


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Страхов С. Ю.
ФИО
« 02 » 02 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ

Направление/специальность
подготовки

12.03.02 Оптотехника
12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Специализация/профиль/программа
подготовки

Приборы и системы лучевой энергетики
Оптоинформатика
Лазерная техника и лазерные технологии

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Факультет

И Информационных и управляющих систем

Выпускающая кафедра

И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Кафедра-разработчик рабочей
программы

И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

12.03.02 Оптотехника

12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

год набора группы: 2021

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Киселев Игорь Алексеевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 4. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

12.03.03 (И1)	ПСК-1.1 — способность к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики
12.03.05 (И1)	ПСК-1.1 — способность к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
12.03.02 (И1)	ПСК-1.2 — Способность проводить измерения электромагнитных полей на современном научном оборудовании
12.03.03 (И1)	ПСК-1.3 — способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях
12.03.05 (И1)	ПСК-1.3 — способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях
12.03.02 (И1)	ПСК-1.4 — Способность проектировать приборы и системы, предназначенные для генерации и управления электромагнитного излучения оптического диапазона

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.1 (12.03.03, И1)

знания:

на уровне представлений:

- физических принципов действия твердотельных лазеров (ТТЛ) и организации рабочих процессов в них;
- процессов излучения и поглощения в 2,3,4-уровневой схеме;
- принципов функционирования твердотельных лазеров с ламповой и диодной накачкой;

на уровне воспроизведения:

- скоростных уравнений населенности энергетических уровней для 2,3,4-уровневой схемы;
- методик оценки насыщенного коэффициента поглощения;
- особенностей режимов генерации в 3 и 4-уровневых схемах;
- теории активной и пассивной модуляции добротности;

умения:

практические:

- работать с мощным лазером с накачкой мощными матрицами лазерных диодов;
- проводить измерения мощности генерации, энергии в импульсе генерации, формы импульса генерации, спектра генерации, распределения интенсивности в поперечном сечении пучка генерации;
- юстировать лазерную систему с различными типами резонаторов;

навыки:

работы с твердотельными лазерами с диодной и ламповой накачкой..

ПСК-1.1 (12.03.05, И1)

знания:

на уровне представлений:

- физических принципов действия твердотельных лазеров (ТТЛ) и организации рабочих процессов в них;
- процессов излучения и поглощения в 2,3,4-уровневой схеме;
- принципов функционирования твердотельных лазеров с ламповой и диодной накачкой;

на уровне воспроизведения:

- скоростных уравнений населенности энергетических уровней для 2,3,4-уровневой схемы;
- методик оценки насыщенного коэффициента поглощения;
- особенностей режимов генерации в 3 и 4-уровневых схемах;
- теории активной и пассивной модуляции добротности;

умения:

практические:

- работать с мощным лазером с накачкой мощными матрицами лазерных диодов;
- проводить измерения мощности генерации, энергии в импульсе генерации, формы импульса генерации, спектра генерации, распределения интенсивности в поперечном сечении пучка генерации;
- юстировать лазерную систему с различными типами резонаторов;

навыки:

работы с твердотельными лазерами с диодной и ламповой накачкой..

ПСК-1.2 (12.03.02, И1)

знания:

на уровне представлений:

- физических принципов действия твердотельных лазеров (ТТЛ) и организации рабочих процессов в них;
- процессов излучения и поглощения в 2,3,4-уровневой схеме;
- принципов функционирования твердотельных лазеров с ламповой и диодной накачкой;

на уровне воспроизведения:

- скоростных уравнений населенности энергетических уровней для 2,3,4-уровневой схемы;
- методик оценки насыщенного коэффициента поглощения;
- особенностей режимов генерации в 3 и 4-уровневых схемах;
- теории активной и пассивной модуляции добротности;

умения:

практические:

- работать с мощным лазером с накачкой мощными матрицами лазерных диодов;
- проводить измерения мощности генерации, энергии в импульсе генерации, формы импульса генерации, спектра генерации, распределения интенсивности в поперечном сечении пучка генерации;
- юстировать лазерную систему с различными типами резонаторов;;

навыки:

работы с твердотельными лазерами с диодной и ламповой накачкой..

ПСК-1.3 (12.03.03, И1)

знания:

на уровне воспроизведения:

- методик оценки насыщенного коэффициента поглощения;
- особенностей режимов генерации в 3 и 4-уровневых схемах;
- теории активной и пассивной модуляции добротности;;

на уровне понимания:

- принципов создания твердотельных лазеров (ТТЛ) с ламповой и диодной накачкой;
- основ проектирования ТТЛ;;

умения:

теоретические:

- выполнять расчет характеристик ТТЛ, таких как мощность накачки, мощность излучения, коэффициент усиления среды;;

навыки:

пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач..

ПСК-1.3 (12.03.05, И1)

знания:

на уровне воспроизведения:

- методик оценки насыщенного коэффициента поглощения;
- особенностей режимов генерации в 3 и 4-уровневых схемах;
- теории активной и пассивной модуляции добротности;;

на уровне понимания:

- принципов создания твердотельных лазеров (ТТЛ) с ламповой и диодной накачкой (ПСК-1, ПСК-3);
- основ проектирования ТТЛ;;

умения:

теоретические:

- выполнять расчет характеристик ТТЛ, таких как мощность накачки, мощность излучения, коэффициент усиления среды;;

навыки:

пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач..

ПСК-1.4 (12.03.02, И1)

знания:

на уровне воспроизведения:

- методик оценки насыщенного коэффициента поглощения;
- особенностей режимов генерации в 3 и 4-уровневых схемах;
- теории активной и пассивной модуляции добротности;;

на уровне понимания:

- принципов создания твердотельных лазеров (ТТЛ) с ламповой и диодной накачкой;
- основ проектирования ТТЛ;;

умения:

теоретические:

- выполнять расчет характеристик ТТЛ, таких как мощность накачки, мощность излучения, коэффициент усиления среды;;

навыки:

пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ** является дисциплиной **вариативной части** по выбору студента блока 1 программы подготовки по направлениям: 12.03.02 Оптотехника, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ВВЕДЕНИЕ В ОПТОТЕХНИКУ, ОСНОВЫ ОПТИКИ, ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений
- ПСК-1.2 — Способность проводить измерения электромагнитных полей на современном научном оборудовании
- ПСК-1.4 — Способность проектировать приборы и системы, предназначенные для генерации и управления электромагнитного излучения оптического диапазона

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемые компетенции, %					
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-1.1 (12.03.03)	ПСК-1.1 (12.03.05)	ПСК-1.2 (12.03.02)	ПСК-1.3 (12.03.03)	ПСК-1.3 (12.03.05)	ПСК-1.4 (12.03.02)
4	7	Раздел 1. Принципы работы лазера. 1.1. Классификация твердотельных лазеров по типу кристалла, агрегатному состоянию рабочей среды, типу накачки. 1.2. Спонтанное и вынужденное излучение, поглощение. 1.3. Принципы работы лазера.	16	6	2	4	0	10	25	25	25	25	25	25
4	7	Раздел 2. Скоростные уравнения. 2.1 Насыщение поглощения: однородно уширенная линия. Интенсивность насыщения. Насыщенный коэффициент поглощения. 2.2 2-х уровневая схема; стационарный и импульсный режим. 2.3 3-х уровневая схема. Предельные случаи. 2.4 4-х уровневая схема. 2.5 3-х уровневая схема: тонкий насыщающийся поглотитель. Врезка отклик. Динамика работы при прямоугольном импульсе. 2.6 3-х уровневая схема: толстый насыщающийся поглотитель. Стационарный режим. Зависимость пропускания от интенсивности облучения.	28	18	6	4	8	10	25	25	25	25	25	25
4	7	Раздел 3. Условия генерации. 3.1 Инверсия населенностей. Условие генерации. Сравнение схем: 2-х уровневая схема, 3-х уровневая схема, 4-х уровневая схема. 3.2 Насыщение усиления: однородно уширенная линия. 4-х уровневая схема. 3.3 Интенсивность насыщения. Насыщенный коэффициент усиления. Стационарный и импульсный режим.	18	8	4	2	2	10	25	25	25	10	10	10
4	7	Раздел 4. Режимы работы твердотельных лазеров. 4.1 4-х уровневая схема. Зависимость населенности верхнего лазерного уровня от времени накачки и его максимальной населенности от уровня накачки. 4.2 Скоростные уравнения. Непрерывный режим работы лазера. 4-х уровневая схема. 4.3 Непрерывный режим работы лазера. 4-х уровневая схема. Пороговые условия. Качественная зависимость инверсии и полного числа фотонов в рез-ре от скорости накачки. Выходная мощность. 4.4 Оптимальная связь на выходе лазера. 4.5 Теория активной модуляции добротности. Длительность импульса. 4.6 Лазерное усиление. Режим линейного усиления. Режим глубокого насыщения. Наличие потерь.	46	19	5	7	7	27	25	25	25	40	40	40
Всего за 7 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	100	100	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Скоростные уравнения.	Скоростные уравнения.	8
2	Раздел 3. Условия генерации.	Условия генерации.	2
3	Раздел 4. Режимы работы твердотельных лазеров.	Режимы работы твердотельных лазеров.	3
4		Коллоквиум.	4

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Принцип работы лазера.	Измерение параметров люминесценции активных сред.	4
2	Раздел 2. Скоростные уравнения.	Измерение насыщения поглощения пассивного затвора.	4
3	Раздел 3. Условия генерации.	Сбор и юстировка импульсного твердотельного лазера с резонатором Фабри-Перо.	2
4	Раздел 4. Режимы работы твердотельных лазеров.	Нахождение оптимального коэффициента пропускания полупрозрачного зеркала в резонаторе Фабри-Перо.	2
5		Юстировка лазера с петлевой схемой резонатора, реализующей явление ОВФ.	2
6		Определение коэффициента усиления твердотельного лазера.	3
Всего за 7 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Принцип работы лазера.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	5
2		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение параметров люминесценции активных сред».	5
3	Раздел 2. Скоростные уравнения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	5
4		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение насыщения поглощения пассивного затвора».	5
5	Раздел 3. Условия генерации.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	5
6		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Сбор и юстировка импульсного твердотельного лазера с резонатором Фабри-Перо».	5
7	Раздел 4. Режимы работы твердотельных лазеров.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	5
8		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Нахождение оптимального коэффициента пропускания полупрозрачного зеркала в резонаторе Фабри-Перо».	5
9		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Юстировка лазера с петлевой схемой резонатора, реализующей явление ОВФ».	5
10		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Определение коэффициента усиления. Твердотельный лазер».	5
11		Подготовка к коллоквиуму.	7
Всего за 7 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7			Отч. по ЛР, ЛР		ИПЗ	ЛР, Отч. по ЛР		ИПЗ	ЛР, Отч. по ЛР		ИПЗ	ЛР, Отч. по ЛР		ЛР, Отч. по ЛР		ЛР, Отч. по ЛР	Колл, диф. зач.

Условные обозначения:

- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ЛР – лабораторная работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Колл – коллоквиум;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущая аттестация студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- отчет по ЛР;
- лабораторная работа;
- индивидуальное практическое задание;
- коллоквиум.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- отчет по ЛР;
- лабораторная работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. W. Koechner. . Solid-State Laser Engineering. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , эл. рес.
2. А. С. Бореишо. . Лазеры: устройство и действие. СПб.: Лань, 2021, эл. рес.
3. В. В. Лобачёв, Ю. П. Максимов, С. Ю. Страхов. Оптика мощных лазеров. Ч. 2 Оптическое качество активных сред. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001, эл. рес.
4. В. В. Лобачёв, Ю. П. Максимов, С. Ю. Страхов. Оптика мощных лазеров. Ч. 2 Оптическое качество активных сред. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001, 61 экз.
5. Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.
6. О. Звелто. . Принципы лазеров. СПб.: Лань, 2008, 29 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Н. В. Карлов. . Лекции по квантовой электронике. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://www.urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

5.5. Программное обеспечение:

1. Microsoft Office.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Компьютерный комплект;
2. Проектор;
3. Microsoft Office.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Лазер твердотельный, Nd:YAG;
2. Спектрометр Avantes Avaspec 2048;
3. Осциллограф цифровой АКИП–4116/2;
4. Измеритель мощности Ophir Vega с измерительными головками;
5. Лазер юстировочный ЛГН.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ** является дисциплиной **вариативной части по выбору студента блока 1** программы подготовки по направлениям: 12.03.02 Опотехника, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование компетенций:

ПСК-1.1 (12.03.03) способность к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики;

ПСК-1.1 (12.03.05) способность к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем;

ПСК-1.2 (12.03.02) способность проводить измерения электромагнитных полей на современном научном оборудовании;

ПСК-1.3 (12.03.03) способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схмотехническом и элементном уровнях;

ПСК-1.3 (12.03.05) способность к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схмотехническом и элементном уровнях;

ПСК-1.4 (12.03.02) Способность проектировать приборы и системы, предназначенные для генерации и управления электромагнитного излучения оптического диапазона.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами проектирования твердотельных лазеров и организацией рабочих процессов в них.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущая аттестация студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- отчет по ЛР;
- лабораторная работа;
- индивидуальное практическое задание;
- коллоквиум.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- отчет по ЛР;
- лабораторная работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (17 ч.), практические занятия (17 ч.), лабораторный практикум (17 ч.), самостоятельная работа студента (57 ч).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Принцип работы лазера.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (9) А. С. Бореишо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (6) Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (10, п.3)	5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение параметров люминесценции активных сред».	W. Koechner. . Solid-State Laser Engineering: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (2)	5
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Скоростные уравнения.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	А. С. Бореишо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (1, 6) Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (4, 10 (п.3))	5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение насыщения поглощения пассивного затвора».	О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (2, 3, 8) Н. В. Карлов. . Лекции по квантовой электронике: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (3, 4)	5
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Условия генерации.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	Н. В. Карлов. . Лекции по квантовой электронике: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (2,3) А. С. Бореишо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (6, 8) В. В. Лобачёв, Ю. П. Максимов, С. Ю. Страхов. Оптика мощных лазеров. Ч. 2 Оптическое качество активных сред: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (2)	5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Сбор и юстировка импульсного твердотельного лазера с резонатором Фабри-Перо».	Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (4, 10) О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (3)	5
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Режимы работы твердотельных лазеров.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	А. С. Бореишо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (6) Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (10 (п.10.3))	5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Нахождение оптимального коэффициента пропускания	О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (6, 7)	5

полупрозрачного зеркала в резонаторе Фабри-Перо».	Н. В. Карлов. . Лекции по квантовой электронике: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (5, 6)	
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Юстировка лазера с петлевой схемой резонатора, реализующей явление ОВФ».	В. В. Лобачёв, Ю. П. Максимов, С. Ю. Страхов. Оптика мощных лазеров. Ч. 2 Оптическое качество активных сред: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (5, 6)	5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Определение коэффициента усиления. Твердотельный лазер».		5
Подготовка к коллоквиуму.		7
Итого по разделу 4		27

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- отчет по ЛР;
- лабораторная работа;
- индивидуальное практическое задание;
- коллоквиум;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Отчет по ЛР

Отчеты по лабораторным работам представляются в печатной или рукописной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Каждое задание на лабораторную работу содержит набор параметров в соответствии с индивидуальным или групповым вариантом.

Критерии оценивания:

Лабораторная работа считается выполненной успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов, предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик;
- успешная защита лабораторной работы.

Лабораторная работа

Допуск к ЛР:

- допуск к выполнению первых двух ЛР не предусмотрен.
- для допуска к выполнению третьей и последующих ЛР необходима защита одной из выполненных ранее работ и выполнение домашнего задания.

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение порядка решения, предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

Индивидуальное практическое задание

Решения заданий на практическом занятии представляются в печатной или рукописной форме. Каждое задание содержит 5 задач.

Критерии оценивания:

правильное решение более 3 задач – работа зачтена;

Основаниями для продолжения работы являются:

- небрежное выполнение
- неверное решение не менее чем 3 задач.

Коллоквиум

Контрольные вопросы к коллоквиуму представлены в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета. Зачет по дисциплине оформляется при следующих условиях:

- успешное выполнение индивидуальных заданий к лабораторным работам и представление отчетных материалов;
- защита всех лабораторных работ;
- успешные ответы на контрольные вопросы на итоговом коллоквиуме.

Оценка «зачтено – отлично» ставится при выполнении всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой и уверенном ответе на вопросы коллоквиума с обращением к конспекту для пояснения своих ответов, при этом студент демонстрирует понимание основополагающих физических принципов и зависимостей.

Оценка «зачтено – хорошо» ставится при выполнении всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой, при этом для ответа на вопросы студенту требуются дополнительные наводящие вопросы или подсказки преподавателя;

Оценка «зачтено – удовлетворительно» ставится при выполнении всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой, при этом ответы на вопросы коллоквиума даются выборочно, неточно, неуверенно, не в полной мере. Студент демонстрирует выборочное или ограниченное понимание основополагающих физических принципов и зависимостей.

Оценка «не зачтено» ставится при невыполнении одного или нескольких контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой. При сдаче итогового коллоквиума студент демонстрирует непонимание основополагающих физических принципов и зависимостей в рамках разных разделов дисциплины, не способен эффективно воспользоваться конспектом для ответа на вопросы коллоквиума или наводящие вопросы преподавателя.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %						НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-1.1 (12.03.03)	ПСК-1.1 (12.03.05)	ПСК-1.2 (12.03.02)	ПСК-1.3 (12.03.03)	ПСК-1.3 (12.03.05)	ПСК-1.4 (12.03.02)	
4	7	Раздел 1. Принцип работы лазера.	16	6	2	4	0	10	25	25	25	25	25	25	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 2. Скоростные уравнения.	28	18	6	4	8	10	25	25	25	25	25	25	Индивидуальное практическое задание, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 3. Условия генерации.	18	8	4	2	2	10	25	25	25	10	10	10	Индивидуальное практическое задание, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 4. Режимы работы твердотельных лазеров.	46	19	5	7	7	27	25	25	25	40	40	40	Индивидуальное практическое задание, Лабораторная работа, Отчет по ЛР, Коллоквиум
Всего за 7 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	100	100	100	100	100	