

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии проектирования и конструирования ракетных систем
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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	6	4	144	68	34	0	34	76	0	18	58	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Охочинский Михаил Никитич, к.и.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ

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-8.1 — Способен использовать современные информационные технологии, а также специализированное программное обеспечение для компьютерного проектирования и инженерного анализа в ракетной технике

ПК-8.3 — Способен использовать специальные автоматизированные системы для проектирования изделий ракетной техники, и их составных частей и систем на основе передовых технологий

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-8.1

знания:

- принципов построения и функционирования сложных технических систем;
- способов построения сложных технических систем и требований к ним;

умения:

- организовать на научной основе свой труд;
- оценить результаты своей деятельности с большой степенью самостоятельности, владеть навыками самостоятельной работы;

навыки:

- участия в составлении технических заданий на конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса; обработки результатов научно-исследовательской работы, оформления материалов для получения патентов и авторских свидетельств, подготовки к публикации научных статей и

оформления

технических отчетов.

ПК-8.3

знания:

- особенности анализ конструкции образцов ракетно-космической техники с применением базового аппарата теории реактивного движения;

умения:

- использовать положения теории реактивного движения для оценки изделий ракетно-космической техники;

навыки:

- самостоятельно проводить оценку результатов практической деятельности организаций, участвующих в кооперации по созданию изделий ракетно-космической техники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ, СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, НАДЕЖНОСТЬ В РАКЕТНЫХ СИСТЕМАХ**.

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, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники

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-8.1	ПК-8.3
3	6	Раздел 1. Формирование структуры различных систем ЛА. 1. Анализ основных ошибок, характерных для различных этапов создания и эксплуатации ЛА. 2. Методы формирования структуры технической системы (ТС). 3. Обобщенная структура ТС в формате И-ИЛИ-дерева технических решений. 4. Анализа функций технической системы как метод структурного синтеза. 5. Построение обобщенных структур ракет различных классов.	8	4	2	2	4	10	10
3	6	Раздел 2. Системы отделения полезных нагрузок и элементов конструкции ступеней ракет. 1. Типовые способы отделения полезных нагрузок от носителя, основные применяемые схемы. 2. Системы отделения с толкателями. Достаточные и необходимые условий разделения при использовании толкателей различного типа. 3. Тормозные системы отделения. Оценка параметров системы отделения с различной конструкции. 4. Системы отделения хвостовых отсеков. Модель процесса сброса хвостового отсека с применение толкателей и с применением РДТТ. 5. Основные требования к головным обтекателям (ГО), конструкции ГО и схемы сброса. 6. Схема расчёта характеристик процесса сброса ГО с неподвижной и подвижной осью вращения.	18	8	4	4	10	20	20
3	6	Раздел 3. Системы и агрегаты ракет с ЖРД. 1. Укрупненная обобщенная структура двигательной установки с ЖРД. 2. Подсистема регулирования кажущейся скорости (РКС): назначение, функции, обобщенная структура, основные агрегаты 3. Система совместного опорожнения баков (СОБ): причины несоответствия характеристик заправки расчетным, назначение, функции, обобщенная структура. 4. Особенности совместного функционирования систем РКС и СОБ. 5. Особенности газодинамических органов управления вектором тяги ЖРД.	16	6	2	4	10	10	10
3	6	Раздел 4. Элементы систем разделения ступеней, отделения полезных нагрузок и аварийного спасения отсеков экипажа космических кораблей. 1. Иницирующие устройства, пиросоставы и взрывчатые вещества для пиросистем. 2. Физические процессы в пиропатронах и их основные параметры, конструкция пиропатронов и ударных инициаторов. 3. Удлиненные кумулятивные заряды (УКЗ) и малоимпульсные детонирующие шнуры (МДШ). 4. Элементы пировавтоматики систем разделения. 5. Конструктивные схемы тормозных и служебных РДТТ систем разделения ступеней ракет различной компоновки. 6. Типовые конструкции толкателей в системах разделения (пиротехнические, пневматические, пружинные). 7. Типовые аварийные ситуации и критерии аварийности при запусках ракет-носителей. 8. Системы аварийного спасения (САС) космонавтов: (типовые схемы, реализованные конструкции, технические характеристики).	45	10	6	4	35	20	20
3	6	Раздел 5. Системы и агрегаты ракет с РДТТ. 1. Укрупненная обобщенная структура РДТТ. Типовые конструктивные схемы РДТТ различного назначения. 2. Топлива и основные формы и типы зарядов РДТТ. 3. Геометрическая интерпретация процесса горения заряда РДТТ. 4. Общая схема приближенного расчета характеристик РДТТ. 5. Системы воспламенения РДТТ. 6. Системы отсечки тяги РДТТ. 7. Принципы и схемы регулирования тяги РДТТ по модулю. 8. Особенности конструкции твердотопливных газогенераторов.	22	12	6	6	10	20	20
3	6	Раздел 6. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет. 1. Принципы разделение ступеней ракет различных компоновочных схем. 2. "Горячая" схема разделение ступеней ракет последовательной (тандемной) компоновки. 3. Определение момента разрыва связей между ступенями и оценка надежности разделения. 4. Основные элементы систем «горячего» разделения. 5. Разделение ступеней ракет сверхплотной компоновки и "полугорячая" схема разделение. 6. "Холодная" схема разделения тупеней ракет последовательной (тандемной) компоновки. 7. Оценка величины импульса тормозного РДТТ и оценка надежности разделения. 8. Основные элементы систем "холодного" разделения 9. Баллистические паузы при "горячей" и "холодной" схеме разделения. 10. Разделение ступеней ракет "пакетной" компоновки. 11. Оценка динамики процесса отделения боковых блоков при схеме с верхней подвеской.	35	28	14	14	7	20	20
Всего за 6 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. Формирование структуры различных систем ЛА.	Изучение приемов построения обобщенной структуры ТС в формате И-ИЛИ-дерева технических решений.	1
2		Анализ примеров построения обобщенных структур для ракет различных классов и их	1

		подсистем.	
3	Раздел 2. Системы отделение полезных нагрузок и элементов конструкции ступеней ракет.	Исследование характеристик работы стабилизатора соотношения компонентов ЖРД	1
4		Исследование двухрежимного РДТТ с нерегулируемым соплом.	1
5		Изучение моделей процессов сброса хвостовых отсеков и головных обтекателей.	1
6		Изучение моделей отделения полезных нагрузок от носителя.	1
7	Раздел 3. Системы и агрегаты ракет с ЖРД.	Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью вдува газа в закритическую часть сопла.	1
8		Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью триммера.	1
9		Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с разрезного управляющего сопла.	1
10		Анализ типовых конструкций органов управления ракетами различных классов	1
11	Раздел 4. Элементы систем разделения ступеней, отделения полезных нагрузок и аварийного спасения отсеков экипажа космических кораблей.	Изучение типовых конструкций пиросистем, применяемых в системах разделения ступеней.	1
12		Изучение конструктивных схем толкателей, применяемых в системах отделения элементов конструкции ракет.	1
13		Изучение типовых конструкций систем аварийного спасения.	1
14		Исследование характеристик ракетно-парашютной системы мягкой посадки.	1
15	Раздел 5. Системы и агрегаты ракет с РДТТ.	Изучение методов отсечки тяги РДТТ и анализ их конструктивных реализаций.	2
16		Изучение методов управления тягой РДТТ по модулю и анализ их конструктивных реализаций	1
17		Изучение модели геометрической интерпретации процесса горения твердого топлива и алгоритма приближенного расчета характеристик РДТТ	2
18		Изучение методов воспламенения РДТТ и анализ их конструктивных реализаций.	1
19	Раздел 6. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.	Изучение существующих конструктивных элементов систем "горячего" и "холодного" разделения ступеней.	7
20		Изучение существующих конструктивных элементов систем разделения ступеней параллельной схемы компоновки.	7
Всего за 6 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Формирование структуры различных систем ЛА.	Подготовка к практическому занятию по теме «Изучение приемов построения обобщенной структуры ТС в формате И-ИЛИ-дерева технических решений».	4
2	Раздел 2. Системы отделение	Подготовка к практическому занятию	4

	полезных нагрузок и элементов конструкции ступеней ракет.	"Исследование двухрежимного РДТТ с нерегулируемым соплом".	
3		Подготовка к практическому занятию по изучению моделей процессов сброса хвостовых отсеков и головных обтекателей.	3
4		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы стабилизатора соотношения компонентов ЖРД".	3
5	Раздел 3. Системы и агрегаты ракет с ЖРД.	Повторение и закрепление лекционного материала.	2
6		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью вдува газа в закритическую часть сопла".	2
7		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью триммера".	2
8		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с разрезного управляющего сопла".	2
9		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы стабилизатора соотношения компонентов ЖРД".	2
10	Раздел 4. Элементы систем разделения ступеней, отделения полезных нагрузок и аварийного спасения отсеков экипажа космических кораблей.	Выполнение курсовой работы	10
11		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик ракетно-парашютной системы мягкой посадки".	6
12		Подготовка к практическому занятию "Изучение типовых конструкций пиросистем, применяемых в системах разделения ступеней".	6
13		Подготовка к практическому занятию "Изучение конструктивных схем толкателей, применяемых в системах отделения элементов конструкции ракет".	5
14		Подготовка к практическому занятию "Изучение типовых конструкций систем аварийного спасения"	8
15	Раздел 5. Системы и агрегаты ракет с РДТТ.	Подготовка к практическому занятию "Изучение методов воспламенения РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	2
16		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов отсечки тяги РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	2
17		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов управления тягой РДТТ по модулю и анализ их конструктивных реализаций".	2
18		Повторение и закрепление лекционного материала.	2
19		Подготовка к практическому занятию "Изучение модели геометрической интерпретации процесса горения твердого топлива и алгоритма приближенного расчета характеристик РДТТ".	2
20	Раздел 6. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.	Подготовка к практическому занятию "Изучение существующих конструктивных элементов систем "горячего" и "холодного" разделения ступеней".	2
21		Подготовка к практическому занятию "Изучение существующих конструктивных элементов	3

		систем разделения ступеней параллельной схемы компоновки".	
22		Повторение и закрепление лекционного материала.	2
Всего за 6 семестр			76

3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Формирование технического описания рассматриваемой системы и ее структуры и разработка математической модели определения ее технических характеристик	8 - 11	6
Этап 2. Выполнение необходимых расчетов для оценки технических характеристик рассматриваемой системы	12 - 14	6
Этап 3. Оформление пояснительной записки и необходимого иллюстративного материала	15 - 17	6
Всего за 6 семестр		18

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
6			ТекК	ВПЗ		ДР	ТекК	ВПЗ		ДР	ТекК	ВПЗ			ТекК	ДР	КП, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- КП – курсовой проект;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовой проект.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Алиев, Г. Н. Амарантов, В. Ф. Ахмадеев. . Внутренняя баллистика РДТТ. М.: Машиностроение, 2007, эл. рес.
2. А. И. Половинкин. Основы инженерного творчества. СПб.: Лань, 2019, эл. рес.
3. В. В. Ефанов, В. В. Горовцев. . Конструкция и расчёт систем и устройств разделения космических аппаратов. М.: Изд-во МАИ, 2015, 10 экз.
4. В. И. Балобан. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 167 экз.
5. В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
6. И. П. Норенков. Основы автоматизированного проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2009, эл. рес.
7. К. С. Колесников, В. В. Кокушкин, С. В. Борзых. . Расчёт и проектирование систем разделения ступеней ракет. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006, 12 экз.
8. М. В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
9. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
10. М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 6 экз.
11. М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
12. М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая работа в ракетостроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
13. М. Н. Охочинский. . Организационно-технические системы и их элементы. СПб.: Инфо-Да, 2018, 8 экз.
14. М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая работа в ракетостроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 70 экз.
15. М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 37 экз.
16. М. Н. Охочинский ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 1 Системы разделения ступеней составных ракет. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
17. М. Н. Охочинский ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 1 Системы разделения ступеней составных ракет. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 65 экз.
18. М. Н. Охочинский, К. А. Афанасьев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 2 Отделение полезных нагрузок и обтекателей. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 экз.
19. М. Н. Охочинский, К. А. Афанасьев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 2 Отделение полезных нагрузок и обтекателей. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
20. М. Н. Охочинский, С. А. Чириков. . Методы поиска новых технических решений в ракетно-космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
21. С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
22. С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 70 экз.
23. Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 26 экз.
24. Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Внутрикамерные процессы в жидкостных ракетных двигателях. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 24 экз.
25. Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Внутрикамерные процессы в жидкостных ракетных двигателях. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
26. Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. Москва: Машиностроение, 2011, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. М. Н. Охочинский, М. Н. Григорьев, С. А. Матвеев. . Системы аварийного спасения пилотируемых космических кораблей. Системный логистический анализ. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2018, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Авиакосмическое приборостроение;
2. Вестник воздушно-космической обороны;
3. Двигатель;
4. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

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

1. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
2. <https://repository.library.voenmeh.ru/jsrui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

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;
2. Компьютерный комплект.

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 **СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-8.1 Способен использовать современные информационные технологии, а также специализированное программное обеспечение для компьютерного проектирования и инженерного анализа в ракетной технике;

ПК-8.3 Способен использовать специальные автоматизированные системы для проектирования изделий ракетной техники, и их составных частей и систем на основе передовых технологий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами устройства и конструкцией основных систем и агрегатов объектов ракетной и космической 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;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовой проект.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

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. Формирование структуры различных систем ЛА.		
Подготовка к практическому занятию по теме «Изучение приемов построения обобщенной структуры ТС в формате И-ИЛИ-дерева технических решений».	М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая работа в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Раздел 1, 2) А. И. Половинкин. Основы инженерного творчества: СПб.: Лань, 2019 (Раздел 3) М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (Раздел 2, 3) И. П. Норенков. Основы автоматизированного проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2009 (4, 5) М. Н. Охочинский, С. А. Чириков. . Методы поиска новых технических решений в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2, 3, 4) М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая работа в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Раздел 1, 2)	4
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Системы отделение полезных нагрузок и элементов конструкции ступеней ракет.		
Подготовка к практическому занятию "Исследование двухрежимного РДТТ с нерегулируемым соплом".	М. Н. Охочинский ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 1 Системы разделения ступеней составных ракет: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (Части 1, 2, 3)	4
Подготовка к практическому занятию по изучению моделей процессов сброса хвостовых отсеков и головных обтекателей.	М. Н. Охочинский, К. А. Афанасьев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 2 Отделение полезных нагрузок и обтекателей: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (Части 1, 2, 3)	3
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы стабилизатора соотношения компонентов ЖРД".	М. Н. Охочинский, К. А. Афанасьев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 2 Отделение полезных нагрузок и обтекателей: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (Части 1, 2, 3) М. Н. Охочинский ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной	3

	технике. Ч. 1 Системы разделения ступеней составных ракет: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (Части 1, 2, 3)	
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Системы и агрегаты ракет с ЖРД.		
Повторение и закрепление лекционного материала.	М. Н. Охочинский. . Организационно-технические системы и их элементы: СПб.: Инфо-Да, 2018 (1, 2)	2
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью вдува газа в закритическую часть сопла".	Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1, 2, 3) М. В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (Части 3, 4)	2
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью триммера".	С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2, 3) Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Внутрикамерные процессы в жидкостных ракетных двигателях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2)	2
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с разрезного управляющего сопла".	М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (Части 3, 4) С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2, 3)	2
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы стабилизатора соотношения компонентов ЖРД".	Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Внутрикамерные процессы в жидкостных ракетных двигателях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2)	2
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Элементы систем разделения ступеней, отделения полезных нагрузок и аварийного спасения отсеков экипажа космических кораблей.		
Выполнение курсовой работы	М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Части 2,3)	10
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик ракетно-парашютной системы мягкой посадки".	М. Н. Охочинский, М. Н. Григорьев, С. А. Матвеев. . Системы аварийного спасения пилотируемых космических кораблей. Системный логистический анализ: СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2018 (Части 1, 2,3)	6
Подготовка к практическому занятию "Изучение типовых конструкций пиросистем, применяемых в системах разделения ступеней".	М. Н. Охочинский ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 1 Системы разделения ступеней составных ракет: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (Части 1, 2,3)	6
Подготовка к практическому занятию "Изучение конструктивных схем толкателей, применяемых в системах отделения элементов конструкции ракет".	М. Н. Охочинский, К. А. Афанасьев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 2 Отделение полезных нагрузок и обтекателей: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (Части 1, 2,3)	5
Подготовка к практическому занятию "Изучение типовых конструкций систем аварийного спасения"	М. Н. Охочинский, К. А. Афанасьев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 2 Отделение полезных нагрузок и обтекателей: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (Части 1,	8

	2,3) М. Н. Охочинский ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 1 Системы разделения ступеней составных ракет: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (Части 1, 2, 3) М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1,2) М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Части 2,3)	
Итого по разделу 4		35
Раздел 5. Системы и агрегаты ракет с РДТТ.		
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов воспламенения РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива: М.: Машиностроение, 1995 (1, 2, 3,)	2
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов отсечки тяги РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	Ю. С Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (Части 2, 3, 4, 5)	2
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов управления тягой РДТТ по модулю и анализ их конструктивных реализаций".	А. В. Алиев, Г. Н. Амарантов, В. Ф. Ахмадеев. . Внутренняя баллистика РДТТ: М.: Машиностроение, 2007 (2, 3, 4) В. И. Балобан. . Основы теории и	2
Повторение и закрепление лекционного материала.	конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2, 3, 4)	2
Подготовка к практическому занятию "Изучение модели геометрической интерпретации процесса горения твердого топлива и алгоритма приближенного расчета характеристик РДТТ".	В. И. Балобан. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2, 3, 4)	2
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.		
Подготовка к практическому занятию "Изучение существующих конструктивных элементов систем "горячего" и "холодного" разделения ступеней".	М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1, 2) М. Н. Охочинский ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 1 Системы разделения ступеней составных ракет: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (Части 1, 2, 3)	2
Подготовка к практическому занятию "Изучение существующих конструктивных элементов систем разделения ступеней параллельной схемы компоновки".	В. В. Ефанов, В. В. Горовцев. . Конструкция и расчёт систем и устройств разделения космических аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2015 (1, 2, 3) К. С. Колесников, В. В. Кокушкин, С. В. Борзых. . Расчёт и проектирование систем разделения ступеней ракет: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 (1, 2, 3, 4)	3
Повторение и закрепление лекционного материала.	М. Н. Охочинский ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 1 Системы разделения ступеней составных ракет: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (Части 1, 2, 3)	2
Итого по разделу 6		7

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- курсовой проект;
- дифференцированный зачет.

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

Для каждого раздела дисциплины разработаны вопросы текущего контроля (до 20 вопросов на раздел); вопросы содержатся в УМК дисциплины.

Опрос ведется устно с использованием индивидуального конспекта лекций обучающегося, проставляются оценки "зачтено" или "не зачтено" (при менее чем 50% правильных ответов на заданные вопросы).

Вопросы/задания по темам ПЗ

Для выполнения практической работы разработаны индивидуальные задания и набор типовых вопросов по каждой теме, которые приводятся в УМК дисциплины.

Отчет по практической работе оформляется в одном из текстовых редакторов.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В случае, если оформление отчета и ответы на вопросы студентом во время защиты соответствуют требованиям (не менее 60% правильных ответов), отчет считается принятым.

Курсовой проект

Индивидуальные задания для выполнения курсового проекта формируются на основе перечня тем, который приведен в УМК дисциплины.

Оформление курсового проекта производится в одном из текстовых редакторов в соответствии с требованиями "Положения по содержанию, оформлению, выполнению и защите КП и КР" (БГТУ "ВОЕНМЕХ"). Объем и содержание графической части курсового проекта устанавливается в процессе консультаций с преподавателем. При необходимости (оцениваемой в процессе консультаций с преподавателем) работа дополняется презентационными материалами.

Курсовой проект оценивается комиссией по приему курсового проекта в формате защиты с заслушиванием доклада студента и его последующих ответов на вопросы членов комиссии.

Оценка "отлично" проставляется, если оформление курсового проекта и его содержание соответствуют требованиям, а ответы студента на вопросы во время защиты являются правильными более чем на 60%.

Оценка "хорошо" проставляется, если оформление курсового проекта и его содержание соответствуют требованиям, отдельные части работы выполнены с неточностями, а ответы студента на вопросы во время защиты являются правильными менее чем на 60%.

Оценка "удовлетворительно" проставляется при наличии неточностей в оформлении и содержании курсового проекта, а ответы студента на вопросы во время защиты являются правильными менее чем на 50%.

Оценка "не защитил" проставляется при значительных неточностях в оформлении и содержании курсового проекта, а ответы студента на вопросы во время защиты являются правильными менее чем на 40%.

Дифференцированный зачет

Допуск к дифференцированному зачету осуществляется при выполнении практических занятий и защиты курсового проекта.

Дифференцированный зачет по дисциплине проходит в форме опроса по билетам, которые включают в

себя 3 теоретических вопроса. Вопросы для дифференцированного зачета приведены в УМК дисциплины.

При необходимости, преподаватель задает дополнительные вопросы, формируемые на основе вопросов для текущего контроля и вопросов по практическим занятиям, которые представлены в УМК дисциплины.

Оценка "зачтено-отлично" ставится при правильном ответе на три вопроса билета и на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка "зачтено-хорошо" ставится при наличии неточного ответа на один из вопросов билета и более 60% правильных ответов на дополнительные вопросы.

Оценка "зачтено-удовлетворительно" ставится при наличии неточных ответов на два вопроса билета и более 50% правильных ответов на дополнительные вопросы.

Оценка "не зачтено" ставится при неточных ответах на все вопросы билета.

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-8.1	ПК-8.3	
3	6	Раздел 1. Формирование структуры различных систем ЛА.	8	4	2	2	4	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 2. Системы отделение полезных грузов и элементов конструкции ступеней ракет.	18	8	4	4	10	20	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	6	Раздел 3. Системы и агрегаты ракет с ЖРД.	16	6	2	4	10	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 4. Элементы систем разделения ступеней, отделения полезных грузов и аварийного спасения отсеков экипажа космических кораблей.	45	10	6	4	35	20	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовой проект
3	6	Раздел 5. Системы и агрегаты ракет с РДТТ.	22	12	6	6	10	20	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	6	Раздел 6. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.	35	28	14	14	7	20	20	Вопросы для текущего контроля
Всего за 6 семестр			144	68	34	34	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	