

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Направление/специальность подготовки	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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	
5	9	4	144	51	34	0	17	93	36	0	57	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.04.05 Двигатели летательных аппаратов**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Мальков Виктор Михайлович, д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ**

### **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:

ОПК-4 — Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики, разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для постановки и решения научно-технических задач по направлению подготовки

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-4**

*знания:*

Знает требования и правила подготовки научных публикаций, отчетов, обзоров;

*умения:*

Умеет составлять научно-технические обзоры и отчеты по результатам выполнения исследований и разработок;

*навыки:*

Имеет навыки оформления разрешительных документов на публикации в открытой печати.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.04.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **ВНУТРЕННЯЯ ГАЗОДИНАМИКА ЭНЕРГОУСТАНОВОК, ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА ГИДРОАЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТОВ**

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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	Практические занятия		ОПК-4
5	9	<b>Раздел 1. Лазеры.</b> Полупроводниковые, ТТЛ - твердотельные, волоконные, лазеры на красителях, газовые эл/разрядные лазеры, FEL. Мощные сверхзвук. газовые и химические лазеры - СХГЛ. Мобильные лазерные комплексы-МЛК специального назначения. СО2 ГДЛ.	29	9	6	3	20	20
5	9	<b>Раздел 2. Энергетические установки.</b> Энергетические установки: определение и виды. Основы квантовой электроники. Физические принципы работы твердотельных лазеров, волоконных, лазеров на красителях.	30	10	7	3	20	20
5	9	<b>Раздел 3. Сверхзвуковые химические лазеры.</b> Сверхзвуковые химические лазеры - химическая накачка. HF/DF –лазеры. Сверхзвуковые химические кислород-йодные лазеры – ХКЙЛ.	29	11	7	4	18	20
5	9	<b>Раздел 4. Прохождение излучения в атмосфере.</b> Прохождение излучения в атмосфере: поглощение - коэфф. экстинкции, рассеяние на неоднородностях плотности. Окна «прозрачности». Турбулентность – основные характеристики. Модель Колмогорова. Аэрооптическая задача. Адаптивная оптика. Сравнение характеристик разных типов мощных лазеров: ТТЛ, волоконных, FEL, сверхзвуковых химических - с точки зрения перспективы их использования для мобильных комплексов специального назначения. Система наведения. Телескопы.	29	11	7	4	18	20
5	9	<b>Раздел 5. Общие принципы разработки и создания сложных газодинамических установок.</b> Общие принципы разработки и создания сложных газодинамических установок: этапы, параметрические численные исследования на основе 3-D вязких моделей с целью оптимизации. Роль теории и эксперимента. Верификация численных моделей.	27	10	7	3	17	20
<b>Всего за 9 семестр</b>			144	51	34	17	93	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	34	17	93	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Лазеры.	Устройство лазера и всех его систем (э/питание, системы охлаждения, резонатор, юстировка резонатор).	3
2	Раздел 2. Энергетические установки.	Правила работы с оптическими квантовыми генераторами.	3
3	Раздел 3. Сверхзвуковые химические лазеры.	Методика разработки и создания СВД, программы расчета характеристик СВД (диффузоры, эжектора)	4
4	Раздел 4. Прохождение излучения в атмосфере.	Методика расчета прохождения излучения через турбулентную среду. Программа расчета интенсивности излучения в дальней зоне на цели.	4
5	Раздел 5. Общие принципы разработки и создания сложных газодинамических установок.	Примеры расчетов прохождения излучения по трассам «земля-воздух», «воздух –земля», «земля-космос», «воздух-космос».	3
<b>Всего за 9 семестр</b>			17

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Лазеры.	Изучение дидактических единиц данного раздела.	20
2	Раздел 2. Энергетические установки.	Изучение дидактических единиц данного раздела.	20
3	Раздел 3. Сверхзвуковые химические лазеры.	Изучение дидактических единиц данного раздела.	18
4	Раздел 4. Прохождение излучения в атмосфере.	Изучение дидактических	18

		единиц данного раздела.	
5	Раздел 5. Общие принципы разработки и создания сложных газодинамических установок.	Изучение дидактических единиц данного раздела.	17
<b>Всего за 9 семестр</b>			93

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Этап 1. Анализ задания. Изучение литературы по теме работы. Обзор состояния научно-технических разработок по теме курсового проекта. Постановка задачи исследований. Составление плана необходимых исследований и расчетов.	1 - 3	7
Этап 2. Этап 2. Анализ технических проблем. Конструкторские проработки в среде пакетов САД. Подготовка исходных данных для расчетов. Проведение расчетов, анализ результатов и формулирование выводов.	4 - 13	20
Этап 3. Этап 3. Составление пояснительной записки к работе. Подготовка иллюстративного материала или презентации работы.	14 - 15	7
Этап 4. Этап 4. Защита курсового проекта.	16 - 17	2
<b>Всего за 9 семестр</b>		36

## 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
<b>9</b>					ТекК	ДР			ТекК	ДР					ТекК	ДР	КП

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- КП – курсовой проект.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Беляев, А. П. Жевлаков, В. В. Лобачёв. Оптика мощных лазеров. Ч. 3 Система вывода излучения. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, эл. рес.
2. А. В. Савин, И. А. Киселёв. . Моделирование рабочих процессов химического кислородно-йодного лазера. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 73 экз.
3. А. В. Савин, И. А. Киселёв. . Моделирование рабочих процессов химического кислородно-йодного лазера. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
4. А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие. СПб.: Лань, 2021, эл. рес.
5. А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
6. В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
7. 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.
8. В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 63 экз.
9. 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.
10. О. Звелто. . Принципы лазеров. СПб.: Лань, 2008, 29 экз.
11. О. Звелто. . Принципы лазеров. М.: Мир, 1990, эл. рес.
12. ред. В. В. Лобачёв ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Оптика мощных лазеров. Ч. 4 Зеркала. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 70 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Химические лазеры. М.: Мир, 1980, 3 экз.
2. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Устройство и действие энергетических аппаратов и систем. СПб.: НИЦ АРТ, 2020, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук.

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

1. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
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. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
2. Matlab 2015a SP1;



- 3. Microsoft Office;
- 4. Google Chrome.

5.6. Информационные технологии:

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

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

1. Установка для изучения истечения газа из баллона;
2. Проектор;
3. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
4. Matlab 2015a SP1;
5. Microsoft Office;
6. Google Chrome.

### **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 **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.04.05 *Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-4 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики, разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для постановки и решения научно-технических задач по направлению подготовки.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами и технологиями современных экспериментальных и диагностических исследований гидроаэромеханических и теплофизических процессов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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. Лазеры.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела.	А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (1) . Химические лазеры: М.: Мир, 1980 (1) О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (1-3) О. Звелто. . Принципы лазеров: М.: Мир, 1990 (1-3) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1)	20
Итого по разделу 1		20
<b>Раздел 2. Энергетические установки.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела.	О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (5) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Основы проектирования проточных газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2) А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)	20
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. Сверхзвуковые химические лазеры.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела.	А. В. Савин, И. А. Киселёв. . Моделирование рабочих процессов химического кислородно-йодного лазера: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-3) А. В. Савин, И. А. Киселёв. . Моделирование рабочих процессов химического кислородно-йодного лазера: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-3) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. . Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-2) О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (6) В. М. Мальков, И. А. Киселёв, А. Е. Орлов. Газовая динамика рабочего канала сверхзвуковых газовых лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-2) 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)	18
Итого по разделу 3		18
<b>Раздел 4. Прохождение излучения в атмосфере.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела.	О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (7-8) А. А. Беляев, А. П. Жевлаков, В. В. Лобачёв. Оптика мощных лазеров. Ч. 3 Система вывода излучения: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (4)	18

	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Устройство и действие энергетических аппаратов и систем: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (2)	
Итого по разделу 4		18
<b>Раздел 5. Общие принципы разработки и создания сложных газодинамических установок.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела.	О. Звелто. . Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (11-12) ред. В. В. Лобачёв ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Оптика мощных лазеров. Ч. 4 Зеркала: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (3-4) А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (7) А. А. Беляев, А. П. Жевлаков, В. В. Лобачёв. Оптика мощных лазеров. Ч. 3 Система вывода излучения: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (3-4)	17
Итого по разделу 5		17

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- курсовой проект;
- экзамен.

### 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.

#### Вопросы для текущего контроля

Текущий контроль (ТК) с использованием тестовых заданий и вопросов. Вопросы для текущего контроля входят в состав УМК дисциплины.

В тестировании используется 10 вопросов по разделам дисциплины.

Оценка усвоения дисциплины проводится по 100 бальной шкале:

- рейтинг теста меньше 30 баллов (ответ на 5 и менее вопросов) – ТК не сдан,
- рейтинг теста от 30 до 60 баллов (ответ на 6 вопросов) – дополнительное собеседование (2 вопроса), при положительных ответах ТК сдан;
- рейтинг теста от 60 до 100 баллов (ответ на 7 и более вопросов) – ТК сдан.

#### Курсовой проект

Перечень тем курсовых проектов входит в состав УМК дисциплины.

Пояснительная записка к курсовому проекту представляется в печатной форме с использованием редактора Word (образец в составе УМК по дисциплине).

Критерии оценивания (в 10-и бальной системе):

- правильный расчёт, оформление результатов в соответствии с требованиями и их защита – 10 баллов, основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 5 до 2 являются:
- неуверенная защита результатов расчёта;
- неполный или отсутствующий перечень предложений по содержанию задания;
- небрежное выполнение пояснительной записки,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба графиков, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Требования к защите КП: Защита КП осуществляется перед комиссией из преподавателей, назначенной приказом по кафедре в свободной форме “вопрос - ответ”.

Вес контрольных этапов выполнения КП:

- активность и самостоятельность в ходе выполнения КП – 25%;
- оформление пояснительной записки к КП – 15%;
- своевременное выполнение КП по графику контрольных мероприятий – 20%;
- уровень защиты результатов, ответов на контрольные вопросы – 50%.

Критерии оценивания защиты КП (по 100 бальной шкале)

- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение 10 баллов;
- логичность и последовательность в изложении материала 10 баллов;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой 15 баллов;
- объем исследованной литературы и других источников информации 15 баллов;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса 15 баллов;
- обоснованность выводов 15 баллов;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, аннотация, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) 10 баллов;
- соблюдение объёма, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора

текста) 10 баллов.

Количество баллов за КП соответствуют следующей оценке:

- при наборе студентом менее 50 баллов – оценка "не защитил";
- при наборе студентом от 51 до 65 баллов – оценка "удовлетворительно";
- при наборе студентом от 66 до 85 баллов – оценка "хорошо";
- при наборе студентом от 86 до 100 баллов – оценка "отлично"

### **Экзамен**

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме экзамена. Экзамен проводится в форме устных ответов на 2 вопроса экзаменационного билета. Комплект билетов входит в состав УМК дисциплины. Итоги сдачи экзамена оцениваются следующим образом:

- полный правильный ответ на оба вопроса – отлично;
- полный правильный ответ на один из вопросов с дополнительным собеседованием по второму – хорошо;
- неполные ответы на оба вопроса с дополнительным собеседованием по их тематике – удовлетворительно;
- неправильные ответы и не готовность к собеседованию по темам билета – неудовлетворительно.

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	Практические занятия		ОПК-4	
5	9	Раздел 1. Лазеры.	29	9	6	3	20	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Энергетические установки.	30	10	7	3	20	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Сверхзвуковые химические лазеры.	29	11	7	4	18	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 4. Прохождение излучения в атмосфере.	29	11	7	4	18	20	Курсовой проект
5	9	Раздел 5. Общие принципы разработки и создания сложных газодинамических установок.	27	10	7	3	17	20	Курсовой проект
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	



## Оценочные материалы по дисциплине ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

**ОПК-4 - Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики, разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для постановки и решения научно-технических задач по направлению подготовки**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность действий при моделировании распространения лазерного излучения в атмосфере:

1. Определение параметров лазерного пучка (мощность, длина волны).
2. Учет атмосферных условий (турбулентность, поглощение).
3. Выбор математической модели (уравнение переноса, параболическое приближение).
4. Численное решение уравнения.
5. Валидация модели на экспериментальных данных.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В больших трансзвуковых А/Д-трубах повышение числа Рейнольдса достигается...

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем принципиальные трудности газодинамического эксперимента при гиперзвуковых скоростях?

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Для чего используется метод шлирен-фотографии?

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

В каких режимах работы может осуществляться лазерная резка?

- 1) Плавление
- 2) Абляция
- 3) нагрев без оплавления поверхности

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

Какие процессы используются для сварки в режиме теплопроводности?

1. плавление и испарение
2. абляция
3. нагрев без оплавления поверхности
4. плавление без интенсивного испарения

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между мощностью излучения и диаметром пятна лазерного излучения, если на поверхности детали плотность мощности составляет  $10 \text{ МВт/см}^2$

- 1 - 197 Вт
  - 2 - 786 Вт
  - 3 - 1767 Вт
- а - 150 мкм
- б - 50 мкм
- в - 100 мкм

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность этапов анализа научно-технической проблемы в области лазерных технологий:

1. Формулировка цели исследования.
2. Анализ литературы и существующих решений.
3. Постановка задач исследования.
4. Разработка плана эксперимента.
5. Проведение экспериментальных исследований.
6. Обработка и интерпретация результатов.

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

**Установите соответствие между физическими процессами в лазерных системах и их математическими моделями:**

- |   |  |
|---|--|
| 1. Теплопроводность в активной среде лазера           | А. Уравнение теплопроводности Фурье                        |
| 2. Дифракция лазерного пучка                          | Б. Уравнения квантовой механики (уравнение Шрёдингера)     |
| 3. Генерация лазерного излучения                      | В. Уравнения Максвелла для электромагнитных волн           |
| 4. Термоупругость в материалах при лазерной обработке | Г. Уравнения теории упругости с учетом температурных полей |
|   | Д. Закон Бугера-Ламберта-Бера                              |

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как получаются критерии подобия в теории «Гидродинамического подобия»?

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите процессы в порядке возрастания плотности мощности, необходимой для их запуска.

- 1) ускорение частиц
- 2) многофотонная ионизация
- 3) плавление
- 4) ионизация поля

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

Для мощных сверхзвуковых лазеров наиболее подходящим является тип резонатора:

1. Неустойчивый многопроходный
2. Устойчивый, плоскопараллельный, многомодовый
3. Устойчивый конфокальный

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

С какой целью подается технологический газ при газолазерной резке?

1. для удаления расплава из зоны резки
2. для охлаждения обрабатываемого материала
3. для удаления вредных примесей
4. для визуального наблюдения места реза по факелу

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

Поскольку в потоке в химическом сверхзвуковом лазере в лазерной камере-ЛК

происходит тепловыделение  $dQ > 0$  то, чтобы поток не затормозился, надо предпринять следующее:

1. Использовать в системе восстановления давления - СВД лазера мощный эжектор
2. Сделать канал после соплового блока - СБ раскрывающимся так, чтобы угол раскрытия компенсировал  $dQ > 0$
3. Охлаждать рабочий канал лазера

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

Адаптивные зеркала используемые в выходном телескопе:

1. Выравнивают волновой фронт- ВФ излучения так, чтобы расходимость его была близка к дифракционной
2. Искривляют ВФ в соответствии с информацией о турбулентности по трассе так, чтобы добиться оптимального прохождения общего луча до цели ( получить  $\max I_0$  )
3. Подстраивают и исправляют ВФ излучения после прохождения системы формирования и ввода луча в телескоп