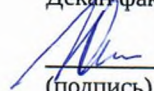


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Юнаев Л. П.  
« 31 » 05 20 22  
ФИО

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Эксплуатация вооружения и военной техники (по областям и видам)
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	ВУЦ Военный Учебный Центр
Выпускающая кафедра	ВУЦ Военный Учебный Центр
Кафедра-разработчик рабочей программы	A1 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	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	диф. зач.
4	8	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	102	51	0	51	114	0	0	114	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие**

год набора группы: 2022


Программу составил:

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

**ВУЦ Военный Учебный Центр**

Заведующий кафедрой Лозинский А.Г.

  
\_\_\_\_\_

## **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:

УК-1 — способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ОПК-1 — способность понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **УК-1**

*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..

### **ОПК-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..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИСТЕМЫ И АГРЕГАТЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ИСПЫТАНИЯ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве
- ОПК-10 — Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения
- ОПК-14 — Способен моделировать и использовать известные решения в новом приложении применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-4 — Способен самостоятельно или в составе группы осуществлять научный поиск, анализ научной и патентной литературы при решении профессиональных задач с использованием современных средств и методов получения знания
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий



### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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		УК-1	ОПК-1
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. 5. Построение обобщенных структур ракет различных классов.	14	6	4	2	8	15	15
4	7	Раздел 2. 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.	22	8	4	4	14	15	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 РДТТ. 6. Системы отсечки тяги РДТТ. 7. Принципы и схемы регулирования тяги РДТТ по модулю. 8. Особенности конструкции твердотопливных газогенераторов.	32	15	8	7	17	20	20
4	7	Раздел 4. 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.	40	22	18	4	18	20	20
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	70	70
4	8	Раздел 5. Системы отделение 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.	51	24	8	16	27	15	15
4	8	Раздел 6. Элементы систем разделения ступеней, отделения полезных нагрузок и аварийного спасения отсеков экипажа космических кораблей. 1. Иницирующие устройства, пироставы и взрывчатые вещества для пиростем. 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 пироматериалки 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).	57	27	9	18	30	15	15
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	30	30
Всего по дисциплине			216	102	51	51	114	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	1

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

4		Изучение и анализ типовых конструкций органов управления ракетами различных классов.	4
5		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы стабилизатора соотношения компонентов ЖРД".	4
6		Изучение и анализ схемы совместного функционирования систем РКС и СОБ.	4
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		Повторение и закрепление лекционного материала.	2
9		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов воспламенения РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	4
10		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов отсечки тяги РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".	4
11		Подготовка к практическому занятию "Изучение методов управления тягой РДТТ по модулю и анализ их конструктивных реализаций".	3
12	Раздел 4. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.	Подготовка к практическому занятию "Изучение существующих конструктивных элементов систем "горячего" и "холодного" разделения ступеней".	6
13		Подготовка к практическому занятию "Изучение существующих конструктивных элементов систем разделения ступеней параллельной схемы компоновки".	4
14		Повторение и закрепление лекционного материала.	8
Всего за 7 семестр			57
15	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
16		Подготовка к практическому занятию "Изучение моделей отделения полезных нагрузок от носителя".	5
17		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью вдува газа в закритическую часть сопла".	6
18		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью триммера".	6
19		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с разрезного управляющего сопла".	6
20	Раздел 6. Элементы систем разделения ступеней, отделения полезных нагрузок и аварийного спасения отсеков экипажа космических кораблей.	Подготовка к практическому занятию "Исследование двухрежимного РДТТ с нерегулируемым соплом.	4
21		Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик ракетно-парашютной системы мягкой посадки".	4
22		Подготовка к практическому занятию "Изучение типовых конструкций пиросистем, применяемых	6



		в системах разделения ступеней".	
23		Подготовка к практическому занятию "Изучение типовых конструкций систем аварийного спасения"	8
24		Повторение и закрепление лекционного материала.	8
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>57</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
<b>7</b>			ТекК	ВПЗ		ДР	ТекК	ВПЗ		ДР	ТекК	ВПЗ			ТекК	ДР	диф. зач.
<b>8</b>			ТекК	ВПЗ		ДР	ТекК	ВПЗ		ДР	ТекК	ВПЗ			ТекК	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

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

**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, эл. рес.
5. В. И. Балобан. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 167 экз.
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. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
9. М. В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 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 и агрегаты ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 37 экз.
12. М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая работа в ракетостроении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 70 экз.
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, эл. рес.
15. М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
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, 65 экз.
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, эл. рес.
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, 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.
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, 70 экз.
22. С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
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, эл. рес.
25. Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Внутрикамерные процессы в жидкостных ракетных двигателях. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 24 экз.
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](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 **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-1 способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ОПК-1 способность понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве.

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.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 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. Формирование структуры различных систем ЛА.</b>		
Подготовка к практическому занятию по теме «Изучение приемов построения обобщенной структуры ТС в формате И-ИЛИ-дерева технических решений».	А. И. Половинкин. Основы инженерного творчества: СПб.: Лань, 2019 (Раздел 3) М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая работа в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Раздел 1, 2) И. П. Норенков. Основы автоматизированного проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2009 (4, 5) М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (Раздел 2, 3) 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)	4
Повторение и закрепление лекционного материала.	М. Н. Охочинский. . Информационно-аналитическая работа в ракетостроении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Раздел 1, 2)	4
Итого по разделу 1		8
<b>Раздел 2. Системы и агрегаты ракет с ЖРД.</b>		
Повторение и закрепление лекционного материала.	М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (Части 3, 4)	2
Изучение и анализ типовых конструкций органов управления ракетами различных классов.	Ю. Н. Филимонов, Ю. В. Анискевич. . Внутрикамерные процессы в жидкостных ракетных двигателях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2)	4
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)	4
Изучение и анализ схемы совместного функционирования систем РКС и СОБ.	Ю. В. Анискевич, А. А. Левихин. . Основы устройства и теории ЖРД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1, 2, 3) С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2, 3) М. Н. Охочинский. . Организационно-	4



	технические системы и их элементы: СПб.: Инфо-Да, 2018 (1, 2) С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2, 3) М. В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (Части 3, 4)	
Итого по разделу 2		14
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".	В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2, 3, 4) А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива: М.: Машиностроение, 1995 (1, 2, 3,) А. В. Алиев, Г. Н. Амарантов, В. Ф. Ахмадеев. . Внутренняя баллистика РДТТ: М.: Машиностроение, 2007 (2, 3, 4) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (Части 2, 3, 4, 5) В. И. Балобан. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (2, 3, 4)	4
Повторение и закрепление лекционного материала.		2
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов воспламенения РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".		4
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов отсечки тяги РДТТ и анализ их конструктивных реализаций".		4
Подготовка к практическому занятию "Изучение методов управления тягой РДТТ по модулю и анализ их конструктивных реализаций".		3
Итого по разделу 3		17
Раздел 4. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.		
Подготовка к практическому занятию "Изучение существующих конструктивных элементов систем "горячего" и "холодного" разделения ступеней".	В. В. Ефанов, В. В. Горовцев. . Конструкция и расчёт систем и устройств разделения космических аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2015 (1, 2, 3) 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. Борzych. . Расчёт и проектирование систем разделения ступеней ракет: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 (1, 2, 3, 4) 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 ; 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 существующих конструктивных элементов систем разделения ступеней параллельной схемы компоновки".		4
Повторение и закрепление лекционного материала.		8
Итого по разделу 4		18
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	4

Подготовка к практическому занятию "Изучение моделей отделения полезных нагрузок от носителя".	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (Части 1, 2, 3)  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 "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью вдува газа в закритическую часть сопла".		6
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с помощью триммера".		6
Подготовка к практическому занятию "Исследование характеристик работы системы управление вектором тяги ЖРД с разрезного управляющего сопла".		6
Итого по разделу 5		27
Раздел 6. Элементы систем разделения ступеней, отделения полезных нагрузок и аварийного спасения отсеков экипажа космических кораблей.		
Подготовка к практическому занятию "Исследование двухрежимного РДТТ с нерегулируемым соплом.	М. Н. Охочинский. . Системы и агрегаты ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1,2,3)  М. Н. Охочинский. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Части 2, 3)	4
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) 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 "Изучение типовых конструкций пиросистем, применяемых в системах разделения ступеней".	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. . Системы аварийного спасения в ракетно-космической технике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Части 2, 3)	6
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, 2, 3)	8
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)	8
Итого по разделу 6		30

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

#### Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Допуск к дифференцированному зачету осуществляется при выполнении практических занятий.

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.

#### Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Допуск к дифференцированному зачету осуществляется при выполнении всех практических заданий.

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.

Критерии оценивания:

- "зачтено-отлично" ставится при правильном ответе на три вопроса билета и на дополнительные вопросы преподавателя;
- "зачтено-хорошо" ставится при наличии неточного ответа на один из вопросов билета и более 60% правильных ответов на дополнительные вопросы;
- "зачтено-удовлетворительно" ставится при наличии неточных ответов на два вопроса билета и более 50% правильных ответов на дополнительные вопросы;
- "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		УК-1	ОПК-1	
4	7	Раздел 1. Формирование структуры различных систем ЛА.	14	6	4	2	8	15	15	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Системы и агрегаты ракет с ЖРД.	22	8	4	4	14	15	15	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 3. Системы и агрегаты ракет с РДТТ.	32	15	8	7	17	20	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 4. Системы разделения ступеней многоступенчатых ракет.	40	22	18	4	18	20	20	Вопросы для текущего контроля
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	70	70	
4	8	Раздел 5. Системы отделение полезных грузов и элементов конструкции ступеней ракет.	51	24	8	16	27	15	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 6. Элементы систем разделения ступеней, отделения полезных грузов и аварийного спасения отсеков экипажа космических кораблей.	57	27	9	18	30	15	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы/ задания по темам ПЗ
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	30	30	
Всего по дисциплине			216	102	51	51	114	100	100	