

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТРОЙСТВО, ОСНОВЫ ТЕОРИИ И КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
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	
3	5	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Тетерина Ирина Владимировна, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

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
УСТРОЙСТВО, ОСНОВЫ ТЕОРИИ И КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

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 — способность осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла
ОПК-6 — способность анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-4

знания:

особенностей создания, эксплуатации и утилизации двигателей летательных аппаратов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений;

умения:

выявлять основные экономические, экологические, социальные и другие ограничения при проектировании и эксплуатации двигателей летательных аппаратов;

навыки:

анализа процессов в двигателях летательных аппаратов и их конструирования, разработки физических схем и математических моделей оценки основных параметров систем.

ОПК-6

знания:

на уровне представлений: теоретические основы принципов действия и их реализацию в двигателях летательных аппаратов;

на уровне воспроизведения: методы анализа эффективности и перспективы использования двигателей ЛА различного вида и назначения, иметь практические навыки расчёта параметров преобразования энергии в двигателях;

на уровне понимания: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы в двигателях;

умения:

теоретические: разрабатывать физические схемы и математические модели энергетических систем различного принципа действия;

практические: разрешение математических моделей и физических схем двигателей, выделяя основные и второстепенные процессы, определять характерные параметры, взаимосвязь их характеристик;

навыки:

анализа процессов преобразования энергии в двигателях летательных аппаратов и их конструирования, разработки физических схем и математических моделей оценки основных параметров систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УСТРОЙСТВО, ОСНОВЫ ТЕОРИИ И КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ И ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В АРКТ, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ, ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники
- ПК-93 — способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

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	ОПК-6
3	5	Раздел 1. Понятие двигателя летательного аппарата и схемы его реализации. 1.1. Основы реактивного движения. 1.2. Классификация двигателей ЛА. 1.3. Основные параметры двигателей ЛА.	24	8	4	4	16	30	15
3	5	Раздел 2. Воздушно-реактивные двигатели. 2.1. Прямоточные ВРД. 2.2. Пульсирующие ВРД. 2.3. Турбокомпрессорные ТВРД. 2.4. Турбовинтовые ВРД. 2.5. Пути повышения эффективности и тяги ВРД. Кризис тяги ВРД.	26	12	6	6	14	10	20
3	5	Раздел 3. Ракетные двигатели. 3.1. Ракетные двигатели на жидком топливе. 3.2. Ракетные двигатели на твёрдом топливе. 3.3. Гибридные ракетные двигатели.	22	12	6	6	10	10	20
3	5	Раздел 4. Плазменные и электромагнитные ускорители. 4.1. Электротермические и ядерные РД. 4.2. Электромагнитные ускорители. 4.3. Электростатические (ионные) ускорители.	22	12	6	6	10	10	15
3	5	Раздел 5. Основные параметры реактивной системы. 5.1. Характеристики реактивной системы. 5.2. Оценка характеристик реактивной системы.	22	12	6	6	10	10	15
3	5	Раздел 6. Элементы проектирования ракетного двигателя. 6.1. Оценка размеров камеры сгорания ЖРД и РДТТ. 6.2. Размеры и профилирование сопла РД.	28	12	6	6	16	30	15
Всего за 5 семестр			144	68	34	34	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Понятие двигателя летательного аппарата и схемы его реализации.	Расчёт основных параметров двигателей ЛА	4
2	Раздел 2. Воздушно-реактивные двигатели.	Расчёт удельной тяги и тяги ВРД в зависимости от условий полёта ЛА.	6
3	Раздел 3. Ракетные двигатели.	Расчёт удельной тяги и тяги РД в зависимости от рода топлива и параметров в камере сгорания.	6
4	Раздел 4. Плазменные и электромагнитные ускорители.	Расчёт удельной тяги и тяги ускорителей в зависимости от их типа и рабочего тела	6
5	Раздел 5. Основные параметры реактивной системы.	Расчёт основных характеристик реактивной системы в зависимости от её назначения	6
6	Раздел 6. Элементы проектирования ракетного двигателя.	Расчёт основных размеров ракетного двигателя в зависимости от его типа и назначения	6
Всего за 5 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Понятие двигателя летательного аппарата и схемы его реализации.	Подготовка реферата	12
2		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
3	Раздел 2. Воздушно-реактивные двигатели.	Разработка ДЗ. Оценка основных характеристик и элементы конструкции турбокомпрессорного воздушно-реактивного двигателя.	10
4		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4

5	Раздел 3. Ракетные двигатели.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
6	Раздел 4. Плазменные и электромагнитные ускорители.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
7	Раздел 5. Основные параметры реактивной системы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10
8	Раздел 6. Элементы проектирования ракетного двигателя.	Разработка ДЗ. Оценка основных характеристик и элементы конструкции реактивной системы.	10
9		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
Всего за 5 семестр			76

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
5						ДР	ТекК		ДЗ	ДР		ТекК		ДЗ	Реф	ДР	

Условные обозначения:

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

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 70 экз.
2. В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
3. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 2 Техническая термодинамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 215 экз.
4. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 60 экз.
5. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 241 экз.
6. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теория и практика реактивного ускорения тел. СПб.: НИЦ АРТ, 2021, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru> — 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:

1. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
2. Matlab 2015a SP1.

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;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. Matlab 2015a SP1.

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 **УСТРОЙСТВО, ОСНОВЫ ТЕОРИИ И КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.03.05 *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 способность осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла;

ОПК-6 способность анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами, физической сущностью процессов в двигателях летательных аппаратов. Даются практические навыки по анализу устройства и процессов, реализующихся в объектах исследования в зависимости от их функционального назначения, а также расчёту, анализу эффективности и перспектив развития энергоустановок различного вида и назначения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- домашнее задание;
- 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 (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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. Понятие двигателя летательного аппарата и схемы его реализации.		
Подготовка реферата	В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1,2)	12
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теория и практика реактивного ускорения тел: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (1,2)	4
Итого по разделу 1		16
Раздел 2. Воздушно-реактивные двигатели.		
Разработка ДЗ. Оценка основных характеристик и элементы конструкции турбокомпрессорного воздушно-реактивного двигателя.	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман. . Термодинамика энергетических систем в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (6.4)	10
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 2 Техническая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (13.4) В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (6)	4
Итого по разделу 2		14
Раздел 3. Ракетные двигатели.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теория и практика реактивного ускорения тел: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (2) В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Термодинамика энергетических систем. Кн. 2 Техническая термодинамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (13.4)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Плазменные и электромагнитные ускорители.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теория и практика реактивного ускорения тел: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (2.3)	10
Итого по разделу 4		10

Раздел 5. Основные параметры реактивной системы.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теория и практика реактивного ускорения тел: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (3) В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3)	10
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Элементы проектирования ракетного двигателя.		
Разработка ДЗ. Оценка основных характеристик и элементы конструкции реактивной системы.	В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теория и практика реактивного ускорения тел: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (4) В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (4)	10
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		6
Итого по разделу 6		16

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Реферат

Примеры тем рефератов приведены в УМК дисциплины.

Реферат представляется в печатном виде и оценивается по десятибалльной шкале на соответствие следующим критериям:

- Текстовая часть отчета выполнена на стандартных листах белого цвета формата А4, цвет шрифта черный. При оформлении использован шрифт Times New Roman или Arial, кегль 12-14 пт; полуторный межстрочный интервал и обычный межзнаковый интервал. При оформлении использован абзацный отступ 1,25 см; абзацный интервал 0; выравнивание по ширине страницы. При наборе формул использован встроенный редактор Microsoft Office Word (Microsoft Equation 3,0) или редактор MathType. Формулы выровнены по центру. После каждой формулы ставится запятая, а первая строка с расшифровкой начинается со слова «где» без двоеточия и без абзацного отступа. Рисунки представлены в формате: «Рисунок 1 – Наименование», выровнены по центру, без абзацного отступа. Их количество является достаточным для пояснения содержания и обоснования выводов. (1-5 баллов)
 - Реферат содержит все необходимые элементы: титульный лист, цель и задачи, теоретические сведения, заключение или выводы. Отдельно оценивается полнота раскрытия темы. (1-5 баллов)
- Оценка выставляется в соответствии с полученными баллами: 5-6 баллов "удовлетворительно", 7-8 баллов "хорошо", 9-10 баллов "отлично".

Домашнее задание

Решение оформляется в виде пояснительной записки, включающей текстовую часть с результатами решения и графическое изображение (физическую схему) с полной математической моделью обсуждаемого явления. Пояснительная записка с текстом, рисунками и графиками выполняется в редакторе "Word".

Процедура защиты результатов решения задачи включает ответы на вопросы преподавателя. В ходе защиты обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

Варианты домашних заданий представлены в УМК.

Критерии оценивания.

Оценка выполнения домашнего задания выставляется по 100 балльной шкале с учётом:

- оформление пояснительной записки – 40 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 60 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 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.

Домашнее задание считается принятым, если набрать 85 и более баллов.

Вопросы для текущего контроля

Ответы на вопросы по разделам осуществляются в устной форме. Студенту задаются 3 вопроса в рамках изученного раздела. Для успешной аттестации необходимо ответить правильно минимум на 2 вопроса. Ответ должен быть правильным, содержательным, аргументированным. Вопросы представлены в УМК.

Экзамен

Экзамен проводится в форме устных ответов на экзаменационные вопросы, перечень которых представлен в УМК дисциплины. Знания, умения и навыки студентов определяются следующим образом:

- оценки "отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.
- оценки "хорошо" заслуживает студент обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
- оценки "удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
- оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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	ОПК-6	
3	5	Раздел 1. Понятие двигателя летательного аппарата и схемы его реализации.	24	8	4	4	16	30	15	Реферат
3	5	Раздел 2. Воздушно-реактивные двигатели.	26	12	6	6	14	10	20	Домашнее задание
3	5	Раздел 3. Ракетные двигатели.	22	12	6	6	10	10	20	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 4. Плазменные и электромагнитные ускорители.	22	12	6	6	10	10	15	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 5. Основные параметры реактивной системы.	22	12	6	6	10	10	15	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 6. Элементы проектирования ракетного двигателя.	28	12	6	6	16	30	15	Домашнее задание
Всего за 5 семестр			144	68	34	34	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-4

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Перечислите этапы решения CFD задачи
 - № 2 Каково основное назначение сопла реактивного двигателя?
 - № 3 Тяговооруженность реактивной системы это
 - № 4 Рабочее тело в двигателе это
 - № 5 Дайте определение понятию реактивный двигатель
 - № 6 К какому типу двигателей относят ВРД и ракетные двигатели?
 - № 7 Какой тип воздушно-реактивного двигателя является основным в авиации?
 - № 8 Чем ограничена максимальная температура продуктов сгорания в камере сгорания ВРД?
 - № 9 Удельный импульс реактивной тяги это
 - № 10 Что такое вычислительная сетка?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какой из перечисленных двигателей не является двигателем многократного запуска?
 - 1. ЖРД
 - 2. РДТТ
 - 3. Гибридный РД
 - 4. ВРД
 - 5. ПуВРД
 - № 2 Какой из режимов истечения рабочего тела в атмосферу является наиболее эффективным с точки зрения преобразования тепловой энергии в кинетическую энергию потока?
 - 1. Режим с перерасширением
 - 2. Режим с недорасширением
 - 3. Расчетный режим
 - 4. Режимы истечения не влияют на эффективность преобразования энергии
 - № 3 Чем обусловлено использование химических ракетных топлив в реактивной технике?
 - 1. Химическое топливо является носителем химической энергии, которая выделяется в результате реакции горения, т.е. не требуется дополнительных источников энергии
 - 2. Химическое топливо является источником газообразного рабочего тела. Хранимое на борту, оно занимает минимальный объем
 - 3. Химические топлива позволяют развивать большую силу тяги РД за счет большого массового расхода рабочего тела
 - 4. Все перечисленное
 - № 4 Какой тип двигателя не может работать при нулевой скорости летательного аппарата?
 - 1. ТВРД
 - 2. РДТТ
 - 3. ПуВРД
 - 4. ПВРД

5. Гибридный РД
- № 5 В случае быстрого старта реактивной системы значение тяговооруженности b_0 :
1. $b_0=1$
 2. $b_0 \gg 1$
 3. $b_0 \ll 1$
- № 6 Верно ли утверждение?
- Пленочное охлаждение стенок камеры сгорания ЖРД не приводит к снижению удельного импульса тяги.
- № 7 Каким термодинамическим процессом можно описать течение продуктов сгорания по соплу?
1. Изотермический
 2. Изобарный
 3. Изохорный
 4. адиабатный
- № 8 Расчетный режим истечения газа из сопла это режим, при котором:
1. Давление на срезе больше атмосферного
 2. Давление на срезе равно атмосферному
 3. Давление на срезе меньше атмосферного
- № 9 Критический перепад давления для воздуха равен:
1. 0,528
 2. 0,258
 3. 0,5
 4. 0,287
- № 10 Каким термодинамическим процессом можно описать процесс в камере сгорания ВРД?
1. Изотермический
 2. Изобарный
 3. Изохорный
 4. адиабатный

ОПК-6

Вопросы открытого типа:

- № 1 Как зависит эффективность цикла ПВРД от скорости полета ЛА?
- № 2 Реактивный принцип движения тел это
- № 3 Работу прямого воздушного реактивного цикла описывает цикл
- № 4 Как меняется конечная скорость реактивной системы с увеличением количества ступеней?
- № 5 Что происходит с параметрами потока (скорость, давление, температура) воздуха в диффузоре воздушного реактивного двигателя?
- № 6 Работу пульсирующего воздушного реактивного двигателя описывает цикл
- № 7 Отношение минимальной массы кислорода к массе топлива, необходимой для полного сгорания углеводородов по заданному составу называется
- № 8 В каком типе электротермических ракетных двигателей можно получить более высокую температуру рабочего тела?
- № 9 Каким термодинамическим процессом описывается процесс повышения давления в идеализированном термодинамическом цикле ракетного двигателя?

№ 10	С какой по форме камерой сгорания РДТТ имеет минимальные размеры при одинаковой массе топлива? <i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	Для повышения конечной скорости реактивной системы необходимо: <ol style="list-style-type: none"> 1. снижать величину относительной конечной массы реактивной системы 2. стремиться к максимальной величине реактивной удельной тяги двигателя 3. стремиться к минимальной величине реактивной удельной тяги двигателя 4. увеличивать относительную конечную массу реактивной системы
№ 2	К классу воздушно-реактивных двигателей не относится следующий тип двигателей: <ol style="list-style-type: none"> 1. Пульсирующий 2. Прямоточный 3. Жидкостной 4. Турбореактивный 5. Твердотопливный 6. Ионный
№ 3	По типу используемой энергии на данный момент наиболее эффективными являются: <ol style="list-style-type: none"> 1. Тепловые двигатели 2. Электромагнитные двигатели 3. Электростатические двигатели 4. Все перечисленные эффективны в равной степени
№ 4	Верно ли утверждение? Использование многоступенчатой схемы реактивной системы обеспечивает увеличение ее конечной скорости, но усложняет конструкцию системы.
№ 5	Двигателем, не способным работать неподвижно является: <ol style="list-style-type: none"> 1. ПВРД 2. ЖРД 3. РДТТ 4. ПуВРД
№ 6	КПД цикла прямоточного ВРД с увеличением скорости: <ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшается 2. Увеличивается 3. Сначала увеличивается, потом уменьшается 4. Существенно не изменяется
№ 7	Верно ли утверждение? Повысить тягу двигателя, работающего по циклу Брайтона, представляется возможным при заданной скорости полета только увеличением допустимой

- температуры в камере сгорания.
- № 8 Необходимый размер минимального сечения сопла определяется:
1. Заданным расходом газа, параметрами газа на входе в сопло, показателем адиабаты и удельной газовой постоянной газа
 2. Только заданным расходом газа
 3. Заданным расходом газа, перепадом давления по соплу, показателем адиабаты и удельной газовой постоянной газа
 4. Заданным расходом газа, параметрами газа на входе и выходе из сопла, показателем адиабаты и удельной газовой постоянной газа
- № 9 Для охлаждения стенок камеры сгорания в ЖРД как правило используют:
1. Жидкий азот
 2. Воздух
 3. Компоненты топлива
 4. Вода
- № 10 В РДТТ топливные заряды чаще всего имеют:
1. Цилиндрическую форму
 2. Каплевидную форму
 3. Конусообразную форму
 4. Сферическую форму