

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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-космическая техника
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: 2026

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-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **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, 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-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
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- 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

### 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-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
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
3	5	Раздел 3. Ракетные двигатели. 3.1. Ракетные двигатели на жидком топливе. 3.2. Ракетные двигатели на твердом топливе. 3.3. Гибридные ракетные двигатели.	22	12	6	6	10	10
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
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
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
Всего за 5 семестр			144	68	34	34	76	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	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	10

		дидактических единиц по рекомендуемой литературе	
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
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>76</b>

#### 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](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-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-6 Способен 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.
<b>Раздел 1. Понятие двигателя летательного аппарата и схемы его реализации.</b>		
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
<b>Раздел 2. Воздушно-реактивные двигатели.</b>		
Разработка ДЗ. Оценка основных характеристик и элементы конструкции турбокомпрессорного воздушно-реактивного двигателя.	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, 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. 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
<b>Раздел 3. Ракетные двигатели.</b>		
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
<b>Раздел 4. Плазменные и электромагнитные ускорители.</b>		
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 (2.3) В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	10
Итого по разделу 4		10

Раздел 5. Основные параметры реактивной системы.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. В. Сахин. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теория и практика реактивного ускорения тел: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (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. . Устройство и действие энергетических объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (4) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, И. В. Тетерина. . Теория и практика реактивного ускорения тел: СПб.: НИЦ АРТ, 2021 (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-6	
3	5	Раздел 1. Понятие двигателя летательного аппарата и схемы его реализации.	24	8	4	4	16	30	Реферат
3	5	Раздел 2. Воздушно-реактивные двигатели.	26	12	6	6	14	10	Домашнее задание
3	5	Раздел 3. Ракетные двигатели.	22	12	6	6	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 4. Плазменные и электромагнитные ускорители.	22	12	6	6	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 5. Основные параметры реактивной системы.	22	12	6	6	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 6. Элементы проектирования ракетного двигателя.	28	12	6	6	16	30	Домашнее задание
Всего за 5 семестр			144	68	34	34	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	

## **Оценочные материалы по дисциплине УСТРОЙСТВО, ОСНОВЫ ТЕОРИИ И КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

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

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Как меняются (увеличиваются, уменьшаются или не меняются) параметры потока (скорость, давление, температура) воздуха в диффузоре воздушно-реактивного воздуха?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Каково основное назначение сопла реактивного двигателя?
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Как повысить тягу двигателя, работающего по циклу Брайтона, при заданной скорости полета?
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие процессов теплообмена и рассматриваемых задач.
1. На поверхности нагретой стенки со стороны потока газа реализуется
  2. В объеме стенки между её поверхностями реализуется
  3. Между двумя подвижными средами через разделяющую их твёрдую стенку реализуется
- А. конвективная и лучистая теплоотдача между газом и поверхностью стенки
- Б. конвективная теплоотдача между газом и поверхностью стенки
- В. лучистая теплоотдача между газом и поверхностью стенки
- Г. теплопроводность
- Д. теплопередача
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите процессы с элементами конструкции ВРД.
1. адиабатное сжатие
  2. изобарное расширение с подводом теплоты
  3. адиабатное расширение
  4. изобарное сжатие с отводом теплоты
- А. сопло
- Б. камера сгорания
- В. диффузор
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установите последовательность шагов при оценке характеристик реактивной системы на начальном этапе проектирования :
1. расчет времени работы двигательных установок ступеней
  2. распределение массы топлива по ступеням
  3. выбора типа ракетного топлива
  4. определения типа старта (плавный/быстрый)
  5. оценка характерных размеров реактивной системы
  6. расчет тяговооруженности ступеней



7. выбора количества ступеней РС
- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установите правильную последовательность этапов решения CFD задачи.
1. настройка решателя
  2. анализ результатов
  3. построение геометрической модели
  4. решение (расчёт модели)
  5. построение сеточной модели
- № 8 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установите правильную последовательность процессов, протекающих при работе турбореактивного двигателя.
- 1 сжатый воздух перемешивается с топливом в камере сгорания
  - 2 воздух проходит через воздухозаборное устройство
  - 3 продукты сгорания в сопле создают реактивную тягу
  - 4 воздух сжимается и нагревается в компрессоре
  - 5 продукты сгорания вращают турбину
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В ЖРД форсунки подачи компонентов топлива (окислитель и горючее) располагаются так, чтобы обеспечить
1. охлаждение стенок камеры сгорания двигателя
  2. смешение компонентов топлива, близкое к стехиометрическому
  3. время подготовки компонентов топлива к реакции было минимальным
  4. наименьшие гидравлические потери при прокачке топлива и окислителя
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Двигателем, не способным работать в безвоздушном пространстве, является:
1. жидкостной ракетный двигатель
  2. твердотопливный ракетный двигатель
  3. турбокомпрессорный воздушно-реактивный двигатель
  4. ионный реактивный двигатель
  5. гибридный ракетный двигатель
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Критический перепад давления для воздуха равен:
1. 0,528
  2. 0,258

3. 0,5

4. 0,287

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

Под реактивным принципом движения тел подразумевают

1. движение в результате воздействия силы отдачи, появляющейся, как реакция на отбрасывание массы

2. движение в результате выделения энергии в окружающую среду за счет сгорания топлива

3. движение с постоянным ускорением в определённом направлении за счет выделения энергии

4. движение в результате самопроизвольного уменьшения массы тела по определенному закону

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

Какие типы двигателей могут использоваться в безвоздушном пространстве.

1. Пульсирующий

2. Прямоточный

3. Жидкостной

4. Турбореактивный

5. Твердотопливный

6. Ионный

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

Для повышения конечной скорости реактивной системы необходимо

1. стремиться к максимальной величине реактивной удельной тяги двигателя

2. стремиться к минимальной величине реактивной удельной тяги двигателя

3. снижать величину относительной конечной массы реактивной системы

4. увеличивать относительную конечную массу реактивной системы