

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ**

## **9 Семестр**

### **Раздел 1 Первый раздел**

#### **1.1 Контроль по итогам (КИ) - 8 Неделя**

Текущий контроль успеваемости

#### **ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ Твердотельные лазеры с диодной накачкой**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Твердотельные лазеры с диодной накачкой» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

#### **Перечень оценочных средств используемых для текущей аттестации**

<b>Код</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
КР	Контрольная работа	Система стандартизованных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд контрольных вопросов
ДЗ	Домашнее задание	Система оценки индивидуальных знаний и умений обучающегося,	Перечень вопросов и заданий

#### **Шкала оценки образовательных достижений**

Обучающиеся должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы. В зависимости от характера задания - знание физического обоснования, необходимых количественных характеристик, владение оценочными соотношениями, схемами экспериментальных установок. Процент полноты и правильности ответов даёт итоговую сумму баллов.

Оценка за текущий контроль по итогам складывается следующим образом:

#### **Раздел 1**

<b>Сумма баллов</b>	<b>Контрольная работа</b>	<b>Домашнее задание</b>
25 – максимальное значение Складывается из баллов за тест,	20 - максимальное значение за все правильные ответы	5 - максимальное значение за все правильные ответы на вопросы по подготовке

домашнее задание и круглый стол	на вопросы контрольной работы	к круглому столу в разделе
---------------------------------	-------------------------------	----------------------------

#### Характеристика ответов для выставления оценок

Характеристика ответа Процент от максимального балла	Домашнее задание	Контрольная работа
88-100%	Логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос	Логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос
72-88%	Ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами и замечаниями	Ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами и замечаниями
60-72%	Удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками	Удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками
Менее 60%	Незнание вопроса	Незнание вопроса
0	Полное незнание вопроса	Полное незнание вопроса

### **ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ для оценки знаний (З), умений (У) и навыков (В) ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Для текущего контроля уровня знаний студентов выдаются задания, позволяющие в процессе проведения занятий преподавателю контролировать уровень усвоения материала слушателями, в форме теста, собеседования, лабораторной работы, домашнего задания.

Итоговый балл по разделу учитывает посещаемость занятий, активность, выполнение лабораторных работ и домашних заданий. Каждый раздел проходит аттестацию.

#### **Список вопросов к контрольной работе**

1. Коэффициенты Эйнштейна. Связь вероятности спонтанного излучения с коэффициентами Эйнштейна.
2. Основные свойства лазерного излучения. Гауссовые пучки. Дальняя и ближняя зона.
3. Особенности лазерной диодной накачки. Квантроны лазеров.
4. Зависимость вероятностей перехода от частоты. Форма линии.
5. Типы колебаний и собственные частоты оптического резонатора.
6. Резонатор с плоскими зеркалами. Расчет параметров излучения методом лучевых матриц.
7. Резонатор с сферическими зеркалами. Конфокальные резонаторы. Расчет параметров излучения методом лучевых матриц.
8. Классификация резонаторов. Диаграмма устойчивости резонатора. Эквивалентные резонаторы.
9. Селекция типов колебаний в оптических резонаторах
10. Синхронизация поперечных мод при продольной диодной накачке.
11. Эффекты синхронизации продольных мод в оптическом резонаторе.

#### **Список Лабораторных работ**

## **Лабораторная работа 1 Твердотельный лазер на кристалле Nd:YAG с диодной накачкой**

Цель работы

На примере твердотельного лазера на кристалле Nd:YAG с диодной накачкой ознакомление с основными принципами работы лазеров, характеристиками лазерного излучения.

Основы физики работы твердотельного лазера лазеров

Лазер – «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation»

Схема уровней кристалла Nd:YAG, инверсная населенность. Усиление и генерация. Открытые резонаторы, матричный расчет резонатора. Особенности лазерной диодной накачки.

Лабораторная установка твердотельного лазера с диодной накачкой

Описание экспериментальной установки. Юстировка зеркал резонатора, юстировка элементов схемы диодной накачки, оптимизация коэффициента пропускания выходного зеркала.

Измерение основных характеристик лазерного излучения

Методики измерения основных характеристик лазерного излучения : измерение мощности, расходимости, длины волны излучения.

## **Лабораторная работа 2 Твердотельный лазер на кристалле Nd:YLF с диодной накачкой и модуляцией добротности резонатора акустооптическим затвором**

Цель работы

Ознакомление с различными режимами работы твердотельных лазеров с диодной накачкой на примере лазера на Nd:YLF с модуляцией добротности резонатора акустооптическим затвором .

Физические основания различных режимов работы твердотельного лазера с диодной накачкой Особенности кристаллической среды Nd:YLF, как активной среды для лазеров с диодной накачкой.

Непрерывный режим работы лазера, режим генерации гигантских импульсов при модуляции добротности резонатора, синхронизация продольных мод.

Расчет основных характеристик лазера на Nd:YLF с модуляцией добротности резонатора, особенности продольной диодной накачки – синхронизация поперечных мод.

Лабораторная установка твердотельного лазера на Nd:YLF с продольной диодной накачкой с модуляцией добротности резонатора акустооптическим затвором (АОЗ)

Описание экспериментальной установки, угловой синхронизм АОЗ, области вырождения поперечных мод при продольной накачке, достижение высокого пространственного качества излучения лазера.

Измерение основных характеристик лазерного излучения

Методика измерения основных характеристик лазерного излучения: измерение средней мощности излучения, частоты повторений и длительности импульсов излучения, энергии в импульсе излучения, измерение пространственного качества излучения (фактор M2), диаметра лазерного пучка.

## **Лабораторная работа 3 Синхронизация поперечных мод в твердотельных лазерах с продольной диодной накачкой**

Цель работы

На примере лазера на Nd:YLF с продольной диодной накачкой ознакомить с эффектами синхронизации поперечных мод.

Проявление эффектов синхронизации поперечных мод в твердотельных лазерах с продольной диодной накачкой

Условия проявления эффекта синхронизации поперечных мод в твердотельных лазерах с продольной диодной накачкой. Особенности пространственной и временной структуры излучения в областях синхронизации поперечных мод.

Лабораторная установка твердотельного лазера на Nd:YLF с неоднородной продольной диодной накачкой

Описание экспериментальной установки, метод сканирования конфигурации резонатора (произведения параметров устойчивости резонатора) при изменении длины резонатора. Регистрация пространственной структуры излучения в областях вырождения поперечных мод, зависимости порогов генерации в

областях вырождения поперечных мод от длины резонатора. Проявление эффектов фазовых искажений активной среды по механизмам наведенной термической и электронной линз в пороговых зависимостях.

Некоторые практические приложения эффекта синхронизации поперечных мод

Режим двухволновой генерации в областях вырождения поперечных мод.

Измерение оптической силы наведенных термооптических и электронно-оптических искажений в активной среде при мощной диодной накачке.

### **Список тем для проведения Круглого стола**

Круглые столы проводятся в виде отдельного занятия, посвященного одной из тем дисциплины. Студенты готовятся к Круглому столу, изучая лекционный и практический материал, а также изучая научные статьи по теме Круглого стола.

### **Темы для проведения занятий в виде Круглого стола:**

Синхронизация поперечных мод, практические приложения - Обсуждение современных научных работ по теме «Синхронизация поперечных мод, практические приложения»

Лазер как инструмент новых технологий - Обсуждение современных научных работ по теме «Лазер как инструмент новых технологий»

### **Список тем для Домашнего задания**

Тема 1. Синхронизация поперечных мод, практические приложения

Тема 2. Лазер как инструмент новых технологий

Изучение современной литературы, научных статей по теме.

Составитель доцент Чешев Е.А.

## **Раздел 2 Второй раздел**

### **2.1 Контроль по итогам (КИ) - 16 Неделя**

Текущий контроль успеваемости

#### **ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ Твердотельные лазеры с диодной накачкой**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Твердотельные лазеры с диодной накачкой» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

#### **Перечень оценочных средств используемых для текущей аттестации**

<b>Код</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
КР	Контрольная работа	Система стандартизованных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд контрольных вопросов
ЛР	Лабораторная работа	Система оценки индивидуальных знаний и умений обучающегося	Перечень лабораторных работ

#### **Шкала оценки образовательных достижений**

Обучающиеся должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы. В зависимости от характера задания - знание физического обоснования, необходимых количественных характеристик, владение оценочными соотношениями, схемами экспериментальных установок. Процент полноты и правильности ответов даёт итоговую сумму баллов.

Оценка за текущий контроль по итогам складывается следующим образом:

Раздел 1

<b>Сумма баллов</b>	<b>Контрольная работа</b>	<b>Лабораторная работа</b>
25 – максимальное значение Складывается из баллов за тест, домашнее задание и круглый стол	10 - максимальное значение за все правильные ответы на вопросы контрольной работы	15 - максимальное значение за выполнение лабораторных работ

**Характеристика ответов для выставления оценок**

Характеристика ответа Процент от максимального балла	Контрольная работа	Лабораторная работа
88-100%	Логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос	Активное включение в выполнение лабораторной работы, выполнение всей последовательности необходимых заданий, ответы на все вопросы по итогам выполнения
72-88%	Ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами и замечаниями	Включение в выполнение лабораторной работы, выполнение последовательности необходимых заданий, ответы на вопросы по итогам выполнения с некоторыми неточностями и некритическими пробелами и замечаниями
60-72%	Удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками	Включение в выполнение лабораторной работы, выполнение части последовательности необходимых заданий, ответы на вопросы по итогам выполнения с серьезными ошибками и недостатками,
Менее 60%	Незнание вопроса	Выполнение менее половины заданий лабораторной работы, незнание ответов на вопросы
0	Полное незнание вопроса	Невыполнение лабораторной работы

**ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ  
для оценки знаний (З), умений (У) и навыков (В)  
ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Для текущего контроля уровня знаний студентов выдаются задания, позволяющие в процессе проведения занятий преподавателю контролировать уровень усвоения материала слушателями, в форме теста, собеседования, лабораторной работы, домашнего задания.

Итоговый балл по разделу учитывает посещаемость занятий, активность, выполнение лабораторных работ и домашних заданий. Каждый раздел проходит аттестацию.

## **Список вопросов к контрольной работе**

1. Балансные уравнения для трехуровневой среды
2. Балансные уравнения для четырехуровневой среды
3. Балансные уравнения для среды с насыщающимся поглотителем.
4. Лазер в квазистационарном режиме работы. Оптимизация параметров резонатора.
5. Лазер в режиме модуляции добротности резонатора. Оптимизация параметров резонатора.
6. Временные характеристики излучения, методы генерации ультра-коротких импульсов.

## **Список Лабораторных работ**

### **Лабораторная работа 1 Твердотельный лазер на кристалле Nd:YAG с диодной накачкой**

#### **Цель работы**

На примере твердотельного лазера на кристалле Nd:YAG с диодной накачкой ознакомление с основными принципами работы лазеров, характеристиками лазерного излучения.

Основы физики работы твердотельного лазера лазеров

Лазер – «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation»

Схема уровней кристалла Nd:YAG, инверсная населенность. Усиление и генерация. Открытые резонаторы, матричный расчет резонатора. Особенности лазерной диодной накачки.

Лабораторная установка твердотельного лазера с диодной накачкой

Описание экспериментальной установки. Юстировка зеркал резонатора, юстировка элементов схемы диодной накачки, оптимизация коэффициента пропускания выходного зеркала.

Измерение основных характеристик лазерного излучения

Методики измерения основных характеристик лазерного излучения : измерение мощности, расходимости, длины волны излучения.

### **Лабораторная работа 2 Твердотельный лазер на кристалле Nd:YLF с диодной накачкой и модуляцией добротности резонатора акустооптическим затвором**

#### **Цель работы**

Ознакомление с различными режимами работы твердотельных лазеров с диодной накачкой на примере лазера на Nd:YLF с модуляцией добротности резонатора акустооптическим затвором .

Физические основания различных режимов работы твердотельного лазера с диодной накачкой. Особенности кристаллической среды Nd:YLF, как активной среды для лазеров с диодной накачкой.

Непрерывный режим работы лазера, режим генерации гигантских импульсов при модуляции добротности резонатора, синхронизация продольных мод.

Расчет основных характеристик лазера на Nd:YLF с модуляцией добротности резонатора, особенности продольной диодной накачки – синхронизация поперечных мод.

Лабораторная установка твердотельного лазера на Nd:YLF с продольной диодной накачкой с модуляцией добротности резонатора акустооптическим затвором (АОЗ)

Описание экспериментальной установки, угловой синхронизм АОЗ, области вырождения поперечных мод при продольной накачке, достижение высокого пространственного качества излучения лазера.

Измерение основных характеристик лазерного излучения

Методика измерения основных характеристик лазерного излучения: измерение средней мощности излучения, частоты повторений и длительности импульсов излучения, энергии в импульсе излучения, измерение пространственного качества излучения (фактор M2), диаметра лазерного пучка.

### **Лабораторная работа 3 Синхронизация поперечных мод в твердотельных лазерах с продольной диодной накачкой**

#### **Цель работы**

На примере лазера на Nd:YLF с продольной диодной накачкой ознакомить с эффектами синхронизации поперечных мод.

Проявление эффектов синхронизации поперечных мод в твердотельных лазерах с продольной диодной накачкой

Условия проявления эффекта синхронизации поперечных мод в твердотельных лазерах с продольной диодной накачкой. Особенности пространственной и временной структуры излучения в областях синхронизации поперечных мод.

Лабораторная установка твердотельного лазера на Nd:YLF с неоднородной продольной диодной накачкой

Описание экспериментальной установки, метод сканирования конфигурации резонатора (произведения параметров устойчивости резонатора) при изменении длины резонатора. Регистрация пространственной структуры излучения в областях вырождения поперечных мод, зависимости порогов генерации в областях вырождения поперечных мод от длины резонатора. Проявление эффектов фазовых искажений активной среды по механизмам наведенной термической и электронной линз в пороговых зависимостях.

Некоторые практические приложения эффекта синхронизации поперечных мод

Режим двухволновой генерации в областях вырождения поперечных мод.

Измерение оптической силы наведенных термооптических и электронно-оптических искажений в активной среде при мощной диодной накачке.

Составитель доцент Чешев Е.А.

## **9 Семестр**

### **Экзамен**

Промежуточный контроль успеваемости

#### **ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ Твердотельные лазеры с диодной накачкой**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Твердотельные лазеры с диодной накачкой» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

#### **Перечень оценочных средств используемых для промежуточной аттестации**

<b>Код</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
C	Собеседование по изученному материалу	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект вопросов для устных опросов

#### **Шкала оценки образовательных достижений**

Обучающиеся должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы. В зависимости от характера задания - знание физического обоснования, необходимых количественных характеристик, владение оценочными соотношениями, схемами экспериментальных установок. Процент полноты и правильности ответов даёт итоговую сумму баллов.

Оценка за промежуточный контроль (зачет) по дисциплине складывается следующим образом:

Сумма баллов	Собеседование по изученному материалу
45-50	Логически последовательный и исчерпывающий ответ на вопрос
35-45	Ответ с некоторыми неточностями и некритическими пробелами, замечаниями
30-35	Удовлетворительный ответ с серьезными ошибками и недостатками
1-29	Незнание вопроса

0	Полное незнание вопроса
---	-------------------------

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Коэффициенты Эйнштейна. Связь вероятности спонтанного излучения с коэффициентами Эйнштейна.
2. Основные свойства лазерного излучения. Гауссовые пучки. Дальняя и ближняя зона.
3. Особенности лазерной диодной накачки. Квантроны лазеров.
4. Зависимость вероятностей перехода от частоты. Форма линии.
5. Типы колебаний и собственные частоты оптического резонатора.
6. Резонатор с плоскими зеркалами. Расчет параметров излучения методом лучевых матриц.
7. Резонатор с сферическими зеркалами. Конфокальные резонаторы. Расчет параметров излучения методом лучевых матриц.
8. Классификация резонаторов. Диаграмма устойчивости резонатора. Эквивалентные резонаторы.
9. Селекция типов колебаний в оптических резонаторах
10. Синхронизация поперечных мод при продольной диодной накачке.
11. Эффекты синхронизации продольных мод в оптическом резонаторе.
12. Балансные уравнения для трехуровневой среды
13. Балансные уравнения для четырехуровневой среды
14. Балансные уравнения для среды с насыщающимся поглотителем.
15. Лазер в квазистационарном режиме работы. Оптимизация параметров резонатора.
16. Лазер в режиме модуляции добротности резонатора. Оптимизация параметров резонатора.
17. Временные характеристики излучения, методы генерации ультракоротких импульсов.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и зачет	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
	85-89	B
4 – «хорошо»	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы и зачет	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию

		с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» — <i>D, C, B</i>	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» — <i>E, D</i>	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» — <i>F</i>	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Составитель доцент Чешев Е.А.