

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Крылатые ракеты
Уровень высшего образования	Специалитет
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	
4	7	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	экз.
4	8	3	108	51	17	0	34	57	0	18	39	зач.
ВСЕГО		7	252	119	51	0	68	133	0	18	115	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2024

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 КРЫЛАТЫХ РАКЕТ

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:

ПСК-28 — способен применять программные средства общего и специального назначения для интеллектуальной обработки полученных данных и цифрового моделирования по проектированию крылатых ракет

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-28

знания:

- знать содержание основных этапов развития ракетно-космической техники в целом и КР в частности;
- особенности анализ конструкции образцов КР с применением базового аппарата теории реактивного движения;
- особенности применения программных средств общего и специального назначения при проектировании и конструировании;

умения:

- использовать базовые технические решения, применявшиеся при создании КР;
- формировать исторически достоверное и технически непротиворечивое описание образцов КР;
- применять специальные программные системы для моделирования при проектировании К;

навыки:

- самостоятельно проводить оценку результатов практической деятельности организаций, участвующих в кооперации по созданию КР;
- обрабатывать информацию, необходимую для подготовки исходных данных при цифровом моделировании КР.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДЕЙСТВИЕ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ, МОДЕЛИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ**.

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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 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		ПСК-28
4	7	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.	14	6	4	2	8	15
4	7	Раздел 2. Системы и агрегаты ракет с ЖРД. 1. Укрупненная обобщенная структура двигательной установки с ЖРД. 2. Подсистемы двигательных установок с ЖРД, их основные агрегаты и особенности совместного функционирования. 5. Конструкции газодинамических органов управления вектором тяги ЖРД.	48	24	8	16	24	15
4	7	Раздел 3. 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 и отключения РДТТ. 6. Принципы и схемы регулирования тяги РДТТ по модулю. 8. Особенности конструкции твердотопливных газогенераторов.	42	18	8	10	24	15
4	7	Раздел 4. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет. 1. Принципы разделение ступеней и отсеков ракет различных компоновочных схем. 2. "Горячая" схема разделение ступеней ракет последовательной (тандемной) компоновки и ее основные элементы. 3. Разделение ступеней ракет сверхплотной компоновки и "полугорячая" схема разделение. 4. "Холодная" схема разделения ступеней ракет последовательной (тандемной) компоновки и ее основные элементы. 5. Разделение ступеней ракет "пакетной" компоновки и с боковым размещением.	40	20	14	6	20	20
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	65
4	8	Раздел 5. Системы отделения полезных нагрузок и элементов конструкции ступеней ракет. 1. Типовые способы отделения полезных нагрузок и основные применяемые схемы (толкатели, тормозные системы, ускоряющие системы) и их основные элементы. 2. Системы отделения хвостовых отсеков. 3. Основные требования к обтекателям (в т. ч. и головным - ГО), конструкции ГО и схемы сброса.	36	24	8	16	12	20
4	8	Раздел 6. Элементы систем разделения ступеней и отделения полезных нагрузок. 1. Иницирующие устройства, пироставы и взрывчатые вещества для пиросистем, физические процессы в пиропатронах и их основные параметры, конструкция пиропатронов и ударных инициаторов. 2. Удлиненные кумулятивные заряды (УКЗ) и малоимпульсные детонирующие шнуры (МДШ). 3. Элементы пироавтоматики систем разделения. 4. 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, основные элементы систем аварийного спасения.	72	27	9	18	45	15
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	35
Всего по дисциплине			252	119	51	68	133	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 подсистем.	1
3	Раздел 2. Системы и агрегаты ракет с ЖРД.	Анализ типовых конструкций органов управления ракетами различных классов	4
4		Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги РД с помощью вдува газа в закритическую часть сопла.	4
5		Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги РД с помощью триммера.	4
6		Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги РД с разрезного управляющего сопла.	4
7	Раздел 3. Системы и агрегаты	Изучение модели геометрической интерпретации	4

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

		воспламенения РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	
9		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов отсечки тяги РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	6
10		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов управления тягой РДТТ по модулю и анализ их конструктивных реализаций".	6
11		Повторение и закрепление лекционного материала.	2
12	Раздел 4. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.	Подготовка к практическому занятию "Изучение модели геометрической интерпретации процесса горения твердого топлива и алгоритма приближенного расчета характеристик РДТТ".	6
13		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов воспламенения РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	4
14		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов отсечки тяги РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	4
15		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов управления тягой РДТТ по модулю и анализ их конструктивных реализаций".	4
16		Повторение и закрепление лекционного материала.	2
Всего за 7 семестр			76
17	Раздел 5. Системы отделение полезных нагрузок и элементов конструкции ступеней ракет.	Подготовка к практическому занятию по изучению моделей процессов сброса хвостовых отсеков и головных обтекателей.	4
18		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы стабилизатора соотношения компонентов ЖРД".	4
19		Подготовка к практическому занятию "Исследование двухрежимного РДТТ с нерегулируемым соплом".	4
20	Раздел 6. Элементы систем разделения ступеней и отделения полезных нагрузок.	Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик ракетно-парашютной системы мягкой посадки".	6
21		Подготовка к практическому занятию "Изучение типовых конструкций пиросистем, применяемых в системах разделения ступеней".	6
22		Подготовка к практическому занятию "Изучение конструктивных схем толкателей, применяемых в системах отделения элементов конструкции ракет".	7
23		Подготовка к практическому занятию "Изучение типовых конструкций систем аварийного спасения"	8
24		Выполнение курсовой работы	18
Всего за 8 семестр			57

3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. - самостоятельно проводить оценку результатов практической деятельности организаций, участвующих в кооперации по созданию КР; - обрабатывать информацию, необходимую для подготовки исходных данных при цифровом моделировании КР	8 - 11	8
Этап 2. Этап 2. Выполнение необходимых расчетов для оценки технических характеристик рассматриваемой системы	12 - 14	6
Этап 3. Этап 3. Оформление пояснительной записки и	15 - 17	4

необходимого иллюстративного материала	
Всего за 8 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
7			ТекК	ВПЗ		ДР	ТекК	ВПЗ, ТекК		ДР	ТекК	ВПЗ			ТекК	ДР	
8			ТекК	ВПЗ		ДР	ТекК	ТекК		ДР	ТекК	ВПЗ			ТекК	ДР	КР, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- КР – курсовая работа;
- зач. – зачет.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- 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. Москва: Машиностроение, 2007, эл. рес.
2. А. И. Половинкин. . Основы инженерного творчества. СПб.: Лань, 2007, 45 экз.
3. А. И. Половинкин. . Основы инженерного творчества. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
4. В. В. Ефанов, В. В. Горовцев. . Конструкция и расчёт систем и устройств разделения космических аппаратов. М.: Изд-во МАИ, 2015, 10 экз.
5. В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
6. В. И. Балобан. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 167 экз.
7. И. П. Норенков. Основы автоматизированного проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2009, эл. рес.
8. 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.
9. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, 100 экз.
10. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
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. . Организационно-технические системы и их элементы. СПб.: Инфо-Да, 2018, эл. рес.
13. М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 6 экз.
14. М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 37 экз.
15. 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.
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, 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.
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, эл. рес.
19. М. Н. Охочинский, С. А. Чириков. . Методы поиска новых технических решений в ракетно-космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 57 экз.
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, эл. рес.
24. Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 26 экз.
25. Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. Москва: Машиностроение, 2011, эл. рес.
26. Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. М.: Машиностроение, 2011, 18 экз.

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. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://cyberleninka.ru/> — КиберЛенинка предоставляет возможность читать тексты научных статей бесплатно. Приглашаем к сотрудничеству научные журналы и издательства для публикации научно-исследовательских работ в открытом доступе (Open Access) и популяризации открытой науки (Open Science) в России..

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 КРЫЛАТЫХ РАКЕТ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-28 способен применять программные средства общего и специального назначения для интеллектуальной обработки полученных данных и цифрового моделирования по проектированию крылатых ракет.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими принципами действия, основами устройства и конструктивной реализацией отдельных систем и агрегатов крылатых ракет.

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;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (51 ч.), практические занятия (68 ч.), самостоятельная работа студента (133 ч).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 ч., из них 119 ч. аудиторных занятий, и 133 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»	<p>А. И. Половинкин. . Основы инженерного творчества: СПб.: Лань, 2007 (3)</p> <p>И. П. Норенков. Основы автоматизированного проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2009 (4-5)</p> <p>М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (все пособие)</p> <p>А. И. Половинкин. . Основы инженерного творчества: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)</p> <p>М. Н. Охочинский. . Организационно-технические системы и их элементы: СПб.: Инфо-Да, 2018 (1-2)</p> <p>М. Н. Охочинский, С. А. Чириков. . Методы поиска новых технических решений в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (все пособие)</p> <p>М. Н. Охочинский, С. А. Чириков. . Методы поиска новых технических решений в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (все пособие)</p>	8
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Системы и агрегаты ракет с ЖРД.		
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги РД с помощью вдува газа в закритическую часть сопла".	<p>М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (все пособие)</p> <p>С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (все пособие)</p>	6
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги РД с помощью триммера".	<p>Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-3)</p>	6
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги РД с разрезного управляющего сопла".	<p>М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (все пособие)</p> <p>С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-3)</p>	6
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы стабилизатора соотношения компонентов ЖРД".	<p>Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы</p>	4

Повторение и закрепление лекционного материала.	устройства и теории ЖРД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-3)	2
Итого по разделу 2		24
Раздел 3. Системы и агрегаты ракет с РДТТ.		
Подготовка к практическому занятию "Изучение модели геометрической интерпретации процесса горения твердого топлива и алгоритма приближенного расчета характеристик РДТТ".	А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива: М.: Машиностроение, 1995 (1-3) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (2-5)	4
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов воспламенения РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	А. В. Алиев, Г. Н. Амарантов, В. Ф. Ахмадеев. . Внутренняя баллистика РДТТ: М.: Машиностроение, 2007 (2-4) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: М.: Машиностроение, 2011 (2-5)	6
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов отсечки тяги РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	В. И. Балобан. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2-4)	6
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов управления тягой РДТТ по модулю и анализ их конструктивных реализаций".	В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2-4)	6
Повторение и закрепление лекционного материала.	А. В. Алиев, Г. Н. Амарантов, В. Ф. Ахмадеев. . Внутренняя баллистика РДТТ: Москва: Машиностроение, 2007 (2-4)	2
Итого по разделу 3		24
Раздел 4. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.		
Подготовка к практическому занятию "Изучение модели геометрической интерпретации процесса горения твердого топлива и алгоритма приближенного расчета характеристик РДТТ".	М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-2) 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 (1-4)	6
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов воспламенения РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	В. В. Ефанов, В. В. Горовцев. . Конструкция и расчёт систем и устройств разделения космических аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2015 (1-3)	4
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов отсечки тяги РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	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 (1-3)	4
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов управления тягой РДТТ по модулю и анализ их конструктивных реализаций".	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 (1-3)	4
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 (1-3)	2
Итого по разделу 4		20
Раздел 5. Системы отделение полезных нагрузок и элементов конструкции ступеней ракет.		
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 (1-2)	4
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	4

Подготовка к практическому занятию "Исследование двухрежимного РДТТ с нерегулируемым соплом".	<p>"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-2)</p> <p>М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (Все пособие)</p> <p>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 (1-3)</p> <p>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 (1-3)</p> <p>М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Все пособие)</p> <p>М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Все пособие)</p> <p>М. Н. Охочинский, М. Н. Григорьев, С. А. Матвеев. . Системы аварийного спасения пилотируемых космических кораблей. Системный логистический анализ: СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2018 (Все пособие)</p>	4
Итого по разделу 5		12
Раздел 6. Элементы систем разделения ступеней и отделения полезных грузов.		
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик ракетно-парашютной системы мягкой посадки".	М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2-3)	6
Подготовка к практическому занятию "Изучение типовых конструкций пиросистем, применяемых в системах разделения ступеней".	М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (все пособие)	6
Подготовка к практическому занятию "Изучение конструктивных схем толкателей, применяемых в системах отделения элементов конструкции ракет".	М. Н. Охочинский, М. Н. Григорьев, С. А. Матвеев. . Системы аварийного спасения пилотируемых космических кораблей. Системный логистический анализ: СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2018 (1-3)	7
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 грузов и обтекателей: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-3)	8
Выполнение курсовой работы	<p>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 (1-3)</p> <p>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 (1-3)</p> <p>М. Н. Охочинский, К. А. Афанасьев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Системы разделения в ракетной технике. Ч. 2 Отделение полезных грузов и обтекателей: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-3)</p> <p>М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике:</p>	18

	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2-3)	
Итого по разделу 6		45

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы для текущего контроля;
- курсовая работа;
- экзамен;
- 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/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.

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).

Курсовая работа

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

Оформление курсовой работы 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.

Курсовая работа оценивается комиссией по приему курсовой работы в формате защиты с заслушиванием доклада студента и его последующих ответов на вопросы членов комиссии.

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

Оценка "хорошо" проставляется, если оформление курсовой работы и ее 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 курсовой работы, 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 курсовой работы, а ответы студента на вопросы во время защиты являются правильными менее чем на 40%.

Экзамен

Допуск к экзамену осуществляется при выполнении всех практических заданий. Экзамен по дисциплине проходит в форме опроса по билетам, которые включают в себя 3 теоретических вопроса.

Вопросы для экзамена 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 "отлично" ставится при правильном ответе на три вопроса билета и на дополнительные вопросы преподавателя.

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

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

Оценка "неудовлетворительно" ставится при неточных ответах на все вопросы билета.

Зачет

Допуск к зачету производится при условии успешного выполнения курсовой работы.

Зачет проводится в форме устных ответов на вопросы преподавателя, выбираемых из вопросов к зачету.

Вопросы для проведения зачета приведены в УМК дисциплины.

При правильном ответе на 60% заданных вопросов выставляется оценка "зачтено", при меньшем числе правильных ответов - "не зачтено".

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		ПСК-28		
4	7	Раздел 1. Формирование структуры различных систем ЛА.	14	6	4	2	8	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ	
4	7	Раздел 2. Системы и агрегаты ракет с ЖРД.	48	24	8	16	24	15	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы для текущего контроля	
4	7	Раздел 3. Системы и агрегаты ракет с РДТТ.	42	18	8	10	24	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ	
4	7	Раздел 4. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.	40	20	14	6	20	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ	
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	65		
4	8	Раздел 5. Системы отделение полезных нагрузок и элементов конструкции ступеней ракет.	36	24	8	16	12	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ	

4	8	Раздел 6. Элементы систем разделения ступеней и отделения полезных нагрузок.	72	27	9	18	45	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ, Курсовая работа
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	35	
Всего по дисциплине			252	119	51	68	133	100	