

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ

Направление/специальность подготовки	12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Специализация/профиль/программа подготовки	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)

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Киселев Игорь Алексеевич, к.т.н., доцент, 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. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-1.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схмотехническом и элементном уровнях

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-1.1

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:

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.

ПК-1.3

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:

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 **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств лазерных исследований и измерений
- ПК-1.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
- ПК-1.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях
- ПК-1.5 — Способен проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

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	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.1	ПК-1.3
4	7	Раздел 1. Принцип 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. Принцип работы лазера.	16	6	2	4	0	10	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-хуровневая схема. Предельные случаи 2.4 4-х уровневая схема 2.5 3-хуровневая схема: тонкий насыщающийся поглотитель. Время отклика. Динамика работы при прямоугольном импульсе 2.6 3-хуровневая схема: толстый насыщающийся поглотитель. Стационарный режим. Зависимость пропускания от интенсивности облучения.	28	18	6	4	8	10	25	25
4	7	Раздел 3. Условия генерации. 3.1 Инверсия населенностей. Условия 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
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
Всего за 7 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	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
Всего за 7 семестр			17

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 сре	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	ДР		ИПЗ	ЛР, Отч. по ЛР	ДР	ИПЗ	ЛР, Отч. по ЛР		ЛР, Отч. по ЛР		ДР	Колл, диф. зач.

Условные обозначения:

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

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- лабораторная работа;

- индивидуальное практическое задание;
- коллоквиум.

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. Борейшо. . 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, 2022, 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.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

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. Проектор;
2. Компьютерный комплект;
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 **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *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*:

ПК-1.1 Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем;

ПК-1.3 Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

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

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.	А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (6) О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (9)	5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение параметров люминесценции активных сред».	Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (10, п.3) 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. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (1, 6) Н. В. Карлов. . Лекции по квантовой электронике: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (3, 4)	5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение насыщения поглощения пассивного затвора».	Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (4, 10 (п.3)) О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (2, 3, 8)	5
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Условия генерации.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (6, 8) О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (3) Н. В. Карлов. . Лекции по квантовой электронике: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (2,3)	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, 2022 (4, 10) 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
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Режимы работы твердотельных лазеров.		
Изучение предусмотренных программой	О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (3)	5

дидактических единиц по конспектам лекций, материалам практических занятий и рекомендуемой литературе.	Лань, 2008 (6, 7) А. С. Бореjšо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (6)	
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Нахождение оптимального коэффициента пропускания полупрозрачного зеркала в резонаторе Фабри-Перо».	Н. В. Карлов. . Лекции по квантовой электронике: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (5, 6) Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (10 (п.10.3))	5
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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

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		ПК-1.1	ПК-1.3	
4	7	Раздел 1. Принцип работы лазера.	16	6	2	4	0	10	25	25	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 2. Скоростные уравнения.	28	18	6	4	8	10	25	25	Индивидуальное практическое задание, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 3. Условия генерации.	18	8	4	2	2	10	25	25	Индивидуальное практическое задание, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 4. Режимы работы твердотельных лазеров.	46	19	5	7	7	27	25	25	Индивидуальное практическое задание, Лабораторная работа, Отчет по ЛР, Коллоквиум
Всего за 7 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	100	

Оценочные материалы по дисциплине ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ

ПК-1.1 - Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какова роль резонатора в лазерной системе?

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между типами лазеров и их характеристиками:

Тип лазера	Характеристика
1. Эрбиевый лазер	А. Работает на длине волны 1.5 мкм
2. Титан-сапфировый лазер	Б. Используется в лазерной резке металлов
	В. Позволяет получить рекордно короткие импульсы
	Г. Работает на длине волны 1.06 мкм

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между понятиями и их определениями:

Понятие	Определение
1. Оптическая толщина	А. Участок спектра электромагнитного излучения, где наблюдается условно нулевое поглощение
2. Числовая апертура	Б. Синус максимального входного угла
	В. Численный критерий, описывающий общее ослабление оптического излучения атмосферой
	Г. Безразмерная величина, равная отношению площадей перекрывающихся полей зрения приемника и пятна излучения лазера

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность шагов при анализе оптического качества лазерного излучения:

1. Оценка влияния тепловых эффектов на качество пучка.
2. Измерение параметров лазерного пучка, таких как расходимость и профиль интенсивности.
3. Анализ влияния механических напряжений на волновой фронт.
4. Определение параметра M2 для оценки качества пучка.

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое активная среда лазера и какова её роль в процессе генерации лазерного излучения?

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность этапов работы лазера:

1. Создание инверсии населённости.
2. Возбуждение активной среды.
3. Генерация стимулированного излучения.
4. Формирование лазерного луча в резонаторе.

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой из перечисленных лазеров обладает наибольшей энергоэффективностью?

1. Эрбиевый 1.5 микрон
2. Неодимовый 1.06 микрон

3. Титан-сапфировый 0.8 микрон
4. Иттербиевый 1.03 микрон

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

На каких длинах волн возможна генерация лазерного излучения в твердотельном лазере?

1. На тех, которые лежат внутри полосы усиления
2. На тех, которые лежат внутри полосы поглощения активной среды
3. На любых, которые соответствуют условию стоячей волны в резонаторе
4. На тех, которые лежат внутри полосы усиления и поддерживаются модами резонатора

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

За счёт чего обеспечивается малый квантовый дефект иттербиевых лазеров?

1. За счёт высокого качества изготовления стекла
2. За счёт эффективного теплоотвода в иттербиевых стеклах
3. За счёт квази-четырёх уровневой схемы генерации
4. За счёт четырёх уровневой схемы генерации

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из следующих утверждений о лазерной генерации верны?

1. Лазерная генерация основана на явлении стимулированного излучения.
2. Для лазерной генерации необходима инверсия населённости.
3. Лазерная генерация возможна без резонатора.
4. Лазерная генерация требует наличия активной среды.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из следующих типов лазеров используются в медицине?

1. Неодимовые лазеры
2. Александритовые лазеры
3. CO₂ лазеры
4. Волоконные лазеры

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из следующих утверждений о резонаторах верны?

1. Резонатор необходим для создания обратной связи в лазере.
2. Резонатор может быть устойчивым или неустойчивым.
3. Резонатор используется для увеличения мощности лазерного излучения.
4. Резонатор не влияет на длину волны лазерного излучения.

ПК-1.3 - Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Почему для эффективной лазерной генерации используется четырёх уровневая схема?

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность этапов проектирования твердотельного лазера:

1. Определение требований к лазерным источникам и приемникам оптического излучения.
2. Анализ задачи по проектированию типовых систем и приборов лазерной техники.
3. Расчет и проектирование системы в соответствии с техническим заданием.
4. Оценка характеристик лазерных источников и приемников оптического излучения.

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите понятия с их определениями:

Понятие	Определение
1. Стимулированное излучение	А. Процесс поглощения фотона атомом
2. Спонтанное излучение	Б. Процесс испускания фотона атомом без внешнего воздействия
3. Инверсия населённости	В. Процесс испускания фотона атомом под воздействием другого фотона Г. Состояние, при котором на верхнем энергетическом уровне находится больше атомов, чем на нижнем

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Зачем в оптоволокне всегда делают сердцевину?

1. Сердцевина нужна для повышения прочности волокна. Она делается из особо прочного материала
2. Сердцевина оптоволокна прозрачна, а оболочка сделана из непрозрачного стекла. Свет идёт по сердцевине
3. За счёт разницы коэффициентов преломления свет удерживается в сердцевине волокна. А на поверхности много грязи, свет бы затух
4. Сердцевина нужна, чтобы по ней шёл свет. Оболочка делается из полимера, в нём большое затухание

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В каком диапазоне поглощение кварцевого стекла минимально?

1. 400 - 500 нм
2. 800-900 нм
3. 1250-1350 нм
4. 1400-1500 нм

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какое явление обеспечивает лазерную генерацию?

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите типы лазерных резонаторов с их характеристиками:

Тип резонатора	Характеристика
1. Устойчивый резонатор	А. Используется для генерации коротких импульсов
2. Неустойчивый резонатор	Б. Обеспечивает высокую мощность излучения В. Обеспечивает малые потери излучения Г. Используется для генерации непрерывного излучения

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из следующих утверждений о лазерных импульсах верны?

1. Пиковая мощность лазерного импульса может превышать среднюю мощность.
2. Энергия лазерного импульса измеряется в ваттах.
3. Лазерные импульсы могут быть короче фемтосекунды.
4. Длина волны лазерного импульса зависит от активной среды.

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность этапов процесса модуляции добротности в лазере:

1. Закрытие затвора резонатора.
2. Накопление энергии в активной среде.
3. Открытие затвора резонатора.
4. Генерация короткого импульса лазерного излучения.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что такое числовая апертура оптоволокну?

1. Синус максимального входного угла
2. Диаметр сердцевины оптоволокну
3. Диаметр оболочки оптоволокну
4. Отношение диаметра сердцевины к диаметру оболочки оптоволокну

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из следующих утверждений о волоконных лазерах верны?

1. Волоконные лазеры используются в телекоммуникациях.
2. Волоконные лазеры имеют высокую энергоэффективность.
3. Волоконные лазеры могут генерировать импульсы фемтосекундной длительности.
4. Волоконные лазеры используются для резки металлов.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из следующих утверждений о лазерной безопасности верны?

1. Лазерное излучение с длиной волны 1 микрон опасно для глаз.
2. Лазерное излучение с длиной волны 1.5 микрон безопасно для глаз.
3. Лазерное излучение с длиной волны 10.6 микрон безопасно для глаз.
4. Лазерное излучение с длиной волны 1 микрон лучше поглощается сетчаткой глаза.