

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ

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 Информационные и управляющие системы
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	34	17	0	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: 2026

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**

## **ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ**

### **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 проточных газовых лазеров (ПГЛ) и организации рабочих процессов в них;

- газовой динамики и аэрооптики течений в лазерной камере ПГЛ;

- принципов функционирования систем восстановления давления (СВД) ПГЛ;

- принципов функционирования систем управления лучом;

на уровне понимания:

- принципов создания автономных мобильных комплексов на базе ПГЛ;

- основ проектирования ПГЛ;

*умения:*

выполнять сравнительный анализ различных типов ПГЛ для условий конкретного применения;

проектирования основных узлов лазерных комплексов на базе ПГЛ;

## **ПК-1.3**

*знания:*

на уровне представлений:

- физических принципов действия проточных газовых лазеров (ПГЛ) и организации рабочих процессов в них;

- газовой динамики и аэрооптики течений в лазерной камере ПГЛ;

- принципов функционирования систем восстановления давления (СВД) ПГЛ;

- принципов функционирования систем управления лучом;

на уровне воспроизведения:

- методик оценки рабочих параметров ПГЛ;

- методик оценки параметров СВД ПГЛ;

на уровне понимания:

- принципов создания автономных мобильных комплексов на базе ПГЛ;

- основ проектирования ПГЛ;

*умения:*

выполнять сравнительный анализ различных типов ПГЛ для условий конкретного применения;

проводить оценку основных параметров СПРТ ПГЛ;

проводить оценку параметров СВД ПГЛ;

*навыки:*

проектирования основных узлов лазерных комплексов на базе ПГЛ;

пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ** 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: **ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ И ЛАЗЕРНЫХ ПРИБОРОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- 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-1.2 — Способен к участию в разработке технических требований и заданий на проектирование 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

### 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		ПК-1.1	ПК-1.3
4	7	<b>Раздел 1. Физические и газодинамические принципы работы систем СГХЛ.</b> 1.1. Классификация ПГЛ. Методы создания активной среды сверхзвуковых газовых и химических лазеров (СГХЛ). Структура основных систем СГХЛ: СО2-ГДЛ, химических HF/DF, химических кислород-йодных - ХКИЛ лазеров. Конструктивная общность и различия СГХЛ. Рабочие параметры и удельные характеристики систем СГХЛ. Системы Восстановления Давления - СВД для СГХЛ. Состав автономного мобильного комплекса на базе СГХЛ. 1.2. СО2-ГДЛ: уровни энергии, кинетическая модель. Генераторы активной среды, рабочий канал, термостойкие проблемы сопловых блоков и лопаток. Выхлоп. 1.3. ХКИЛ: химическая и кинетическая модели работы. Генераторы синглетного кислорода, способы подачи хлора. Смесительные сопловые блоки, способы подачи йода, задача о звуковой струе в сносящем потоке. Резонатор. Системы выхлопа. 1.4. HF/DF-лазеры: Химические и кинетические процессы. Генераторы атомарного фтора. Сопловой блок. Резонатор. Методы увеличения зоны генерации и давления. Системы выхлопа.	46	22	14	8	24	25	25
4	7	<b>Раздел 2. Газодинамика и аэрооптика течений в лазерной камере ПГЛ.</b> 2.1 Течения в малоразмерном сопле, влияние вязкости. Профилировка сопел. Сопла химических лазеров. Структура течения за сопловыми блоками. 2.2. Основные понятия и уравнения аэрооптики. Влияние особенностей структуры течений за блоками на оптическое качество излучения - ОК. 2.3. Аэродинамические окна (АО). АО на свободном вихре, профилировка сопла. АО на большие перепады давления. Влияние АО на ОК излучения лазера.	19	8	6	2	11	25	25
4	7	<b>Раздел 3. Прохождение излучения в атмосфере.</b> 3.1 Поглощение и рассеяние. Атмосферная турбулентность, её характеристики, влияние на прохождение излучения. Расходимость излучения лазерной системы (учет эффектов работы реальной системы наведения). 3.2. Основы адаптивной оптики. Датчики волнового фронта. Коррекция волнового фронта, адаптивные зеркала. Расчет интенсивности излучения в дальней зоне. 3.3. Системы управления лучом. Методы управления направленностью лазерного излучения. Система формирования излучения на удаленных объектах и ее основные характеристики. Принципы и технические возможности системы наведения. Динамические параметры систем управления лучом. 3.4. Сравнительный анализ эффективности лазерных комплексов на базе различных ПГЛ.	21	10	8	2	11	25	25
4	7	<b>Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) ПГЛ.</b> 4.1. Общая характеристика СВД для сверхзвуковых газовых лазеров. 4.2. Выхлопные сверхзвуковые диффузоры. 4.3. Теплообменники. 4.1. Сверхзвуковые эжекторы.	22	11	6	5	11	25	25
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Физические и газодинамические принципы работы систем СГХЛ.	Приближенный расчет коэффициента усиления активной среды СО2-ГДЛ	2
2		Оценка и выбор рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике	2
3		Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров HF-НХЛ	4
4	Раздел 2. Газодинамика и аэрооптика течений в лазерной камере ПГЛ.	Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик	2
5	Раздел 3. Прохождение излучения в атмосфере.	Оценка интенсивности излучения в дальней зоне в центральном пятне при прохождении излучения в турбулентной атмосфере	2
6	Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) ПГЛ.	Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора. Определение требуемого объема емкости для вакуумной выхлопной системы при работе с СД и без него	2
7		Расчет основных характеристик теплообменника СВД для DF-лазера	3

**3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)**

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Физические и газодинамические принципы работы систем СГХЛ.	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров HF-НХЛ»	7
2		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	3
3		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Приближенный расчет коэффициента усиления активной среды СО2- ГДД»	7
4		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка и выбор рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике»	7
5	Раздел 2. Газодинамика и	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
6	аэрооптика течений в лазерной камере ПГЛ.	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик»	7
7	Раздел 3. Прохождение	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
8	излучения в атмосфере.	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка интенсивности излучения в дальней зоне в центральном пятне при прохождении излучения в турбулентной атмосфере»	7
9	Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) ПГЛ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	3
10		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора. Определение требуемого объема емкости для вакуумной выхлопной системы при работе с СД и без него»	4
11		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет основных характеристик теплообменника СВД для DF- лазера»	4
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			ЛР, Отч. по ЛР		ЛР, Отч. по ЛР	ДР	ЛР, Отч. по ЛР		ЛР, Отч. по ЛР	ДР	ЛР, Отч. по ЛР		ЛР, Отч. по ЛР		ЛР, Отч. по ЛР	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

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

- Промежуточная аттестация** проводится в формах:
- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие. СПб.: Лань, 2021, эл. рес.
2. А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
4. В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
5. В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Системы восстановления давления для сверхзвуковых химических лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
6. И. А. Фёдоров. . Непрерывные химические лазеры на рабочих молекулах фтористого действия. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1994, 81 экз.
7. С. А. Лосев. . Газодинамические лазеры. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977, 10 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Химические лазеры. М.: Мир, 1980, 3 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»;
- <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](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. Mathcad Education - University Edition Term;
2. 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. Лабораторные занятия:**

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Microsoft Office.

### **6.3. 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 **ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ** 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 Информационные и управляющие системы* 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 проточных газовых лазеров и организацией рабочих процессов в них (в том числе с точки зрения газовой динамики).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 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.
<b>Раздел 1. Физические и газодинамические принципы работы систем СГХЛ.</b>		
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров HF-НХЛ»	А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (все) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1)	7
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (все) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2,3)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Приближенный расчет коэффициента усиления активной среды СО2-ГДД»	В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Системы восстановления давления для сверхзвуковых химических лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1, 2)	7
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка и выбор рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике»		7
Итого по разделу 1		24
<b>Раздел 2. Газодинамика и аэрооптика течений в лазерной камере ПГЛ.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	С. А. Лосев. . Газодинамические лазеры: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977 (все)	4
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик»	И. А. Фёдоров. . Непрерывные химические лазеры на рабочих молекулах фтористого действия: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1994 (все) . Химические лазеры: М.: Мир, 1980 (все) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1, 3) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Газовая динамика рабочего	7

	канала сверхзвуковых газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2-4)	
Итого по разделу 2		11
Раздел 3. Прохождение излучения в атмосфере.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4)	4
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка интенсивности излучения в дальней зоне в центральном пятне при прохождении излучения в турбулентной атмосфере»		7
Итого по разделу 3		11
Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) ПГЛ.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Системы восстановления давления для сверхзвуковых химических лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1, 2)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора. Определение требуемого объема емкости для вакуумной выхлопной системы при работе с СД и без него»		4
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Расчет основных характеристик теплообменника СВД для DF-лазера»		4
Итого по разделу 4		11

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

#### 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.

Требования к выполнению ЛР:

- по ЛР №1 необходимо успешное решение задачи определения величины инверсной населенности и коэффициент усиления активной среды CO<sub>2</sub>-ГДЛ;
- по ЛР №2 необходимо успешное решение задачи определения рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике;
- по ЛР №3 необходимо успешное решение задачи определения рабочих параметров и основных геометрических размеров HF-НХЛ;
- по ЛР №4 необходимо выполнение в программе PPS расчета профиля сверхзвукового сопла наименьшей длины и определение распределения газодинамических параметров вдоль сопла для идеального невязкого газа и с учетом вытесняющего действия пограничного слоя по индивидуальным вариантам;
- по ЛР №5 необходимо успешное решение задачи определения диаметра фокального пятна и потребной мощности лазеров для четырех вариантов: двух типов лазеров (ХКИЛ и DF-НХЛ) и двух вариантов трасс прохождения с разными высотами;
- по ЛР №6 необходимо успешное решение задачи определения геометрических параметров и характеристики сверхзвукового выхлопного диффузора;
- по ЛР №7 необходимо успешное решение задачи определения параметров кожухотрубного теплообменника с пучком гладких труб.

Защита ЛР:

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

#### 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 вариантом.

Критерии оценивания:

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

- правильное выполнение всех пунктов (задач), 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.

#### 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 зачете.
- Оценка «отлично» выставляется в случае, если на итоговом занятии студент показал компетентность по 2 темам, а также ответил на три дополнительных вопроса преподавателя.
- Оценка «хорошо» выставляется в случае, если на итоговом занятии студент показал компетентность по 2 темам и проявил недостаточную эрудицию при ответах на дополнительные вопросы преподавателя.
- Оценка «отлично» выставляется в случае, если на итоговом занятии студент показал компетентность по 2 темам, а также ответил на три дополнительных вопроса преподавателя.
- Оценка «хорошо» выставляется в случае, если на итоговом занятии студент показал компетентность по 2 темам и проявил недостаточную эрудицию при ответах на дополнительные вопросы преподавателя.
- Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае достаточной компетентности по одной из двух тем, однако студент проявил компетентность при ответе на дополнительные вопросы преподавателя.
- При выставлении оценки учитывается качество выполнения лабораторных работ, уровень и своевременность защиты лабораторных работ, а также посещаемость лекций и личное участие в обсуждении материала.

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		ПК-1.1	ПК-1.3	
4	7	Раздел 1. Физические и газодинамические принципы работы систем СГХЛ.	46	22	14	8	24	25	25	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 2. Газодинамика и аэрооптика течений в лазерной камере ПГЛ.	19	8	6	2	11	25	25	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 3. Прохождение излучения в атмосфере.	21	10	8	2	11	25	25	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) ПГЛ.	22	11	6	5	11	25	25	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	



## Оценочные материалы по дисциплине ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ

**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, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Каким образом можно управлять динамикой газового потока в лазерной камере?**

1. Регулировкой электрического тока
2. Изменением формы камеры
3. Управлением температурой окружающей среды
4. Путем изменения цвета света

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

**Какие из следующих утверждений о проточных газовых лазерах верны?**

1. В основе их работы лежит процесс стимулированной эмиссии.
2. Они используют диоксид углерода в качестве активной среды.
3. Их эффективность зависит только от давления газа.
4. Форма лазерной камеры влияет на равномерность распределения плотности газа.

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

**Какие из следующих факторов влияют на эффективность работы газового лазера?**

1. Скорость потока газа
2. Температура активной среды
3. Оптическая прозрачность камеры
4. Количество электрического тока

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

**Какие из следующих методов используются для управления динамикой газового потока в лазерной камере?**

1. Регулировка электрического тока
2. Изменение формы камеры
3. Управление температурой окружающей среды
4. Изменение цвета излучения

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какой процесс лежит в основе действия проточного газового лазера?

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие факторы влияют на эффективность работы газового лазера?

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

**Соотнесите факторы с их влиянием на работу газового лазера:**

Фактор	Влияние
1. Скорость потока газа	А. Влияет на равномерность распределения плотности газа
2. Температура активной среды	Б. Определяет эффективность возбуждения активной среды
3. Форма лазерной камеры	В. Влияет на тепловые процессы и концентрацию активной среды
	Г. Не оказывает влияния на работу лазера

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

**Соотнесите методы управления с их применением в газовых лазерах:**

<b>Метод управления</b>	<b>Применение</b>
1. Регулировка электрического тока	А. Управление динамикой газового потока
2. Изменение формы камеры	Б. Возбуждение активной среды
3. Контроль температуры	В. Поддержание стабильных условий работы
	Г. Изменение цвета излучения

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите последовательность этапов работы проточного газового лазера:**

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

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите последовательность этапов процесса генерации лазерного излучения в газовом лазере:**

1. Подача электрического тока в газовую среду.
2. Возбуждение атомов или молекул газа.
3. Создание инверсии населённости.
4. Генерация когерентного лазерного излучения.

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

**Каким образом осуществляется возбуждение активной среды в проточном газовом лазере?**

1. Путём подачи магнитного поля
2. Под действием лазерного излучения
3. За счёт воздействия электрического тока
4. В результате детонационных волн

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

**Как влияет форма лазерной камеры на аэрооптику течений?**

1. Форма не влияет на аэрооптику
2. Форма определяет только цвет излучения
3. Она определяет равномерность потока газа
4. Форма может влиять на равномерность распределения плотности газа

**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, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Какой процесс лежит в основе действия проточного газового лазера?**

1. Фотоэффект
2. Стимулированная эмиссия
3. Электролиз
4. Пьезоэффект

- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
**Какой газ чаще всего используется в качестве активной среды в газовых лазерах?**
1. Азот
  2. Водород
  3. Гелий
  4. Диоксид углерода
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
**Какие факторы влияют на эффективность работы газового лазера?**
1. Только давление газа
  2. Скорость потока газа и температура активной среды
  3. Оптическая прозрачность камеры
  4. Количество электрического тока
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
**Какие из следующих утверждений о возбуждении активной среды в проточном газовом лазере неверны?**
1. Осуществляется путём подачи магнитного поля.
  2. Происходит под действием лазерного излучения.
  3. Происходит за счёт воздействия электрического тока.
  4. Происходит в результате детонационных волн.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
**Какие из следующих утверждений о влиянии формы лазерной камеры на аэрооптику течений верны?**
1. Форма не влияет на аэрооптику.
  2. Форма определяет только цвет излучения.
  3. Форма определяет равномерность потока газа.
  4. Форма может влиять на равномерность распределения плотности газа.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
**Какие из следующих методов не используются для оценки рабочих параметров проточных газовых лазеров?**
1. Тепловизионный контроль
  2. Спектроскопия и измерение мощности излучения
  3. Гравиметрическое определение массы
  4. Измерение концентрации кислорода
- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
 Какой газ чаще всего используется в качестве активной среды в газовых лазерах?
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
 Каким образом осуществляется возбуждение активной среды в проточном газовом лазере?
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие  
**Соотнесите типы газовых лазеров с их основными характеристиками:**

Тип газового лазера	Характеристика
1. CO <sub>2</sub> лазер	А. Длина волны 1.5 микрон
2. Гелий-неоновый лазер	Б. Длина волны 10.6 микрон

Тип газового лазера	Характеристика
3. Аргонный лазер	В. Длина волны 0.8 микрон
	Г. Длина волны 0.5 микрон

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

**Соотнесите понятия с их определениями:**

Понятие	Определение
1. Стимулированная эмиссия	А. Процесс поглощения фотона атомом
2. Спонтанная эмиссия	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

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите последовательность этапов процесса управления динамикой газового потока в лазерной камере:**

1. Изменение формы лазерной камеры.
2. Регулировка скорости потока газа.
3. Контроль температуры активной среды.
4. Оптимизация равномерности распределения плотности газа.

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

**Установите последовательность этапов процесса оценки рабочих параметров проточных газовых лазеров:**

1. Измерение мощности излучения.
2. Спектроскопия.
3. Анализ эффективности преобразования энергии.
4. Оценка стабильности работы лазера.