходимость



Основная поперечная мода лазера на керамике

Некоторые виды лазеров



Газовый лазер



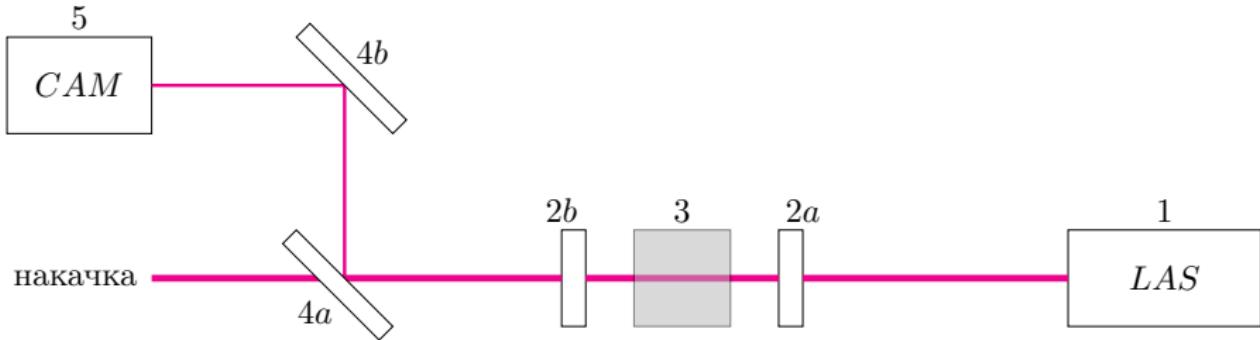
Волоконный лазер



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 |

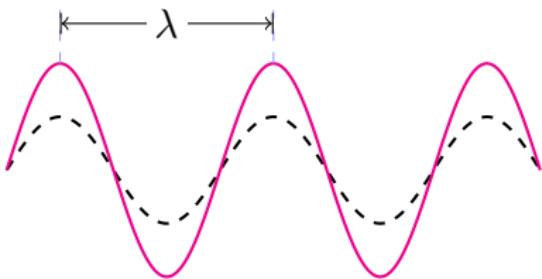
Схема установки



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

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

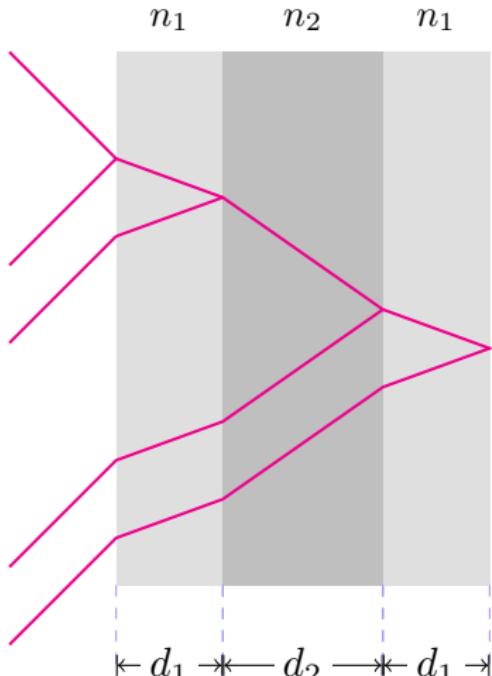
Диэлектрическое зеркало



Конструктивная интерференция

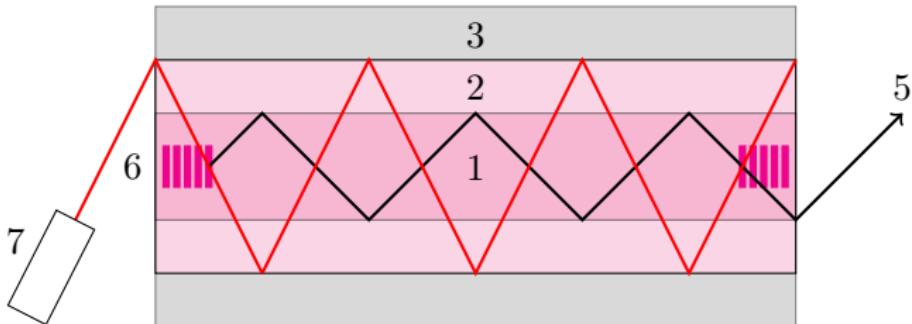


Деструктивная интерференция



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

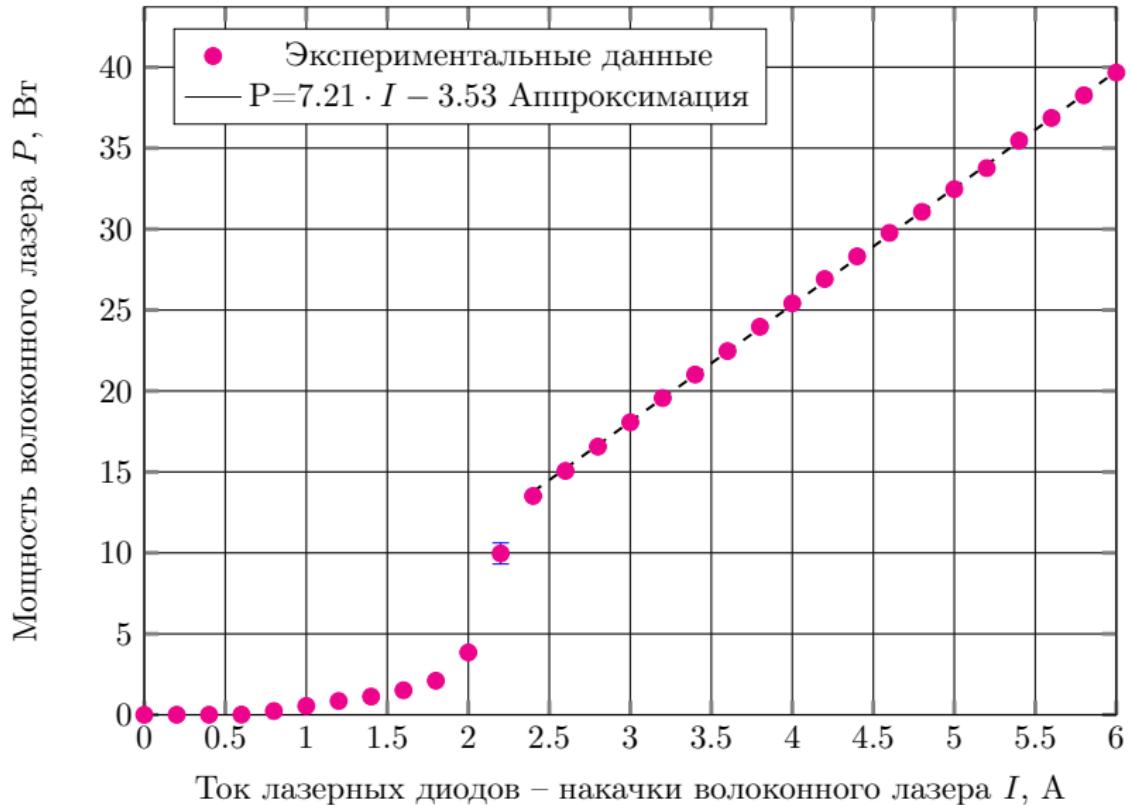
Волоконный лазер



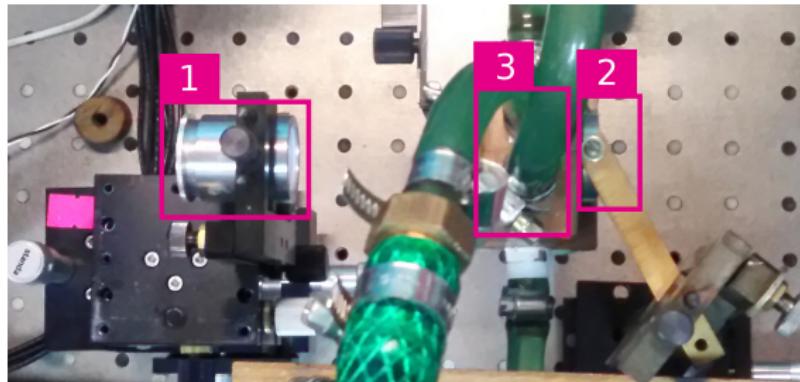
1 – активная среда
(легированное волокно)
2 – волновод накачки
3 – внешняя оболочка

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

Зависимость излучения волоконного лазера от тока

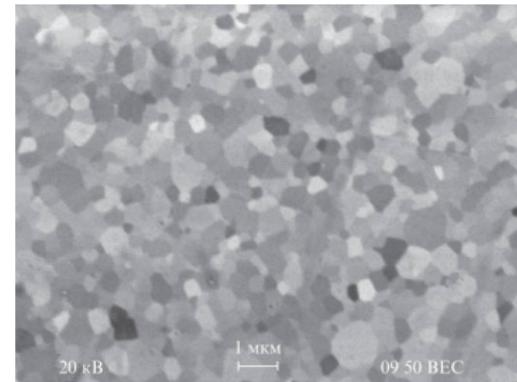


Лазер на керамике



Экспериментальный лазер на керамике

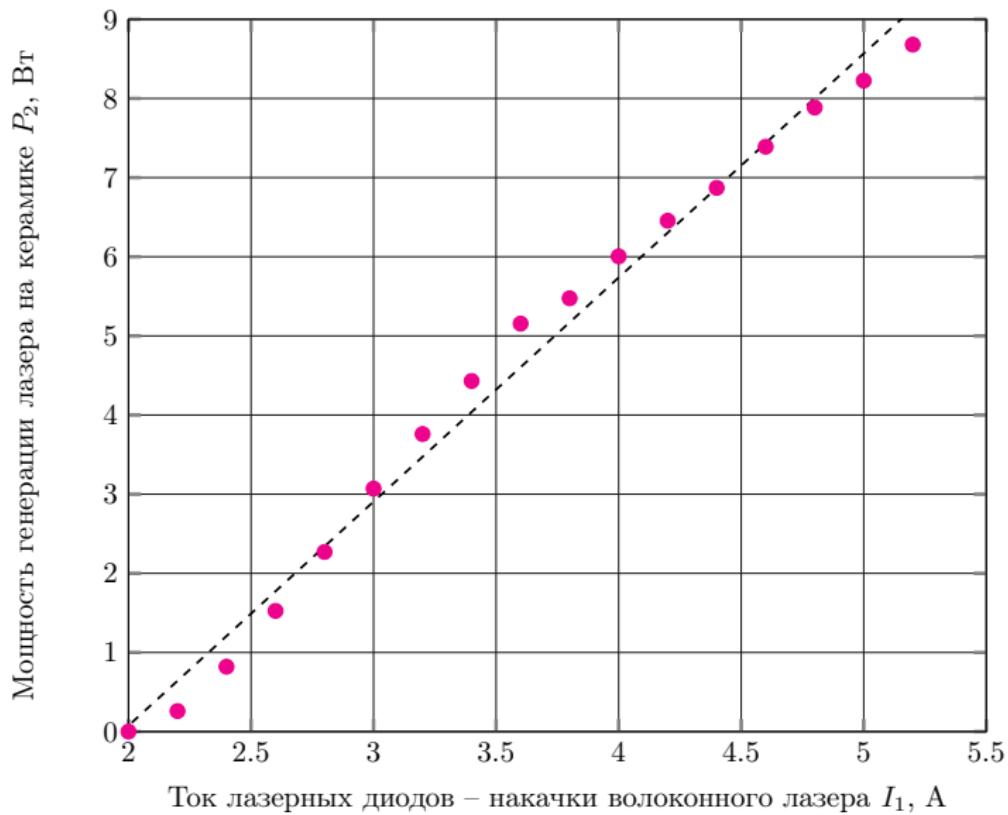
- 1 – выходное зеркало резонатора
- 2 – входное зеркало резонатора
- 3 – активная среда с термостабилизацией



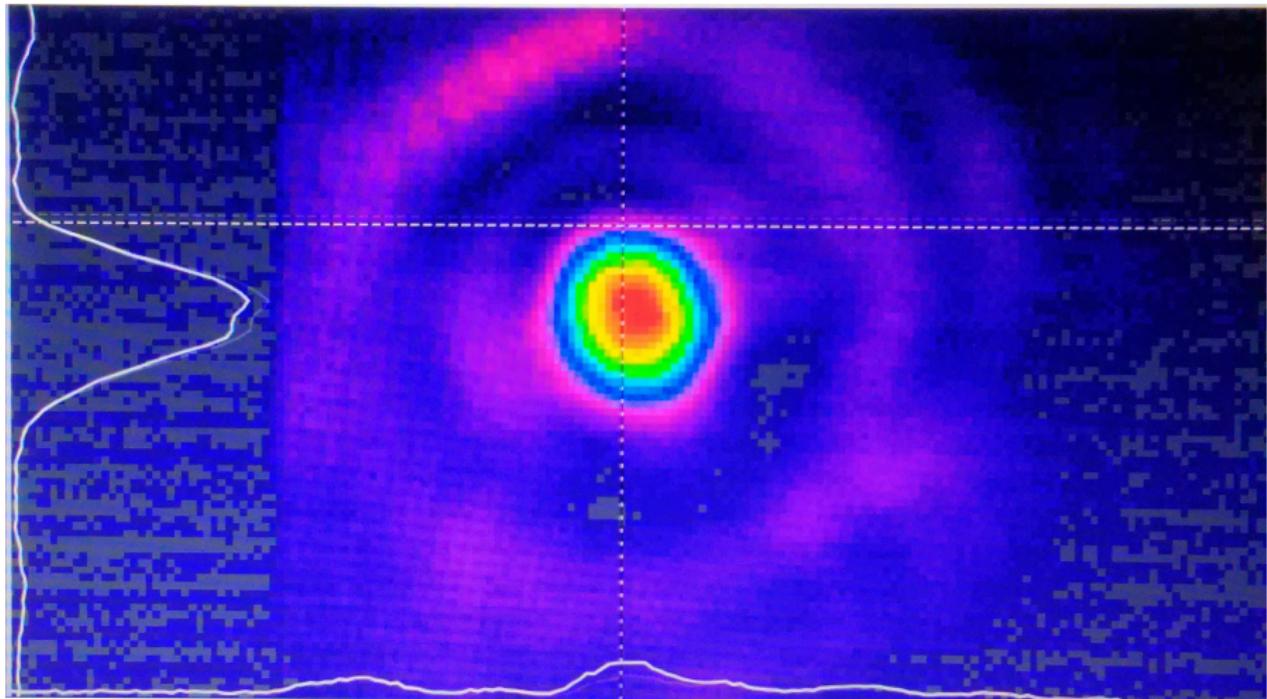
Структура керамики

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

Зависимость излучения лазера на керамике от тока

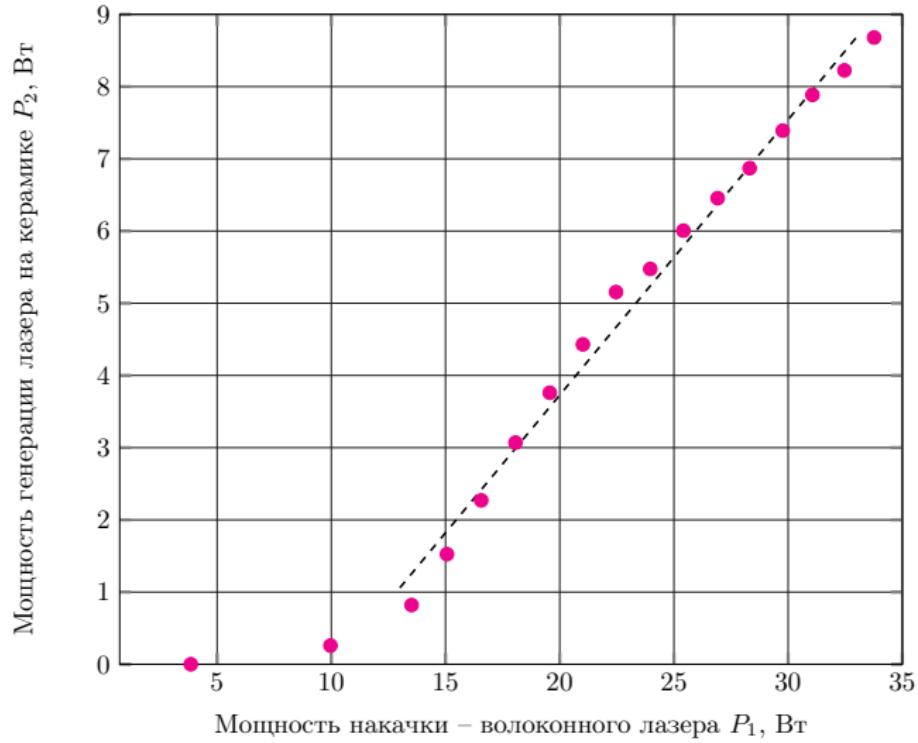


Настроенная мода лазера на керамике



Основная поперечная мода лазера на керамике

Зависимость излучения лазера на керамике от мощности накачки



Выводы

В данной работе были:

- 1** Осуществлено знакомство с принципами работы лазера
- 2** Измерена мощность волоконного лазера
- 3** Проведен эксперимент по созданию лазера на керамике
- 4** Измерена мощность лазера на керамике

Спасибо за внимание!

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