

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛО- И МАССООБМЕН В ВАКУУМНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

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	
6	11	4	144	51	34	0	17	93	0	0	93	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 составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Иголкин Сергей Иванович, к.т.н., доцент

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Овчинникова Ольга Константиновна, к.т.н., доцент

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

ТЕПЛО- И МАССООБМЕН В ВАКУУМНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Разделы рабочей программы

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

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2.1 — Способен проводить работы по экспериментальным исследованиям и/или вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-2.1

знания:

газодинамические и теплообменные процессы, сопровождающие работу энергоустановок авиационной и ракетно-космической техники;

умения:

проводить анализ газодинамических и теплообменных процессы, сопровождающих работу энергоустановок авиационной и ракетно-космической техники;

навыки:

анализа газодинамических и теплообменных процессов, сопровождающих работу энергоустановок авиационной и ракетно-космической техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛО- И МАССООБМЕН В ВАКУУМНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВНУТРЕННЯЯ ГАЗОДИНАМИКА ЭНЕРГОУСТАНОВОК, ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен использовать современные информационные технологии при выполнении научных исследований и разработок; использовать стандартные пакеты прикладных программ; способен к алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований; организовывать и соблюдать требования информационной безопасности в профессиональной деятельности
- ПК-2.1 — Способен проводить работы по экспериментальным исследованиям и/или вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты
- ПК-2.3 — Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

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		ПК-2.1
6	11	Раздел 1. Основные понятия о плазме и устройствах для ее генерации. Способы описания плазменных сред, струй и внутренних динамических процессов. Основные параметры. Устройства для их создания плазмы и варианты расчета характеристик. Особенности плазменного состояния. Принципиальная неравновесность прямых и обратных процессов. Многотемпературность компонент, пороговый характер, нелинейность законов и множественность направлений энергетических потоков. Виды плазмы в разных областях по энергетике, концентрации компонент и пространственным масштабам. Виды плазменных разрядов. Физика электрического пробоя. Излучение плазмы. Степени ионизации. Многозарядные ионы. Тепло- и массообменные процессы в плазме. Диффузия, теплопроводность компонент, Конвективные, скоростные эффекты. Электронная эмиссия. Ионизация и рекомбинация. Неустойчивости и методы стабилизации плазмы. Статистические распределения в плазме. Диагностика состояний.	26	12	8	4	14	20
6	11	Раздел 2. Устройство и проектирование плазменных установок. Общие принципы проектирования плазменных энергетических установок. Конструктивные и режимные параметры генераторов плазмы. Плазматроны. Плазмотроны постоянного тока. Плазмотроны переменного тока. Высокочастотные плазмотроны. Классификация дуговых плазмотронов. Электрические и теплогазодинамические характеристики. Электрореактивные двигатели. Виды ЭРД и их основные параметры. Устройства для резки металлов и плазменного напыления Импульсные плазменные генераторы. Вольтамперные, вольт-расходные и ресурсные характеристики. Определение электрических и тепловых характеристик плазмотронов. Способы стабилизации дуги в канале плазмотрона. Плазмотроны с фиксированной длиной дуги. Плазмотроны с МЭВ. Способы возбуждения разрядов. Некоторые проблемы конструирования. Выбор источника питания и вспомогательных устройств.	37	12	8	4	25	20
6	11	Раздел 3. Взаимодействие плазмы с материалами и средами. Электро-зондовая диагностика плазмы. Катодные и анодные пятна. Обработка материалов плазмой. Плазменное поверхностное упрочнение. Влияние параметров режима обработки на структуру и характеристики упрочненной зоны. Технологические аспекты плазменной резки. Виды плазменной резки. Особенности физических процессов. Зоны плавления и термического влияния. Ввод дисперсной примеси в струю плазмы при нанесении покрытий. Порошковые материалы для напыления.	38	15	10	5	23	20
6	11	Раздел 4. Применение плазменных технологий. Плазменные технологии в экологии и космической технике. Вредные воздействия, связанные с загрязнением воздуха. Защита окружающей среды от промышленных отходов. Нейтрализация плазмой бытовых и медицинских отходов. Утилизация в плазменной реактивной струе ЭРД.	30	12	8	4	18	20
6	11	Раздел 5. Подготовка и написание реферата. Написание реферата на индивидуальную тему.	13	0	0	0	13	20
Всего за 11 семестр			144	51	34	17	93	100
Всего по дисциплине			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. Основные понятия о плазме и устройствах для ее генерации. Способы описания плазменных сред, струй и внутренних динамических процессов.	Классификация видов плазмы. Устройство, принцип действия плазмотронов. Способы описания плазменных сред, струй и внутренних динамических процессов. Устройства для создания плазмы и измерения ее параметров. Алгоритмы расчета характеристик.	4
2	Раздел 2. Устройство и проектирование плазменных установок.	Общие принципы проектирования плазменных энергетических установок. Вольтамперные, вольт-расходные и ресурсные характеристики. Способы возбуждения разрядов.	4
3	Раздел 3. Взаимодействие плазмы с материалами и средами.	Электронная диагностика плазмы. Катодные и анодные пятна. Виды плазменной резки. Технологии подготовки и оценки термического эффекта при плазменном нанесении покрытий	5
4	Раздел 4. Применение плазменных технологий.	Ввод дисперсной примеси в струю плазмы. Плазменная нейтрализация бытовых и медицинских отходов. Преобразование отходов в плазменную реактивную струю ЭРД.	4

Всего за 11 семестр	17
----------------------------	----

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия о плазме и устройствах для ее генерации. Способы описания плазменных сред, струй и внутренних динамических процессов.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	14
2	Раздел 2. Устройство и проектирование плазменных установок.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	25
3	Раздел 3. Взаимодействие плазмы с материалами и средами.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	23
4	Раздел 4. Применение плазменных технологий.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	18
5	Раздел 5. Подготовка и написание реферата.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	13
Всего за 11 семестр			93

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
11					ТекК	ДР			ТекК	ДР	ТекК			ТекК	Реф	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Реф – реферат.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- реферат.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Р. Маслов, С. В. Фёдоров, А. Г. Схиртладзе. . Высокоэффективные технологии и оборудование современного машиностроительного производства. Старый Оскол: ТНТ, 2017, 25 экз.
2. В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 70 экз.
3. Г. М. Жинжиков, А. П. Курьшев, Г. А. Лукьянов. . Прикладная физическая механика. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1990, 59 экз.
4. О. Н. Фаворский, В. В. Фишгойт, Е. И. Янтовский. . Основы теории космических электрореактивных двигательных установок. М.: Высшая школа, 1978, 10 экз.
5. С. И. Иголкин. . Резонансные связи и дискретная модель конденсированного вещества. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. С. Д. Гришин, Л. В. Лесков, Н. П. Козлов. . Электрические ракетные двигатели. М.: Машиностроение, 1975, 1 экз.
2. С. И. Иголкин. . Резонансные связи и дискретная модель конденсированного вещества. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 2 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/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — 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 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

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

6.2. Практические занятия:

1. Проектор.

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 **ТЕПЛО- И МАССООБМЕН В ВАКУУМНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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*:

ПК-2.1 Способен проводить работы по экспериментальным исследованиям и/или вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с выработкой навыков, необходимых для исследовательской и проектно-конструкторской деятельности специалиста в области создания новой техники и интенсификации рабочих процессов в изделиях высокой технологии, а также для проведения исследований процессов и оптимизации их характеристик в энергетических установках различных типов, для активного владения методами расчетного моделирования плазменных течений и тепломассопереноса в объектах плазменной техники.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- реферат.

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.
Раздел 1. Основные понятия о плазме и устройствах для ее генерации. Способы описания плазменных сред, струй и внутренних динамических процессов.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Введение, 1)	14
Итого по разделу 1		14
Раздел 2. Устройство и проектирование плазменных установок.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	25
Итого по разделу 2		25
Раздел 3. Взаимодействие плазмы с материалами и средами.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	С. И. Иголкин. . Резонансные связи и дискретная модель конденсированного вещества: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2) С. И. Иголкин. . Резонансные связи и дискретная модель конденсированного вещества: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2)	23
Итого по разделу 3		23
Раздел 4. Применение плазменных технологий.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	С. И. Иголкин. . Резонансные связи и дискретная модель конденсированного вещества: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3) С. И. Иголкин. . Резонансные связи и дискретная модель конденсированного вещества: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3)	18
Итого по разделу 4		18
Раздел 5. Подготовка и написание реферата.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	Г. М. Жинжиков, А. П. Курышев, Г. А. Лукьянов. . Прикладная физическая механика: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1990 (Все главы) С. Э. Фриш. . Оптические спектры атомов: СПб.: Лань, 2010 (Все главы) С. Д. Гришин, Л. В. Лесков, Н. П. Козлов. . Электрические ракетные двигатели: М.: Машиностроение, 1975 (Все главы) А. Р. Маслов, С. В. Фёдоров, А. Г. Схиртладзе. . Высокоэффективные технологии и оборудование современного машиностроительного производства: Старый	13

	Оскол: ТНТ, 2017 (Все главы) О. Н. Фаворский, В. В. Фишгойт, Е. И. Янтовский. . Основы теории космических электрореактивных двигательных установок: М.: Высшая школа, 1978 (Все главы)	
Итого по разделу 5		13

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- реферат;
- 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

Вопросы для текущего контроля входят в состав УМК дисциплины.

Реферат

Объем реферата – не менее 15 стр. Обязательно использование не менее 3-х отечественных и не менее 1-го иностранного источника, опубликованных в последние 15 лет. Пояснительная записка с текстом, рисунками и графиками выполняется в редакторе “Word”. Процедура защиты реферата включает ответы на вопросы преподавателя, выступление с презентацией результатов и последующим групповым обсуждением темы. В ходе защиты реферата обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

Оценка реферата выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- оформление пояснительной записки – 30 баллов,
- постановка доклада и доклад – 30 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 40 баллов.

Распределение баллов по элементам:

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы 7 баллов;
- соответствие целям и задачам дисциплины 7 баллов;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение 8 баллов;
- логичность и последовательность в изложении материала 8 баллов;
- способность к работе с литературными источниками, интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой 8 баллов;
- объем исследованной литературы и других источников информации 7 баллов;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников 7 баллов;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса 7 баллов;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию 7 баллов;
- навыки планирования и управления временем при выполнении работы 7 баллов;
- обоснованность выводов 7 баллов;
- наличие авторской аннотации к реферату 7 баллов;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) 7 баллов;
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста) 6 баллов.

Реферат считается принятым при наборе студентом более 85 баллов.

Примеры тем рефератов:

- Основы теории и свойства дугового разряда.
- Ионизация газов. Понятие плазмы.
- Структура электродугового разряда.

- Низкотемпературная плазма.
- Области применения электродуговой плазмы.
- Плазменная резка металлов.
- Энергетические характеристики плазмотронов.
- Плазменное нанесение покрытий.
- Виды ВЧ и СВЧ плазмотронов.
- Устройство ВЧ и СВЧ плазмотронов.
- Плазменно-термическая обработка материалов с использованием ВЧ-плазмы.
- Плазмотроны косвенного действия.
- Плазмотроны с вынесенным дуговым разрядом.

Экзамен

Допуском к сдаче экзамена является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины.

Экзамен проводится в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета.

Оценка за экзамен выставляется по результатам ответов 2 вопроса экзаменационного билета:

«отлично» - полный ответ на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы;

«хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;

«удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;

«неудовлетворительно» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Перечень экзаменационных вопросов представлен в УМК дисциплины.

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		ПК-2.1	
6	11	Раздел 1. Основные понятия о плазме и устройствах для ее генерации. Способы описания плазменных сред, струй и внутренних динамических процессов.	26	12	8	4	14	20	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 2. Устройство и проектирование плазменных установок.	37	12	8	4	25	20	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 3. Взаимодействие плазмы с материалами и средами.	38	15	10	5	23	20	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 4. Применение плазменных технологий.	30	12	8	4	18	20	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 5. Подготовка и написание реферата.	13	0	0	0	13	20	Реферат
Всего за 11 семестр			144	51	34	17	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	

Оценочные материалы по дисциплине ТЕПЛО- И МАССООБМЕН В ВАКУУМНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

ПК-2.1 - Способен проводить работы по экспериментальным исследованиям и/или вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Опишите понятие "дуговой разряд", динамику его появления, приведите примеры применения в технологии.
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Опишите понятие "искровой разряд", динамику его появления, дайте характеристику возникающей плазме, приведите примеры.
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие описания и наименования разрядов в газах:
- 1 Тлеющий
 - 2 Коронный
 - 3 Плазменный
 - 4 Газовый лазерный
 - 5 Пучковый
 - 6 Дуговой
- а Стационарный самостоятельный электрический разряд в газах, формируется при низком давлении газа и малом токе. Примером является свечение неоновой лампы.
- б Самостоятельный газовый разряд, который возникает в резко неоднородных полях у электродов с большой кривизной поверхности, главным условием для образования разряда является повышенная напряжённость электрического поля возле острия. Примером являются огни святого Эльма.
- с Разряд, происходящий при высоких температурах и давлениях в газах, характеризуется образованием особого состояния вещества, в котором заряженные частицы свободно движутся.
- д Разряд, который источником световой энергии, характеризуется созданием области плазмы, в которой возбуждаются молекулы газа и происходит излучение.
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Приведите в соответствие характеристики слоёв атмосферы земли и их названия:
- 1 тропосфера
 - 2 стратосфера
 - 3 мезосфера
 - 4 термосфера
 - 5 экзосфера
 - 6 ноосфера
- а температура воздуха понижается с высотой примерно на $0,6^{\circ}\text{C}$ каждые 100 метров, на верхней границе области температура становится отрицательной
- б температура в нижнем слое меняется незначительно, а в верхнем повышается от $-56,5^{\circ}\text{C}$ до $+0,8^{\circ}\text{C}$

с температура воздуха быстро и резко возрастает и может варьироваться от 200°C до 2000°C в зависимости от степени солнечной активности

d температура частиц (газокинетическая температура) составляет порядка 1500...3000°C, и слабо растёт с высотой

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Работа плазменного резака инициируется следующим образом:

1 Создание дежурной электрической дуги, когда от источника питания в плазмотрон поступают токи высокой частоты. Под их воздействием внутри аппарата между наконечником сопла и электродом образуется дежурная дуга температурой 6000–8000°C.

2 Ионизация газа, когда в камеру плазмотрона поступает сжатый воздух, который, проходя через дугу, нагревается и ионизируется, приобретая токопроводящие свойства.

3 Формирование плазменного потока, когда создается поток горячего ионизированного газа в сопле.

4 Зажигание рабочей дуги, когда плазма соприкасается с поверхностью металла, зажигается рабочая или режущая дуга. Под её действием металл плавится, образуя рез, а расплавленные частицы удаляются струёй под высоким давлением.

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

К свойствам плазмы нельзя отнести:

1 Подвижность заряженных частиц

2 Высокая проводимость

3 Невозможность перемещения частиц

4 Возникновение колебаний и волн

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность смены слоев в атмосфере Земли, начиная от её поверхности.

1 Планетарный пограничный слой

2 Тропосфера

3 Тропопауза

4 Стратосфера

5 Стратопауза

6 Мезосфера

7 Мезопауза

8 Линия Кармана

9 Термосфера

10 Термопауза

11 Экзосфера

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

С помощью чего проводится инициация разряда в плазмотроне?

1. Разведение электродов

2. Взрыв проволоочки

3. Высокое напряжение

4. Все вышеперечисленное

- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой температуры не должна быть плазма, чтобы она считалась низкотемпературной?
- 1 10^3
 - 2 10^4
 - 3 10^5
 - 4 10^6
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Укажите все элементы однокамерного плазмотрона:
- 1 Катод
 - 2 Анод
 - 3 Инжектор
 - 4 Изолятор
 - 5 Магнит
 - 6 Завихритель
 - 7 Соленоид
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие параметры характеризуют низкотемпературную плазму?
1. Температура до 8 эВ
 2. Степень ионизации от 1 мкм до 0.1
 3. Спин электрона $1/2h$
 4. Низкие давления порядка 80 кПа
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Перечислите явления, относящиеся к природной форме плазмы:
1. Электрическая дуга
 2. Ионосфера
 3. Языки пламени
 4. Плазменная панель
 5. Солнечный ветер

Содержание дисциплины является логическим продолжением знаний, полученных при освоении программы бакалавриата, в том числе по дисциплине "Иностранный язык" и служит основой для освоения дисциплин: