

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор - проректор по образовательной деятельности

Бородавкин В.А.

2019

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЛАЗЕРОВ

(указывается наименование дисциплины в соответствии с ФГОС и учебным планом)

Направление/
специальность подготовки

12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Специализация/профиль/программа
подготовки

Лазерные системы и технологии

Уровень высшего образования

Магистратура

(бакалавриат/ магистратура/ специалитет)

Форма обучения

Очная

(очная, очно-заочная и др.)

Факультет

И Информационных и управляющих систем

(указывается индекс и полное наименование факультета Университета, заказавшего программу)

Выпускающая кафедра

И1 Лазерная техника

(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)

Кафедра-разработчик
рабочей программы

И1 Лазерная техника

(указывается индекс и полное наименование кафедры, составившей и реализующей программу)

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (Зачетных единиц)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)												Вид итогового контроля по дисциплине		
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ						САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА							
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	РАСЧЁТНО - ГРАФ. РАБОТА	РЕФЕРАТ		ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
							ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ									
5	10	4	144	51	34	-	17	-	-	93	-	-	-	-	-	93	ЭКЗ.

Начальник отдела основных образовательных программ

«31» 08 2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
/оборотная сторона титульного листа/

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

12.04.01 Лазерная техника и лазерные технологии

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Программу составили:

Кафедра **И1 Лазерная техника**

Киселев И.А., доцент, к.т.н.



Эксперт(ы):

*(Представители работодателей
Внешние эксперты)*

Главный конструктор по НИОКР

АО «Лазерные системы», к.т.н., Орлов А.Е. /

(подпись)



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И1 Лазерная техника**

(индекс и наименование кафедры-разработчика рабочей программы)

«31» 08 2019 г. Заведующий кафедрой Борейшо А.С. д.т.н., профессор /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)



(подпись)

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры **И1 Лазерная техника**

(индекс и наименование выпускающей кафедры)

«31» 08 2019 г. Заведующий кафедрой Борейшо А.С. д.т.н., профессор /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)



(подпись)

Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) **12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»**, протокол № 21/2019 от 31.08.2019

(индекс) (полное наименование направления), (№ протокола)

«31» 08 2019 г. Председатель УМК по УГНиСП Марков А.В. д.т.н., профессор /

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)



(подпись)

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 08 2019г.

Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В.

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)



(подпись)

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО.....	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .	10
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы преподавания
- Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
- Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
- Приложение 5. Фонды оценочных средств
- Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
- Приложение 7. Листы изменений, вносимых в рабочую программу

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций на уровнях:

Общепрофессиональных

ОПК-1 – Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований и разработки лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий;	Пороговый уровень
--	-------------------

Профессиональных

ПСК-3 - Способен к проектированию и конструированию систем, приборов и узлов, а также к разработке технических заданий и документации на их проектирование и изготовление, предназначенных для лазерной техники и технологий, лазерных оптико-электронных приборов и систем;	Пороговый уровень
ПСК-5 - Способность определять требования к лазерным системам специального назначения, моделировать физические процессы в элементах их конструкции, моделировать процесс распространение мощного лазерного излучения в атмосфере.	Пороговый уровень

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

знания:

на уровне представлений:

- физических принципов действия непрерывных химических лазеров (НХЛ) и организации рабочих процессов в них (ОПК-1, ПСК-3, ПСК-5);
- газовой динамики и аэрооптики течений в лазерной камере НХЛ (ОПК-1, ПСК-3, ПСК-5);
- принципов функционирования систем восстановления давления (СВД) НХЛ (ОПК-1, ПСК-3, ПСК-5);

на уровне воспроизведения:

- методик оценки рабочих параметров НХЛ (ПСК-3, ПСК-5);
- методик оценки параметров СВД НХЛ (ПСК-3, ПСК-5);

на уровне понимания:

- принципов создания НХЛ (ОПК-1, ПСК-3);
- основ проектирования НХЛ (ОПК-1, ПСК-3);

умения:

теоретические:

- выполнять сравнительный анализ различных лазерных комплексов на базе НХЛ для условий конкретного применения (ОПК-1, ПСК-3);

практические:

- проводить оценку основных параметров НХЛ (ПСК-3, ПСК-5);
- проводить оценку параметров СВД НХЛ (ПСК-3, ПСК-5);

навыки:

- проектирования основных узлов лазерных комплексов на базе НХЛ (ОПК-1, ПСК-3);
- пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач (ПСК-3, ПСК-5).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **Теория и проектирование непрерывных химических лазеров** является дисциплиной **вариативной части** цикла Блока 1 программы и входит в число **дисциплин по выбору студента**.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: **Оптика лазеров, Мощные лазеры, Теория и проектирование проточных газовых лазеров** и служит для ознакомления с основами проектирования НХЛ и организацией рабочих процессов в них (в том числе с точки зрения газовой динамики).

Дисциплина является основой для освоения следующих дисциплин: **Научно-исследовательская работа, Выполнение выпускной квалификационной работы**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

УК-1 – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ОПК-3 – Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(с распределением общего бюджета времени в часах)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ		
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-1	ПСК-3	ПСК-5
5	10	1	Раздел 1. Принципы работы HF/DF-НХЛ 1.1. Химические реакции, определяющие работу HF/DF-лазеров. Термодинамический расчет продуктов химического реагирования. 1.2. Структура уровней HF и DF молекул. Условия существования усиления для сред HF/DF-лазеров. 1.3. Главные конструктивные узлы HF/DF-лазеров.	17	8	6	2	-	9	25%	10%	15%
		2	Раздел 2. Проектирование основных узлов НХЛ 2.1. Генераторы атомарного фтора (ГАФ). Физические и химические процессы, определяющие работу ГАФ. 2.2. Выбор топливных композиций. Сравнительная оценка энергетической эффективности топливных композиций. Конструкция ГАФ. 2.3. Сопловые блоки (СБ). Сверхзвуковое смешение и способы его реализации в сопловых блоках HF/DF-лазеров. Соотношения для оценки дальности струй в сносимом потоке. СБ типа «сопло-инжектор» и «сопло-сопло». Способы интенсификации смешения. Сопла с турбулизирующими струями. Блоки с зубчатыми соплами. СБ типа NYLTE. Трехструйные сопловые блоки. 2.4. Расчет параметров течения газа в соплах. 2.5. Лазерная камера и резонаторы HF/DF-лазеров. Структура течения за много сопловыми блоками. Расчет течения в лазерной камере. Оптическое качество (ОК) потока. Влияние мелкомасштабных и крупно - масштабных структур неоднородностей плотности потока на его ОК. Область существования инверсии. Варианты конструкции резонаторов.	40	18	12	6	-	22	25%	40%	35%

3	Раздел 3. Принципы работы и устройство химического кислород-йодного лазера (ХКЙЛ). 3.1. ХКЙЛ: химическая и кинетическая модели работы. 3.2. Генераторы синглетного кислорода, способы подачи хлора. 3.3. Смесительные сопловые блоки, способы подачи йода, задача о звуковой струе в сносимом потоке. Резонатор. 3.4. Система хранения и подачи компонентов ХКЙЛ.	21	11	8	3	-	10	25%	25%	15%
4	Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) НХЛ. 4.1. Общая характеристика СВД для НХЛ. 4.2. Выхлопные сверхзвуковые диффузоры. 4.3. Теплообменники. 4.4. Сверхзвуковые эжекторы.	66	14	8	6	-	52	25%	25%	35%
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ		144	51	34	17	-	93	100 %	100 %	100 %

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Принципы работы HF/DF-НХЛ.	Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик.	2
2	Раздел 2. Проектирование основных узлов НХЛ	Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ HF-НХЛ.	2
3	Раздел 2. Проектирование основных узлов НХЛ	Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ HF-НХЛ.	2
4	Раздел 2. Проектирование основных узлов НХЛ	Оценка основных параметров резонатора HF-НХЛ.	2
5	Раздел 3. Принципы работы и устройство химического кислород-йодного лазера (ХКЙЛ)	Оценка и выбор рабочих параметров ХКЙЛ по эвристической методике	3
6	Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) НХЛ.	Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора.	2
7	Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) НХЛ.	Расчет основных характеристик теплообменника СВД для DF-лазера.	2
8	Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) НХЛ.	Расчет основных рабочих параметров сверхзвукового эжектора на основе интегральной методики	2
Итого:			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
		СРС
Раздел 1. Принципы работы HF/DF-НХЛ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекций и рекомендуемой литературе	5
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик»	4
Раздел 2. Проектирование основных узлов НХЛ	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекций и рекомендуемой литературе	10
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ HF-НХЛ»	4
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ HF-НХЛ»	4
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка основных параметров резонатора HF-НХЛ»	4
Раздел 3. Принципы работы и устройство химического кислород-йодного лазера (ХКИЛ)	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекций и рекомендуемой литературе	6
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Оценка и выбор рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике»	4
Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) НХЛ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекций и рекомендуемой литературе	6
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора»	4
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Исследование работы циркулятора»	4
	Подготовка к выполнению и защите практической работы «Расчет основных рабочих параметров сверхзвукового эжектора на основе интегральной методики»	4
	Подготовка к коллоквиуму	8
Разделы 1-4.	Подготовка к экзамену	26
ВСЕГО:		93

Списки, содержащие перечень практических работ с указанием их тематики, перечислены в Приложении 4.

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10			ПР1			ПР2		ПР1			ПР1			ПР2		ПР1	К

Условные обозначения:

- ПР1 – сдача одной практической работы;
- ПР2 – сдача двух практических работ;
- К – коллоквиум.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение и защита практических работ;
- участие в коллоквиуме;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача отчетов к практическим работам.

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

- сдача двух практических работ из числа предусмотренных на семестр;
- выполнение трех практических работ.

Промежуточный контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы). Экзамену предшествует допуск, который оформляется на 17-й неделе семестра по результатам выполнения практических работ и успешного участия в коллоквиуме.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, варианты практических работ, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература:

1. Мальков, Виктор Михайлович. Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2010. - 149 с. : граф., схемы, табл., фото. - Библиогр. в конце разд. - Библиогр. в подстроч. прим. - Услов. обознач.: с. 3-4. - ISBN 978-5-85546-519-8.

2. Мальков, Виктор Михайлович. Системы восстановления давления для сверхзвуковых химических лазеров [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. М. Мальков [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2009. - 154 с. : граф., схемы, табл., фото. - Библиогр.: с. 152. - Усл. обознач.: с. 6-7. - ISBN 978-5-85546-473-3.

3. Мальков, Виктор Михайлович. Основы проектирования проточных газовых лазеров [Текст] : пособие к практическим занятиям [для вузов] / В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2012. - 66 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 65. - Усл. обознач. и сокращ.: с. 3-4. - Контрол. вопросы: в конце занятий. - ISBN 978-5-85546-698-0.

5.2. Дополнительная литература:

1. Химические лазеры [Текст] : пер. с англ. / ред. Р. В. Ф. Гросс, ред. Дж. Ф. Ботт. - М. : Мир, 1980. - 832 с. : граф., рис., табл., фото. - Авторы указ. в оглавлении. - Библиогр. в конце глав. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Предметный указ.: с. 828-831.

2. Борейшо, Анатолий Сергеевич. Системы подготовки рабочего тела проточных газовых лазеров открытого цикла [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. С. Борейшо ; Ленингр. механ. ин-т. - Л. : [б. и.], 1990. - 158 с. : граф., схем., табл. - Библиогр.: с. 151-156.

3. Химические лазеры [Текст] / А. С. Башкин [и др.] ; ред. Н. Г. Басов. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. - 400 с. : граф., рис., схем., табл. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 376-400.

4. Фёдоров, Игорь Апполинариевич. Непрерывные химические лазеры на рабочих молекулах фтористого действия [Текст] : учебное пособие : в 2 кн. Кн. 1 / И. А. Фёдоров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 1994. - 125 с. : рис., табл. - ISBN 5-85546-016-9

5. Фёдоров, Игорь Апполинариевич. Непрерывные химические лазеры на рабочих молекулах фтористого водорода и фтористого дейтерия [Текст] : учебное пособие : в 2 кн. Кн. 2 / И. А. Фёдоров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 1994. - 182 с. : табл., рис. - Библиогр.: с. 125 - 135. - Приложения : с. 136 - 182. - ISBN 5-85546-017-7

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

1. <http://e.lanbook.com/> ЭБС издательства «Лань».
2. <https://www.biblio-online.ru/> ЭБС Юрайт
3. <http://library.voenmeh.ru/> - сайт библиотеки БГТУ им. Д.Ф. Устинова «Военмех»
4. <http://www.laserportal.ru/> - научно-образовательный проект "Лазерный портал"
5. <http://www.boeing.com/> Компания «Боинг».
6. <http://www.northropgrumman.com/> Компания «Нортроп Грумман».
7. <http://www.trw.com/> Компания «TRW»

5.4. Программное обеспечение.

В распоряжение студентов предоставляется имеющееся в лабораториях кафедры специальное программное обеспечение по обработке данных приборов, а также пакеты ПО общего назначения: пакет офисных приложений Microsoft Office, Google Chrome, PDF Adobe Reader.

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:

- применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации);
- проведение практических занятий в компьютерном классе, включенном в информационную компьютерную сеть кафедры;
- возможность консультирования обучающихся преподавателями посредством сети Интернет;
- доступность учебных материалов через сеть Интернет для любого участника учебного процесса.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- 1) комплект электронных презентаций/слайдов;
- 2) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер);

2. Практические занятия

- 1) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер);
- 2) компьютерный класс;
- 3) пакеты ПО общего назначения: пакет офисных приложений Microsoft Office, Google Chrome, PDF Adobe Reader;

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 непрерывных химических лазеров» является дисциплиной вариативной части цикла Блока 1 программы подготовки студентов по направлению 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» и входит в число дисциплин по выбору студента. Дисциплина реализуется на факультете «И» Информационные и управляющие системы Балтийского государственного технического университета им. Д.Ф. Устинова кафедрой «И1» Лазерная техника.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональной ОПК-1 и профессиональных ПСК-3, ПСК-5 компетенций выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами проектирования НХЛ и организацией рабочих процессов в них (в том числе с точки зрения газовой динамики).

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные и практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение и защита практических работ;
- участие в коллоквиуме;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача отчетов к практическим работам.

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

- сдача трех практических работ из числа предусмотренных на семестр;
- выполнение четырех практических работ.

Промежуточный контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы). Экзамену предшествует допуск, который оформляется на 17-й неделе семестра по результатам выполнения практических работ и успешного участия в коллоквиуме.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (34 часа), практические (17 часов) занятия и 93 часа самостоятельной работы студента.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (использование средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации), электронные версии учебных и практических пособий, рекомендованных для изучения дисциплины) при проведении лекционных занятий и самостоятельной работы студентов; взаимодействие с преподавателем вне часов расписания занятий посредством *Internet*.

Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.

Проблемное обучение: стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Междисциплинарное обучение: использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

II. Виды и содержание учебных занятий

Раздел 1. Принципы работы HF/DF-НХЛ

Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.

Лекция 1. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Принципы работы непрерывных химических HF/DF-лазеров. Химические реакции, определяющие их работу. Термодинамический расчет продуктов химического реагирования.

Лекция 2. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Структура уровней HF и DF молекул. Условия существования усиления для сред HF/DF-лазеров.

Лекция 3. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Конструктивные узлы HF/DF-лазеров.

Практические занятия - 2 часа.

Занятие 1. Практическая работа № 1. Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик.

Форма выполнения – индивидуальная. Рассматриваются методики оценки параметров течения газа в малоразмерных соплах с учетом и без учета вытесняющего влияния пограничного слоя. Приводится способ профилирования сопел минимальной длины методом характеристик. В компьютерном классе студенты проводят расчет координат профиля плоского сверхзвукового сопла по индивидуальным исходным данным. Для этой цели используется специальная программа, в которой реализован алгоритм расчета профиля плоского сверхзвукового сопла методом характеристик.

Управление самостоятельной работой студента – 4 часа.

Консультации по содержанию раздела и выполнению индивидуальных заданий, оформлению результатов, проверка отчетов о выполнении индивидуальных заданий – в часы плановых еженедельных консультаций и по *Internet*.

Раздел 2. Проектирование основных узлов НХЛ

Теоретические занятия (лекции) - 12 часов.

Лекция 4. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Генераторы атомарного фтора (ГАФ). Физические и химические процессы, определяющие работу ГАФ. Выбор топливных композиций.

Лекция 5. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Сопловые блоки (СБ). Сверхзвуковое смещение и способы его реализации в сопловых блоках HF/DF-лазеров. Соотношения для оценки дальности струй в сносимом потоке. СБ типа «сопло-инжектор» и «сопло-сопло». Способы интенсификации смещения. Сопла с турбулизирующими струями. Блоки с зубчатыми соплами. СБ типа NYLITE. Трехструйные сопловые блоки.

Лекция 6. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Расчет параметров течения газа в соплах.

Лекция 7. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Лазерная камера и резонаторы HF/DF-лазеров. Структура течения за много сопловыми блоками. Расчет течения в лазерной камере. Оптическое качество (ОК) потока. Влияние мелкомасштабных и крупномасштабных структур неоднородностей плотности потока на его ОК. Область существования инверсии. Варианты конструкции резонаторов.

Лекция 8. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Проводится сравнительная оценка энергетической эффективности топливных композиций HF/DF-лазеров.

Лекция 9. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматриваются основные конструктивные решения генератора атомарного фтора. Излагается методика проектирования и оценки параметров ГАФ HF/DF-лазеров.

Практические занятия - 6 часов.

Занятие 2. Практическая работа № 2. Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ HF-NXL

Форма выполнения – индивидуальная. Работа в компьютерном классе с использованием прикладных пакетов программ. Студенты проводят расчет рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ HF-NXL по индивидуальным исходным данным.

Занятие 3. Практическая работа № 3. Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ HF-NXL

Форма выполнения – индивидуальная. Излагается методика проектирования и оценки рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ HF-NXL. Работа в компьютерном классе с использованием прикладных пакетов программ. Студенты проводят расчет рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ HF-NXL по индивидуальным исходным данным.

Занятие 4. Практическая работа № 4. Оценка основных параметров резонатора HF-NXL

Форма выполнения – индивидуальная. Излагается методика проектирования и оценки основных параметров резонатора HF-NXL. Работа в компьютерном классе с использованием прикладных пакетов программ. Студенты проводят оптимизацию резонатора по коэффициенту выпуска и расчет основных геометрических параметров резонатора HF-NXL по индивидуальным исходным данным.

Управление самостоятельной работой студента – 4 часа.

Консультации по содержанию раздела и выполнению индивидуальных заданий, оформлению результатов, проверка отчетов о выполнении индивидуальных заданий – в часы плановых еженедельных консультаций и по Internet.

Раздел 3. Принципы работы и устройство химического кислород-йодного лазера (ХКИЛ). Теоретические занятия (лекции) - 8 часов.

Лекция 10. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Принципы работы ХКИЛ: химическая и кинетическая модели работы. Генераторы синглетного кислорода, способы подачи хлора.

Лекция 11. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Смесительные сопловые блоки, способы подачи йода, задача о звуковой струе в сносимом потоке.

Лекция 12. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Резонатор. Система хранения и подачи компонентов ХКИЛ.

Лекция 13.

Практические занятия - 3 часа.

Занятие 5. Практическая работа № 5. Оценка и выбор рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике

Форма выполнения – индивидуальная. Проводится сравнительная оценка различных схем смешения в сопловом блоке ХКИЛ. Излагается эвристическая методика оценки и выбора рабочих параметров ХКИЛ. Работа в компьютерном классе с использованием прикладных пакетов программ. Студенты проводят оценку и выбор рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике согласно индивидуальным исходным данным.

Управление самостоятельной работой студента – 5 часов.

Консультации по содержанию раздела и выполнению индивидуальных заданий, оформлению результатов, проверка отчетов о выполнении индивидуальных заданий – в часы плановых еженедельных консультаций и по Internet.

Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) НХЛ.

Теоретические занятия (лекции) - 8 часов.

Лекция 14. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается состав, назначение, характеристики и основные требования к системам восстановления давления сверхзвуковых проточных газовых лазеров. Обсуждаются основные конструктивные моменты и принципы, закладываемые при разработке СВД.

Лекция 15. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Приводится приближенная интегральная теория расчета основных рабочих параметров сверхзвукового диффузора (СД). Рассматриваются особенности физических процессов в химических лазерах, определяющие работу и характеристики СД. Излагаются принципы разработки активного СД на основе управления пограничным слоем.

Лекция 16. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Рассматривается принцип работы, основные схемы эжекторов (ЭЖ) и картина течения в камере смешения эжектора. Приводится интегральная теория расчета характеристик ЭЖ, основные допущения и уравнения. Обсуждаются методы увеличения коэффициента эжекции – устройства интенсификации смешения в камере.

Лекция 17. Форма проведения – изучение теоретических вопросов. Вводится основной критерий выбора рабочих параметров теплообменника (ТО) работающего в составе СВД. Рассматриваются схемы и особенности конструкции ТО для СВД. Освещается проблема запуска сложных каналов сверхзвуковых лазеров с СВД.

Практические занятия - 6 часов.

Занятие 6. Практическая работа № 6. Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора.

Форма выполнения – индивидуальная. Излагается порядок расчета основных рабочих параметров сверхзвукового диффузора на основе одномерной невязкой полуэмпирической методики. Приводятся необходимые теоретические сведения из газовой динамики. Проводится расчет геометрии и основных рабочих параметров сверхзвукового выхлопного диффузора и определение требуемого объема емкости для вакуумной выхлопной системы при работе с СД и без него по индивидуальным исходным данным.

Занятие 7. Практическая работа № 7. Расчет основных характеристик теплообменника СВД для DF-лазера

Форма выполнения – индивидуальная. Излагается порядок расчета основных рабочих параметров теплообменника на основе приближенной инженерной методики. Приводятся необходимые теоретические сведения из газовой динамики и теории теплообмена. Работа в компьютерном классе с использованием прикладных пакетов программ. Проводится расчет параметров теплообменника по индивидуальным исходным данным.

Занятие 8. Практическая работа № 8. Расчет основных рабочих параметров сверхзвукового эжектора на основе интегральной методики

Форма выполнения – работа в группах. Излагается порядок расчета основных рабочих параметров сверхзвукового эжектора на основе интегральной методики. Приводятся необходимые теоретические сведения из газовой динамики.

Занятие 9. Итоговый коллоквиум. Форма проведения – беседа преподавателя со студентами по материалам прослушанного курса.

Управление самостоятельной работой студента – 6 часов.

Консультации по содержанию раздела и выполнению индивидуальных заданий, оформлению результатов, проверка отчетов о выполнении индивидуальных заданий – в часы плановых еженедельных консультаций и по Internet.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часа, из них 51 час аудиторных занятий и 93 часа, 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 порядке проведения промежуточной аттестации студентов ВГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
Раздел 1. Принципы работы НН/ДФ-НХЛ			
Усвоение материала лекций №1-3	Повторение сведений о принципах работы непрерывных химических НН/ДФ-лазеров, химических реакций, определяющих их работу и термодинамическом расчете продуктов химического реакторования. Повторение сведений о структуре уровней НН и ДФ молекул, условиях существования усиления для сред НН/ДФ-лазеров и основных конструктивных узлах НН/ДФ-лазеров.	5	См. источник 1 (Глава 1) из списка основной литературы и 1 (Глава 1) из списка дополнительной литературы, материалы лекций №1-3, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №1	Повторение сведений о методике оценки параметров течения газа в малоразмерных соплах с учетом и без учета вытесняющего влияния пограничного слоя и способе профилирования сопел минимальной длины методом характеристик. Анализ задания по практической работе. Подготовка и оформление отчета по практической работе. Подготовка к защите практической работы.	4	См. источник 1 (Глава 1,2) из списка основной литературы и 1 (Глава 1) из списка дополнительной литературы, указания к практической работе №1, а также сведения из <i>Internet</i> .
Итого по разделу 1		9 часов	
Раздел 2. Проектирование основных узлов НХЛ			
Усвоение материала лекций №4-7	Повторение сведений о генераторах атомарного фтора, физических и химических процессах, определяющих их работу, а также выборе топливных композиций. Повторение сведений о сопловых блоках (СБ) НН/ДФ-лазеров и способах реализации смещения в СБ. Повторение сведений о лазерных камерах НН/ДФ-лазеров, структуре течения за многосопловыми блоками и оптическом качестве потока.	6	См. источник 1 (Глава 2, 4) из списка основной литературы и 1 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, материалы лекции №4-7, а также сведения из <i>Internet</i> .

Усвоение материала лекций №8-9	Повторение и осмысление сведений о сравнительной оценке энергетической эффективности топливных композиций HF/DF-лазеров и основных конструктивных решений генератора атомарного фтора. Повторение сведений о методике проектирования и оценки параметров ГДФ HF/DF-лазеров.	4	См. источник 1 (Глава 2, 4) из списка основной литературы и 1 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, материалы лекций №8-9, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №2	Повторение и осмысление сведений о методике расчета рабочих параметров и основных геометрических размеров ГДФ HF-NХЛ. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета по практической работе. Подготовка к защите практической работы.	4	См. источник 1 (Глава 2, 4) из списка основной литературы и 1 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, указания к практической работе 2, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №3	Повторение и осмысление сведений о методике проектирования и оценки рабочих параметров и основных геометрических размеров СВ HF-NХЛ. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета по практической работе. Подготовка к защите практической работы.	4	См. источник 1 (Глава 2, 4) из списка основной литературы и 1 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, указания к практической работе 3, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №4	Повторение и осмысление сведений о методике проектирования и оценки основных параметров резонатора HF-NХЛ. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета по практической работе. Подготовка к защите практической работы.	4	См. источник 1 (Глава 2, 4) из списка основной литературы и 1 (Глава 2) из списка дополнительной литературы, указания к практической работе 4, а также сведения из <i>Internet</i> .
Итого по разделу 2		22 часа	
Раздел 3. Принципы работы и устройство химического кислород-водного лазера (ХКВДЛ)			
Усвоение материала лекций №10-13	Повторение и осмысление сведений о принципах работы химического кислород-водного лазера, химической и кинетической модели работы, а также генератора синтетного кислорода и способах подачи хлора. Повторение и сведения о смешательных сопловых блоках, способах подачи йода и системе хранения и подачи компонентов ХКВДЛ.	6	См. источник 1 (Глава 1,2) из списка дополнительной литературы, материалы лекций №10-13, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №5	Повторение и осмысление сведений о сравнительной оценке различных схем смещения в сопловом блоке ХКВДЛ. Повторение сведений об эвристической методике оценки и выбора рабочих параметров ХКВДЛ. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета по практической работе. Подготовка к защите практической работы.	4	См. источник 1 (Глава 4) из списка основной литературы и 1 (Глава 5) из списка дополнительной литературы, указания к практической работе 5, а также сведения из <i>Internet</i> .
Итого по разделу 3		10 часов	
Раздел 4. Системы восстановления давления СВД НХЛ			

Усвоение материала лекций №14-17	Повторение и осмысление сведений о составе, назначении, характеристиках и основных требованиях к СВД НХЛ. Повторение сведений об особенностях физических процессов в НХЛ, влияющих на работу СВД, принципах работы и конструктивных схемах основных элементов СВД: сверхзвуковых выхлопных диффузоров, теплообменниках и эжекторах. Повторение и осмысление сведений о путях повышения эффективности работы элементов СВД и проблеме запуска сложных каналов сверхзвуковых лазеров с СВД.	6	См. источник 1 (Глава 5), 2 из списка основной литературы, материалы лекций №14-17, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №6	Повторение сведений о порядке расчета основных рабочих параметров сверхзвукового диффузора на основе одномерной невязкой полуэмпирической методики. Повторение сведений о методике расчета основных рабочих параметров сверхзвукового выхлопного диффузора и определении требуемого объема емкости для вакуумной выхлопной системы. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета по практической работе. Подготовка к защите практической работы.	4	См. источник 1 (Глава 5) и 2 из списка основной литературы, указания к практической работе 6, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №7	Повторение сведений о порядке расчета основных рабочих параметров теплообменника на основе приближенной инженерной методики. Анализ задания по практической работе. Обработка и оформление отчета по практической работе. Подготовка к защите практической работы.	4	См. источник 1 (Глава 5) и 2 из списка основной литературы, указания к практической работе 7, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к выполнению и защите практической работы №8	Повторение сведений о порядке расчета сверхзвукового эжектора на основе интегральной методики.	4	См. источник 1 (Глава 5) и 2 из списка основной литературы, указания к практической работе 8, а также сведения из <i>Internet</i> .
Подготовка к коллоквиуму.	Повторение материалов лекционных и практических занятий.	8	Материалы лекционных занятий, указания к практическим работам. Основная и дополнительная литература, а также материалы практического занятия и сведения из <i>Internet</i>
Экзамен. Подготовка к экзаменационным билетам. сессии.	Экзаменационные билеты.	26	Материалы лекционных занятий, указания к практическим работам. Основная и дополнительная литература, а также материалы практического занятия и сведения из <i>Internet</i>
Итого по разделу 4		52 часов	
Всего		93 часа	

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к занятиям рекомендуется ознакомиться с методическими указаниями по выполнению работ (см. рекомендации в Приложении 3), материалы лекций и рекомендованную литературу.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо повторить все изученные темы по рекомендованной литературе, повторно разобрать задачи, рассмотренные на практических занятиях и в домашних заданиях. Рекомендуется готовить конспекты или тезисы ответов на экзаменационные вопросы.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Практическая работа № 1. Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик.

Рассчитать профиль сверхзвуковой части сопла с помощью программы PPS. Рассчитать распределения геометрического числа Маха и газодинамических параметров по длине сопла, определить распределение реального числа Маха с учетом вытесняющего действия пограничного слоя. Определить расход газа через единичное сопло. Исходные данные: параметры газа – γ, μ ; параметры торможения потока – P_0, T_0 ; число Маха на срезе сопла – M_a ; высота критического сечения сопла – h_c ; угол схода сопла – α ; высота сопла – B ; $\tilde{\mu}(T)$ – зависимость коэффициента динамической вязкости от температуры.

В качестве различных вариантов для расчета будут использоваться исходные данные, в которых варьируются тип газа, параметры торможения потока, проектное число Маха на срезе сопла, высота критического сечения сопла, угол схода сопла, высота сопла.

Практическая работа № 2. Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ НГ-НХЛ.

Рассчитать массовые расходы компонентов, геометрических размеры форсуночной головки ГАФ и размеры камеры сгорания ГАФ. Исходные данные: топливная композиция: $(D_2-Fe-He)+N_2$; W – выходная мощность лазера; α – коэффициент избытка окислителя; ψ – степень разбавления топливной смеси; α_2 – коэффициент избытка вторичного горючего; W_{Σ} – удельный энергопотребление; W_s – удельная мощность с единицы площади соплового блока; P_k – давление в камере сгорания ГАФ; Δ – шаг форсунок форсуночной головки ГАФ; H – высота СБ; P_c – давление на срезе СБ.

В качестве различных вариантов для расчета будут использоваться исходные данные, в которых варьируются указанные данные.

Практическая работа № 3 Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ HF-НХЛ.

Рассчитать геометрические размеры соплового блока, определить число Маха окислительного газа на срезе соплового блока, геометрическую степень расширения сопла, площадь критического сечения одного сопла, суммарную площадь отверстий подачи вторичного горючего и диаметр отверстия подачи вторичного горючего. Исходные данные: данные, полученные при выполнении домашнего задания № 2.

В качестве различных вариантов для расчета будут использоваться исходные данные домашнего задания № 2.

Практическая работа № 4. Оценка основных параметров резонатора HF-НХЛ.

Рассчитать коэффициент увеличения неустойчивого П-образного конфокального резонатора, обеспечивающий максимальную мощность излучения в дальней зоне. Определить геометрические параметры зеркал резонатора. Исходные данные: данные, полученные при выполнении домашних заданий № 2,3.

Практическая работа № 5. Оценка и выбор рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике.

Рассчитать эффективность генератора синглетного кислорода, коэффициент усиления слабого сигнала, оптимальный коэффициент пропускания полупрозрачного зеркала резонатора, эффективность резонатора и химическую эффективность. Определить молярные расходы компонентов. Исходные данные: W , – мощность излучения лазера; $\eta_{\text{дис}}$ - эффективность диссоциации; $\eta_{\text{смеш}}$ - эффективность смешения йода с кислородом; U_t - утилизация хлора; Y - выход синглетного кислорода; α - потери в резонаторе; L – длина резонатора поперек потока; P – статическое давление потока в ЛК; T – статическая температура потока в ЛК; титровальный коэффициент.

Практическая работа № 6. Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора.

Определить геометрические параметры многосекционного диффузора (размер поперечного сечения секции, толщину пилонов, эффективный диаметр, длину горла). Определить характеристики СД (давление запуска и срыва, давление восстановления). Исходные данные: показатель адиабаты газа – γ ; величина противодавления – P_{∞} ; число Маха на входе в СД – M_1 ; высота и ширина прямоугольного канала СД – h , b ; число секций многосекционного СД – n ;

Определить требуемый объем емкости для вакуумной выхлопной системы при работе с СД и без него. Исходные данные: показатель адиабаты и молярная масса газа – γ, μ ; величина полного давления и температуры – P_0, T_0 ; число Маха на входе в СД – M , расход активной среды – G , необходимое время работы лазера – t .

Практическая работа № 7. Расчет основных характеристик теплообменника СВД для DF-лазера.

Определить геометрические параметры кожухотрубного перекрестноточного теплообменника с пучком гладких труб. Рассчитать выходную температуру воды и гидравлические потери газового потока в теплообменнике. Исходные данные: расход и параметры лазерного газа, давление и температура на входе в теплообменник, геометрия и материал труб, конфигурация пучка труб, проектная температура лазерного газа на выходе из теплообменника.

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
					ВСЕГО	Лекции	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-1	ПСК-3	ПСК-5	
5	10	1	Раздел 1. Принципы работы HF/DF-НХЛ	17	8	6	2	-	9	25%	10%	15%	Э, Т, ПРН№1
		2	Раздел 2. Проектирование основных узлов НХЛ	40	18	12	6	-	22	25%	40%	35%	Э, Т, ПРН№2, ПРН№3, ПРН№4
		3	Раздел 3. Принципы работы и устройство химического кислород- йодного лазера (ХКЙЛ).	21	11	8	3	-	10	25%	25%	15%	Э, Т, ПРН№5
		4	Раздел 4. Системы восстановления давления (СВД) НХЛ.	66	14	8	6	-	52	25%	25%	35%	Э, Т, ПРН№6, ПРН№7, ПРН№8
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ				144	51	34	17	-	93	100%	100%	100%	

Э – вопросы к экзамену, Т – тестирование, ПР – практическая работа

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

- комплект индивидуальных вариантов к практической работе № 1 «Профилирование сопел минимальной длины методом характеристик»;
- комплект индивидуальных вариантов к практической работе № 2 «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ HF-НХЛ»;
- комплект индивидуальных вариантов к практической работе № 3 «Оценка рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ HF-НХЛ»;
- комплект индивидуальных вариантов к практической работе № 4 «Оценка основных параметров резонатора HF-НХЛ»;
- комплект индивидуальных вариантов к практической работе № 5 «Оценка и выбор рабочих параметров ХКЙЛ по эвристической методике»;
- комплект индивидуальных вариантов к практической работе № 6 «Расчет основных характеристик сверхзвукового выхлопного диффузора»;
- комплект индивидуальных вариантов к практической работе № 7 «Расчет основных характеристик теплообменника СВД для DF-лазера»;

- комплекты тестовых вопросов по теме размещены в ПО «Ментор» составе УМК по дисциплине;
- комплект экзаменационных билетов, приведен в УМК по дисциплине.

Критерии оценивания

Практические работы (ПР)

Допуск к ПР:

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

Требования к выполнению ПР:

- по ПР №1 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 ПР №2 необходимо успешное решение задачи определения рабочих параметров и основных геометрических размеров ГАФ НФ-НХЛ;
- по ПР №3 необходимо успешное решение задачи определения рабочих параметров и основных геометрических размеров СБ НФ-НХЛ;
- по ПР №4 необходимо успешное решение задачи оценки основных параметров резонатора НФ-НХЛ;
- по ПР №5 необходимо успешное решение задачи определения рабочих параметров ХКИЛ по эвристической методике;
- по ПР №6 необходимо успешное решение задачи определения геометрических параметров и характеристики сверхзвукового выхлопного диффузора;
- по ПР №7 необходимо успешное решение задачи определения параметров кожухотрубного теплообменника с пучком гладких труб.

Отчет по ПР:

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

Критерии оценивания:

Практическая 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 графика для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик;
- успешная защита практической работы.

Защита ПР:

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

Студенты-магистранты, подготовившие по тематике курса статью или тезисы доклада с выступлением на конференции (чтениях) в БГТУ или другой организации, освобождаются от итогового коллоквиума.

Тестирование

Контроль усвоения лекционного материала студентов производится в автоматическом режиме за счет применения ПО «Ментор», представляющего собой веб-приложение, в котором клиентом выступает браузер, а сервером – веб-сервер. Доступ студентов к ПО «Ментор» осуществляется через любой интернет браузер, установленный на любом устройстве, имеющем доступ в сеть Интернет с помощью индивидуального логина и пароля. В конце каждой лекции

присутствующим студентам предлагается ответить на один из вопросов по теме изложенной лекции. Результаты тестирования обобщаются с помощью балльно-рейтинговой системы (БАРС). Основным критерием назначения баллов служит способность студента отвечать на тест за минимальное число попыток. Необходимым условием получения допуска к экзамену является успешное прохождение всех тестов.

Экзамен

К экзамену допускаются студенты, которые успешно сдали все задания, предусмотренные рабочей программой (выполнение практических работ и сдача отчетов, участие в коллоквиуме).

Экзамен проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовить, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса, ответ на два вопроса.

Оценка «отлично» ставится, если ответ является полным и правильным. Материал изложен в определенной логической последовательности. При ответе на дополнительные вопросы студент показал знание основного материала.

Оценка «хорошо» ставится, если ответ является полным и правильным, при этом допущены несущественные ошибки, исправленные после наводящих вопросов преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы студент демонстрирует понимание основного содержания учебного материала. Студент свободно ориентируется в материале, изложенном в конспекте.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знание и понимание материала курса, но излагает материал неполно и допускает существенные ошибки при ответе на основные вопросы. Ответ на дополнительные вопросы вызывает у экзаменуемого затруднения или содержит ошибки, которые он может исправить после наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе обнаружено непонимание основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые учащийся не может исправить при наводящих вопросах преподавателя.

СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: **Теория и проектирование непрерывных химических лазеров**
2. Кафедра: **И1 Лазерная техника**
3. Перечень основной учебной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):
 1. Мальков, Виктор Михайлович. Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2010. - 149 с. : граф., схемы, табл., фото. - Библиогр. в конце разд. - Библиогр. в подстроч. прим. - Услов. обознач.: с. 3-4. - ISBN 978-5-85546-519-8 – 63 экз.
 2. Мальков, Виктор Михайлович. Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2010. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл., фото. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02023.pdf. - Библиогр. в конце разд. - Библиогр. в подстроч. прим. - Услов. обознач.: с. 3. - ISBN 978-5-85546-519-8
 3. Системы восстановления давления для сверхзвуковых химических лазеров [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. М. Мальков [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2009. - 154 с. : граф., схемы, табл., фото. - Библиогр.: с. 152. - Усл. обознач.: с. 6-7. - ISBN 978-5-85546-473-3 – 59 экз.
 4. Системы восстановления давления для сверхзвуковых химических лазеров [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. М. Мальков [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2009. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл., фото. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01395.pdf. - Библиогр.: с. 152. - Усл. обознач.: с. 6-7. - ISBN 978-5-85546-473-3
 5. Мальков, Виктор Михайлович. Основы проектирования проточных газовых лазеров [Текст] : пособие к практическим занятиям [для вузов] / В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2012. - 66 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 65. - Усл. обознач. и сокращ.: с. 3-4. - Контрол. вопросы: в конце занятий. - ISBN 978-5-85546-698-0 – 76 экз.
 6. Мальков, Виктор Михайлович. Основы проектирования проточных газовых лазеров [Электронный ресурс] : пособие к практическим занятиям [для вузов] / В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2012. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации

\\lib_server\elres\elr01813.pdf. - Библиогр.: с. 65. - Усл. обознач. и сокращ.: с. 3-4. - Контрол. вопросы: в конце занятий. - ISBN 978-5-85546-698-0

4. Перечень дополнительной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):

1. Химические лазеры [Текст] : пер. с англ. / ред. Р. В. Ф. Гросс, ред. Дж. Ф. Ботт. - М. : Мир, 1980. - 832 с. : граф., рис., табл., фото. - Авторы указ. в оглавлении. - Библиогр. в конце глав. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - Предметный указ.: с. 828-831. - 2 экз.

2. Борейшо, Анатолий Сергеевич. Системы подготовки рабочего тела проточных газовых лазеров открытого цикла [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. С. Борейшо ; Ленингр. механ. ин-т. - Л. : [б. и.], 1990. - 158 с. : граф., схем., табл. - Библиогр.: с. 151-156. - 50 экз.

3. Химические лазеры [Текст] / А. С. Башкин [и др.] ; ред. Н. Г. Басов. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. - 400 с. : граф., рис., схем., табл. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 376-400. - 4 экз.


4. Фёдоров, Игорь Апполинариевич. Непрерывные химические лазеры на рабочих молекулах фтористого действия [Текст] : учебное пособие : в 2 кн. Кн. 1 / И. А. Фёдоров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 1994. - 125 с. : рис., табл. - ISBN 5-85546-016-9 - 81 экз.

5. Фёдоров, Игорь Апполинариевич. Непрерывные химические лазеры на рабочих молекулах фтористого водорода и фтористого дейтерия [Текст] : учебное пособие : в 2 кн. Кн. 2 / И. А. Фёдоров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 1994. - 182 с. : табл., рис. - Библиогр.: с. 125 - 135. - Приложения : с. 136 - 182. - ISBN 5-85546-017-7 - 84 экз.

6. Савин, Андрей Валерьевич. Моделирование рабочих процессов химического кислородно-йодного лазера [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Савин, И. А. Киселёв ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2013. - 71 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 68-69. - Контр. вопросы: с. 67. - Прил.: с. 70. - ISBN 978-5-85546-779-6 - 70 экз.

7. Савин, Андрей Валерьевич. Моделирование рабочих процессов химического кислородно-йодного лазера [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Савин, И. А. Киселёв ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. - 1 эл. жестк. диск : схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01968.pdf. - Библиогр.: с. 68-69. - Контр. вопросы: с. 67. - Прил.: с. 70. - ISBN 978-5-85546-779-6

Директор библиотеки



(Н.В. Сесина)

Дата