

# **Твердотельный лазер на керамике с волоконно-лазерной накачкой**

**Работу выполнили:**

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

**Научный руководитель:**

Антипов О.Л.

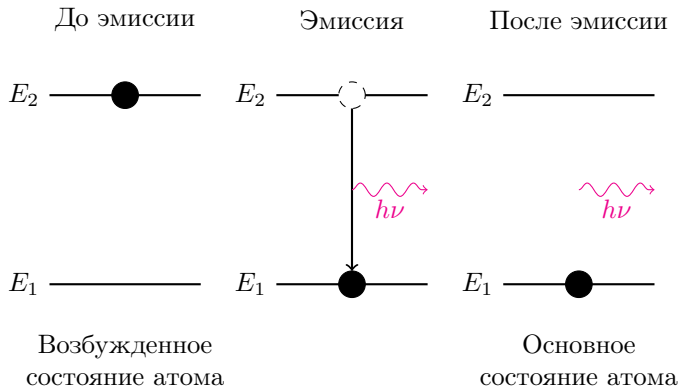
Нижний Новгород – 2017

# Цели работы

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

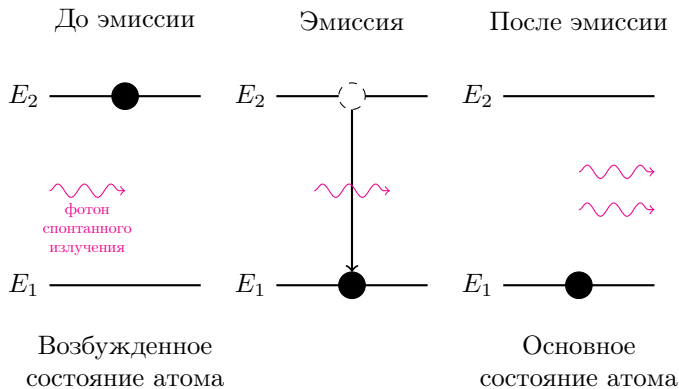
# Виды переходов электронов между уровнями энергии

## 1 Спонтанное излучение



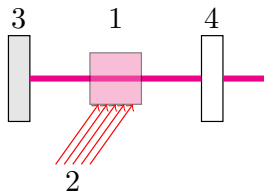
# Виды переходов электронов между уровнями энергии

## 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:

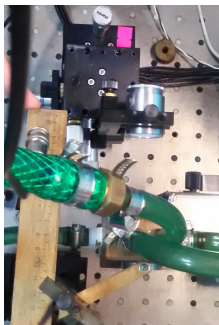
**1** – Активная (рабочая) среда

**2** – Система накачки (источник энергии)

**3** – Непрозрачное зеркало

**4** – Полупрозрачное зеркало

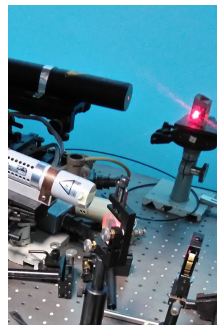
# Некоторые виды лазеров



Лазер на керамике



Волоконный лазер



Газовый лазер

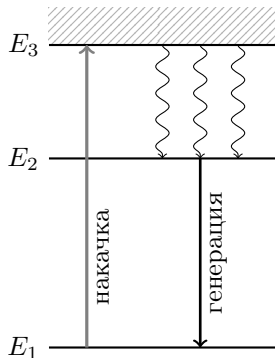
Вид лазера	Рабочая среда	Длина волны	Мощность
твердотельный	кристалл/керамика	? нм	10 Вт
волоконный	волокно	? нм	40 Вт
газовый	газ	633 нм	1 Вт?

**Система накачки** – устройство, которое создает инверсию населенности (состояние вещества, при котором на высоких уровнях энергии находится большее количество электронов, чем на низких)

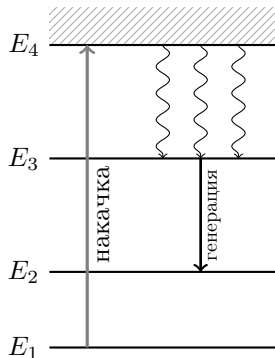
Виды накачки:

- 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



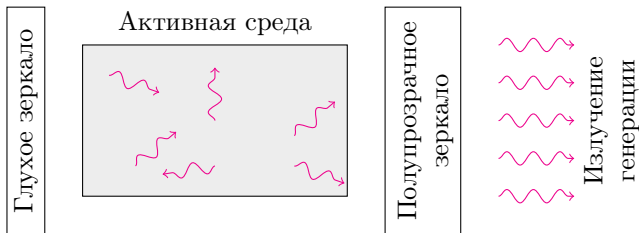
4-уровневая среда

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

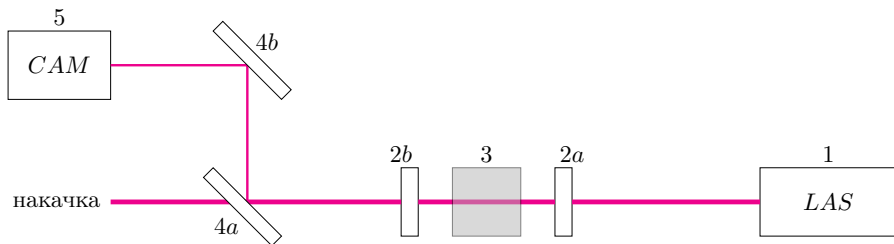
Устройство для усиления излучения. В простейшем случае представляет собой два зеркала, установленных друг напротив друга, одно из которых полупрозрачное — через него луч лазера частично выходит из резонатора.



Простейший резонатор

Для увеличения мощности выходного излучения применяют модуляцию добротности – уменьшают пропускную способность непрозрачного зеркала

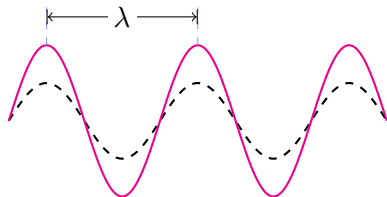
# Схема установки



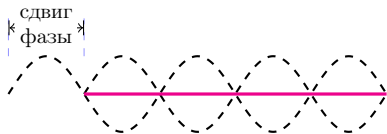
**1** – волоконный лазер накачки  
**2a, 2b** – зеркала резонатора  
**3** – активная среда

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

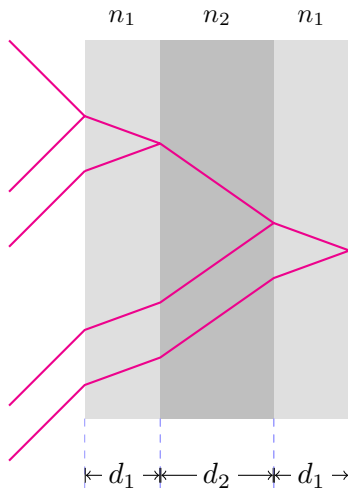
# Диэлектрическое зеркало



Конструктивная интерференция

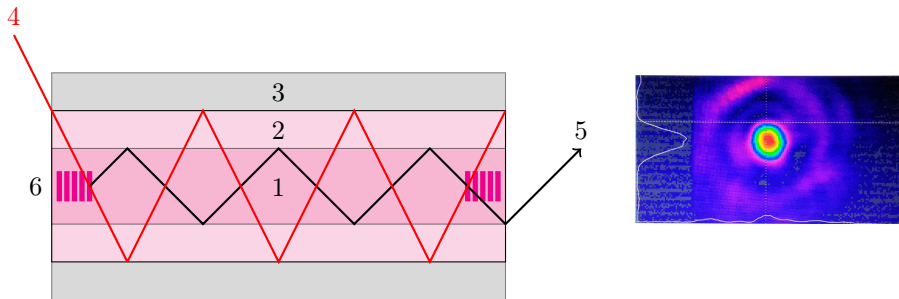


Деструктивная интерференция



$$n_1 d_1 \sim n_2 d_2 \sim \frac{\lambda_0}{4}$$

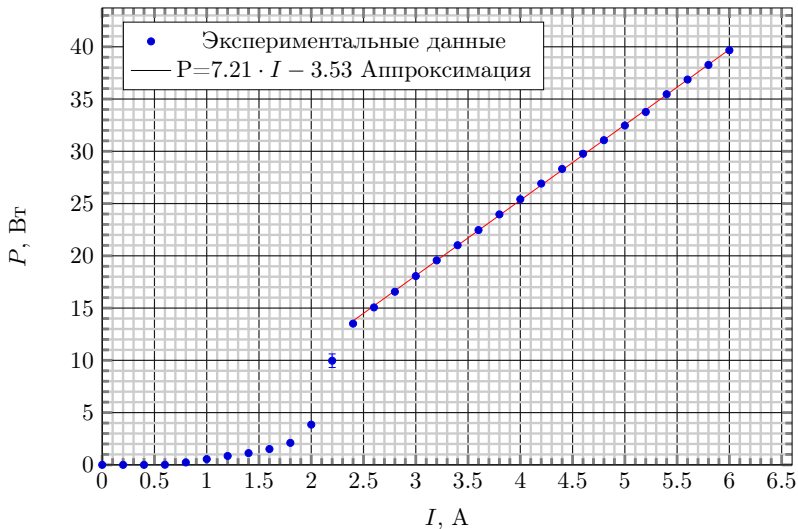
# Волоконный лазер



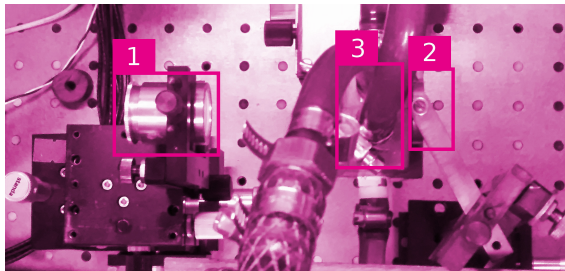
**1** – активная среда  
(легированное волокно)  
**2** – волновод накачки  
**3** – внешняя оболочка

**4** – излучение накачки  
**5** – излучение генерации  
**6** – волоконная брэгговская  
решетка

# Зависимость излучения волоконного лазера от тока

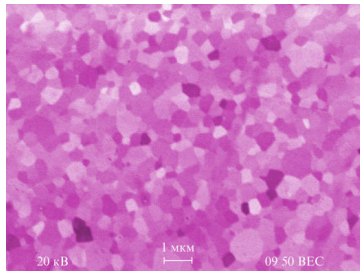


# Лазер на керамике



Экспериментальный лазер на керамике

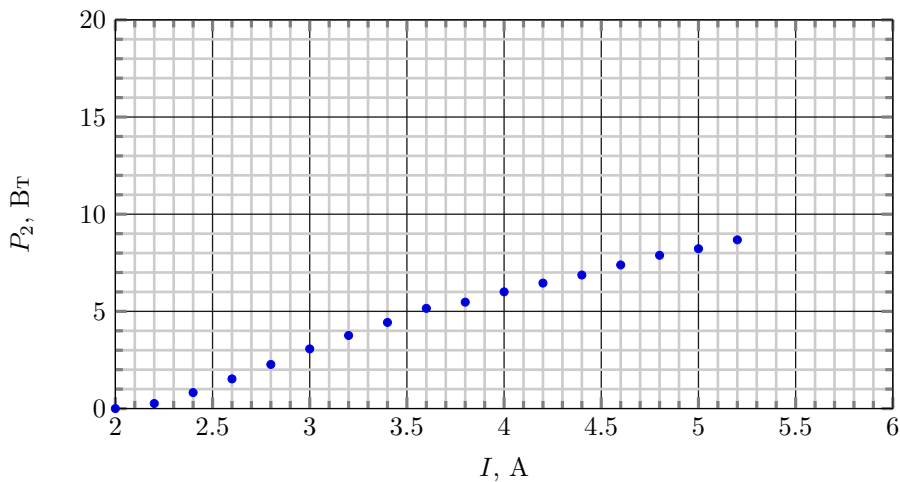
- 1 – выходное зеркало резонатора
- 2 – входное зеркало резонатора
- 3 – активная среда с термостабилизацией



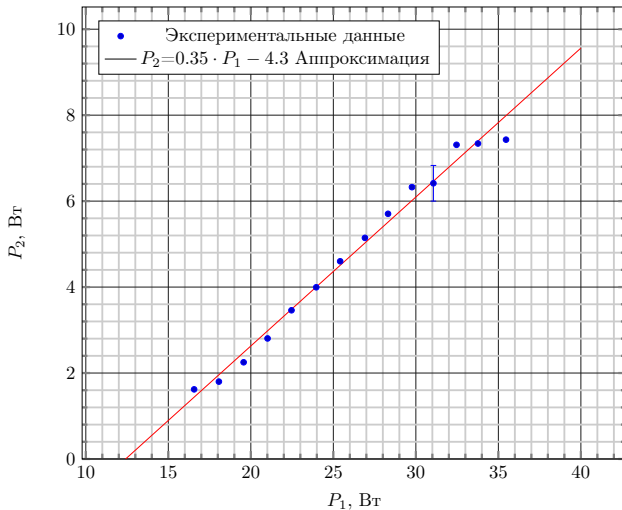
Структура керамики

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

# Зависимость излучения лазера на керамике от тока



# Зависимость излучения лазера на керамике от мощности накачки





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