


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
Страхов С. Ю.  
(подпись) ФИО  
« 31 » « 05 » 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ

Направление/специальность подготовки	12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
Специализация/профиль/программа подготовки	✓ Лазерная техника и лазерные технологии Оптогеоинформатика
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	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  
12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

год набора группы: 2022

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**

## **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:

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
12.03.03 (И1)	ПСК-1.1 — способность к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики
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
12.03.03 (И1)	ПСК-1.4 — Способность определять требуемые параметры систем обработки сигналов и трактов передачи в зависимости от свойств источников и приемников информации

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-1.1 (12.03.05, И1)**

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;

навыки:

проектирования основных узлов лазерных комплексов на базе ПГЛ.

## **ПСК-1.1 (12.03.03, И1)**

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;

навыки:

проектирования основных узлов лазерных комплексов на базе ПГЛ.

## **ПСК-1.3 (12.03.05, И1)**

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:

теоретические:

- выполнять сравнительный анализ различных типов ПГЛ для условий конкретного применения;

практические:

- 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.

#### **ПСК-1.4 (12.03.03, И1)**

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

- методики оценки интенсивности в дальней зоне при прохождении излучения через турбулентную атмосферу;

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;

проводить оценку интенсивности в дальней зоне при прохождении излучения через турбулентную атмосферу;

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 направлениям: 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика.

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, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.**

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
- ПСК-1.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
- ПСК-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
- ПСК-1.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях
- ПСК-1.5 — Способность проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

### 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		ПСК-1.1 (12.03.05)	ПСК-1.1 (12.03.03)	ПСК-1.3 (12.03.05)	ПСК-1.4 (12.03.03)
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 СХГЛ. 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, термпрочностные 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. Сопловый блок. Резонатор. Методы увеличения зоны генерации и давления. Системы выхлопа.	46	22	14	8	24	25	25	40	0
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	15	30
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	15	70
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	30	0
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	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	Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик	2

	лазерной камере ПГЛ.		
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
Всего за 7 семестр			17

### 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.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	3
2		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Приближенный расчет коэффициента усиления активной среды СО2- ГДД»	7
3		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка и выбор рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике»	7
4		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров НФ-НХЛ»	7
5	Раздел 2. Газодинамика и аэрооптика течений в лазерной камере ПГЛ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
6		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик»	7
7	Раздел 3. Прохождение излучения в атмосфере.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
8		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. В. Савин, И. А. Киселёв. . Моделирование рабочих процессов химического кислородно-йодного лазера. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 73 экз.
2. 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.
3. В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
4. 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.
5. И. А. Фёдоров. . Непрерывные химические лазеры на рабочих молекулах фтористого действия. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1994, 81 экз.
6. 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 направлениям: 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика. 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 (12.03.05) способность к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем;

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

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

ПСК-1.4 (12.03.03) Способность определять требуемые параметры систем обработки сигналов и трактов передачи в зависимости от свойств источников и приемников информации.

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>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. В. Савин, И. А. Киселёв. . Моделирование рабочих процессов химического кислородно-йодного лазера: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (все)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Приближенный расчет коэффициента усиления активной среды СО <sub>2</sub> -ГДД»	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
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка и выбор рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике»	В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2,3)	7
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров НФ-НХЛ»	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
Итого по разделу 1		24
<b>Раздел 2. Газодинамика и аэрооптика течений в лазерной камере ПЛ.</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»	В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2-4) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1, 3) . Химические лазеры: М.: Мир, 1980 (все) И. А. Фёдоров. . Непрерывные химические лазеры на рабочих молекулах фтористого действия:	7

	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1994 (все)	
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

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды 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 СО<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 НФ-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

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в

соответствии с графиком раздела 4.

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		ПСК-1.1 (12.03.05)	ПСК-1.1 (12.03.03)	ПСК-1.3 (12.03.05)	ПСК-1.4 (12.03.03)	
4	7	Раздел 1. Физические и газодинамические принципы работы систем СГХЛ.	46	22	14	8	24	25	25	40	0	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 2. Газодинамика и аэрооптика течений в лазерной камере ПГЛ.	19	8	6	2	11	25	25	15	30	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 3. Прохождение излучения в атмосфере.	21	10	8	2	11	25	25	15	70	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) ПГЛ.	22	11	6	5	11	25	25	30	0	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100	