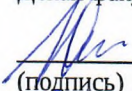


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Юнаков Л. П.  
« 31 » 05 ФИО 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектная баллистика ракет и космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
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	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	зач.	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

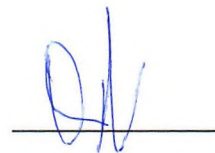
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники**

год набора группы: 2022

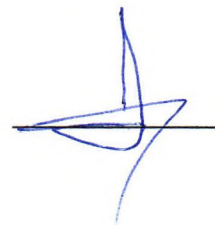
Программу составил:

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

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-3 — Способность к проведению анализа летно-технических характеристик ЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-3**

*знания:*

- знать основные этапы развития ракетно-космической техники;
- знать основные научно-технические проблемы и перспективы развития ракетно-космической

техники;

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

*умения:*

- использовать базовые технические решения, применявшиеся при создании изделия ракетно-космической техники;

- формировать исторически достоверное и технически непротиворечивое описание образцов ракетно-космической техники;;

*навыки:*

- поиска необходимой информации о тактико-технических характеристик ракет различных классов;

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛА, НАДЕЖНОСТЬ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
- ОПК-7 — Способен проводить экспериментальные исследования в области аэробаллистики, организовывать проведение научных космических исследований и разработок, а также представлять и аргументированно защищать полученные результаты

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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	Лабораторный практикум		ПСК-3
3	6	<b>Раздел 1. Общее понятие о среде функционирования изделий ракетно-космической техники.</b> 1. Атмосфера и ее строение: тропосфера, стратосфера, ионосфера, экзосфера. Стандартная атмосфера. 2. Водная среда и ее свойства. 3. Космическое пространство и его особенности, влияющие на движение объектов. 4. Основные законы движения жидкостей и газов.	4	2	2	0	2	10
3	6	<b>Раздел 2. Основы теории реактивного движения. Силы и моменты, действующие на ракету в полете.</b> 1. Системы координат и характеристики, применяемые для описания движения летательного аппарата. 2. Уравнение Мещерского. Реактивная сила. 3. Сила тяги. Режимы работы сопла. Высотная характеристика. 4. Формула Циолковского (для одноступенчатой и многоступенчатой ракеты). Конечная скорость летательного аппарата. Потери скорости и их определение. 5. Удельные параметры двигателя. Удельный импульс и удельная тяга. 6. Понятие траектории. Траектории ракет различных классов. 7. Особенности различных участков траектории полета. 8. Аэродинамические силы, действующие на ракету в полете: лобовое сопротивление ракеты, подъемная сила. Факторы, определяющие величину аэродинамических сил. 9. Моменты сил, действующих на ракету. Моменты тангажа, рыскания и крена. 10. Моменты управляющий и демпфирующие. 11. Понятие о статической и динамической устойчивости.	17	9	6	3	8	10
3	6	<b>Раздел 3. Жидкостные ракетные двигатели.</b> 1. Жидкие ракетные топлива: требования, унитарные и двухкомпонентные топлива, физико-химические свойства. Основные из применяемых и перспективные топлива. 2. Процессы преобразования топлива, протекающие в камере сгорания. 3. Структура и элементы конструкции ЖРД: камера сгорания, смесительные головки, форсунки, системы охлаждения. 4. Системы подачи топлива: вытеснительная и нагнетательная (турбонасосная) системы подачи, особенности конструкции и основные агрегаты. 5. Жидкостные ракетные двигатели открытых и замкнутых схем. 6. Запуск и выключение жидкостного ракетного двигателя. 7. Способы регулирования тяги жидкостного ракетного двигателя. 8. Основные сведения о ракетных двигателях других систем: ПВРД, ТРД, ТВРД, ТВРД, гиперзвуковые ВРД, гибридные двигатели.	23	11	8	3	12	20
3	6	<b>Раздел 4. Ракетные двигатели твердого топлива.</b> 1. Общие сведения о твердых ракетных топлива (основные требования, двухосновные (баллистические) топлива, смешанные топлива). 2. Горение твердого топлива (стационарное и нестационарное). 3. Скорость горения твердого топлива и ее зависимость от давления, начальной температуры, скорости движения газа в камере. 4. Заряды твердого топлива и их типовые формы и конструкции. Вкладные и скрепленные заряды. 5. Прогрессивное, нейтральное горение зарядов твердого топлива. 6. Структура и типовые конструкции твердотопливных двигателей. 7. Элементы конструкции твердотопливных двигателей: системы крепление заряда, сопла и сопловые блоки, тепловая защита. 8. Динамические режимы работы твердотопливного двигателя: воспламенение, выход на режим, отсечка тяги. Особенности конструктивной реализации. 9. Понятие об управлении величиной тяги твердотопливного двигателя по величине.	23	11	8	3	12	20
3	6	<b>Раздел 5. Особенности конструкции и функционирования баллистических ракет и ракет-носителей.</b> 1. Типовые конструктивно-компоновочные схемы управляемых баллистических ракет (БР) и ракет-носителей (РН). Одно- и многоступенчатые ракеты. Способы соединения ступеней. 2. "Сухие" отсеки БР и РН: назначение, конструктивные схемы, нагрузки, действующие на конструкцию. Продольный и поперечный силовой набор, стыковочные и промежуточные шпангоуты. Особенности конструкции "сухих" отсеков различного назначения. 3. Топливные отсеки БР и РН: типы и формы топливных баков, нагрузки, способы увеличения несущей способности. Элементы конструкции баков. Способы заправки топливных отсеков. 4. Отсеки полезной нагрузки БР и РН: формы, конструктивные схемы. 5. Основные сведения о системах разделения ступеней составных ракет. "Горячее" и "холодное" разделение, разделение ступеней ракет пакетной схемы. Способы разведения ступеней на безопасное расстояние. 6. Особенности управления БР и РН. Инерциальные системы управления.	22	10	6	4	12	20
3	6	<b>Раздел 6. Особенности конструкции и функционирования зенитных, авиационных и противотанковых ракет.</b> 1. Типовые конструктивно-компоновочные схемы крылатых (КР) и авиационных управляемых ракет (АУР). 2. Особенности компоновки КР дальнего действия. Особенности компоновки АУР класса "воздух-воздух" и "воздух-поверхность". 3. Типовые конструктивно-компоновочные схемы зенитных управляемых ракет (ЗУР). Особенности конструкции боевых частей и взрывателей ЗУР. 4. Особенности конструкции переносных комплексов ЗУР. 5. Особенности систем управления ЗУР и АУР. Телеуправление, самонаведение, автономное управление. 6. Методы поражения высокоскоростных целей. 7. Типовые конструктивно-компоновочные схемы противотанковых управляемых ракет (ПТУР). 8. Особенности траектории полета ПТУР, влияющие на конструкцию. 9. Особенности конструкции боевых частей и взрывателей ПТУР. 10. Перспективные схемы ПТУР. 11. Особенности систем управления ПТУР, телеуправление, самонаведение.	19	8	4	4	11	20
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	51	34	17	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
-------	---	-------------------------------	-------------------

1	Раздел 2. Основы теории реактивного движения. Силы и моменты, действующие на ракету в полете.	Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты	3
2	Раздел 3. Жидкостные ракетные двигатели.	Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты	3
3	Раздел 4. Ракетные двигатели твердого топлива.	Изучение конструкции авиационной управляемой ракеты	3
4	Раздел 5. Особенности конструкции и функционирования баллистических ракет и ракет-носителей.	Изучение конструкции авиационной управляемой ракеты	4
5	Раздел 6. Особенности конструкции и функционирования зенитных, авиационных и противотанковых ракет.	Изучение конструкции зенитной управляемой ракеты	4
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общее понятие о среде функционирования изделий ракетно-космической техники.	Повторение и закрепление лекционного материала.	2
2	Раздел 2. Основы теории реактивного движения. Силы и моменты, действующие на ракету в полете.	Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты"	5
3		Повторение и закрепление лекционного материала.	3
4	Раздел 3. Жидкостные ракетные двигатели.	Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты"	8
5		Повторение и закрепление лекционного материала.	4
6	Раздел 4. Ракетные двигатели твердого топлива.	Повторение и закрепление лекционного материала.	4
7		Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции авиационной управляемой ракеты".	8
8	Раздел 5. Особенности конструкции и функционирования баллистических ракет и ракет-носителей.	Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции авиационной управляемой ракеты"	8
9		Повторение и закрепление лекционного материала.	4
10	Раздел 6. Особенности конструкции и функционирования зенитных, авиационных и противотанковых ракет.	Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции зенитной управляемой ракеты"	8
11		Повторение и закрепление лекционного материала.	3
Всего за 6 семестр			57

## 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>6</b>				ТекК		ДР		ТекК		ДР	ТекК	ЛР				ДР	ЛР, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;

- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ЛР – лабораторная работа;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1973, 93 экз.
2. А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе. М.: Воениздат, 1972, 41 экз.
3. Б. Ф. Щербаков. . Авиационные ракетные комплексы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
4. Б. Ф. Щербаков. . Авиационные ракетные комплексы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 35 экз.
5. Б. Ф. Щербаков, Б. В. Румянцев. . Противотанковые ракетные комплексы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 56 экз.
6. Б. Ф. Щербаков, Б. В. Румянцев. . Противотанковые ракетные комплексы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
7. В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
8. В. И. Балобан. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 167 экз.
9. В. И. Погорелов. . Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
10. В. И. Погорелов. . Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 85 экз.
11. В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы). М.: Машиностроение, 2005, 12 экз.
12. В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы). М.: Машиностроение, 2005, эл. рес.
13. И. Н. Пенцак. . Теория полёта и конструкция баллистических ракет. М.: Машиностроение, 1974, 7 экз.
14. И. Н. Пенцак. . Теория полёта и конструкция баллистических ракет. М.: Машиностроение, 1974, эл. рес.
15. Л. Н. Бызов, В. С. Вельгорский, С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование авиационной ракеты Р-3С. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
16. Л. Н. Бызов, В. С. Вельгорский, С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование авиационной ракеты Р-3С. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 82 экз.
17. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
18. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, 100 экз.
19. М. Н. Алешков, И. И. Жуков, Н. В. Савин. . Физические основы ракетного оружия. М.: Воениздат, 1972, 55 экз.
20. П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты. М.: Машиностроение, 1967, эл. рес.
21. П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты. М.: Машиностроение, 1967, 23 экз.
22. С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование ракеты 8К99. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
23. С. Н. Ельцин. Устройство и функционирование ракеты 8К99. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 79 экз.
24. С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1". СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
25. С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1". СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 84 экз.
26. С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты РЗС. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 39 экз.
27. С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты РЗС. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
28. С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты 8К99. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 39 экз.

29. С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты 8К99. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
30. С. Н. Ельцин, В. Н. Анисимов. . Зенитная ракетная система С-300В. Ракета 9М83, устройство и функционирование. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
31. С. Н. Ельцин, В. Н. Анисимов. Зенитная ракетная система С-300В. Ракета 9М83, устройство и функционирование. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 89 экз.
32. Ф. К. Неупокоев. . Стрельба зенитными ракетами. М.: Воениздат, 1991, 12 экз.
33. Ф. К. Неупокоев. . Стрельба зенитными ракетами. М.: Воениздат, 1991, эл. рес.
34. Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. Москва: Машиностроение, 2011, эл. рес.

## 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

## 5.3. Периодические издания:

1. Вестник воздушно-космической обороны;
2. Двигатель;
3. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук;
4. Морской сборник;
5. Вопросы оборонной техники. Серия 16.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

## Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

## 5.5. Программное обеспечение:

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. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. ЗУР 9М82;
3. УБР ДД Р-5М (8К52);
4. УБР ДД 8С992 (8К99);
5. АУР Р-3С (К13);
6. ПТУР "Шмель" (ЗМ6);
7. ПТУР "Малютка" (9М14М);
8. ПТУР "Штурм-С" (9М114);
9. ЗУР "Тор-М1" (9М33);
10. ПЗРК "Стрела-2М" (9К38М).

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-3 Способность к проведению анализа летно-технических характеристик ЛА.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением систем ракетной техники, от общего представления до основ устройства и функционирования летательных аппаратов (ракет) различного назначения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Общее понятие о среде функционирования изделий ракетно-космической техники.</b>		
Повторение и закрепление лекционного материала.	П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (Стр. 22 - 24) М. Н. Алешков, И. И. Жуков, Н. В. Савин. . Физические основы ракетного оружия: М.: Воениздат, 1972 (2, 3, 4) П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (Стр. 22 - 24) А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1973 (1, 2, 3, 4)	2
Итого по разделу 1		2
<b>Раздел 2. Основы теории реактивного движения. Силы и моменты, действующие на ракету в полете.</b>		
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты"	П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (Стр. 47 - 49) П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (Стр. 47 - 49) А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1973 (1, 2, 3, 4) С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Пособие целиком) С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком)	5
Повторение и закрепление лекционного материала.	С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком) С. Н. Ельцин. Устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Пособие целиком)	3
Итого по разделу 2		8

Раздел 3. Жидкостные ракетные двигатели.		
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты"	<p>С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Пособие целиком)</p> <p>С. Н. Ельцин. Устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Пособие целиком)</p> <p>И. Н. Пенцак. . Теория полёта и конструкция баллистических ракет: М.: Машиностроение, 1974 (1, 2, 3)</p> <p>В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (Все главы учебника)</p> <p>С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком)</p> <p>М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (Все части учебника)</p> <p>С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком)</p> <p>М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (Все части учебника)</p>	8
Повторение и закрепление лекционного материала.	<p>С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком)</p> <p>М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (Все части учебника)</p>	4
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Ракетные двигатели твердого топлива.		
Повторение и закрепление лекционного материала.	<p>П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (Стр. 47 - 94)</p> <p>А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1972 (4, 5, 6)</p>	4
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции авиационной управляемой ракеты".	<p>П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (Стр. 47 - 94)</p> <p>С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты РЗС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком)</p> <p>С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты РЗС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком)</p> <p>М. Н. Алешков, И. И. Жуков, Н. В. Савин. . Физические основы ракетного оружия: М.: Воениздат, 1972 (2, 3, 4)</p> <p>Л. Н. Бызов, В. С. Вельгорский, С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование авиационной ракеты Р-ЗС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Пособие целиком)</p> <p>Л. Н. Бызов, В. С. Вельгорский, С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование авиационной ракеты Р-ЗС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Пособие целиком)</p> <p>В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ</p>	8

	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1, 2, 3, 4) В. И. Балобан. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1, 2, 3, 4) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (4, 5)	
Итого по разделу 4		12
<b>Раздел 5. Особенности конструкции и функционирования баллистических ракет и ракет-носителей.</b>		
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции авиационной управляемой ракеты"	В. И. Погорелов. . Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4, 5) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (Все главы учебника) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (Все главы учебника) С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты РЗС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком) И. Н. Пенцак. . Теория полёта и конструкция баллистических ракет: М.: Машиностроение, 1974 (1, 2, 3) Б. Ф. Щербаков. . Авиационные ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Пособие целиком) И. Н. Пенцак. . Теория полёта и конструкция баллистических ракет: М.: Машиностроение, 1974 (1, 2, 3) С. Н. Ельцин, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты РЗС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком)	8
Повторение и закрепление лекционного материала.	В. И. Погорелов. . Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4, 5) Л. Н. Бызов, В. С. Вельгорский, С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование авиационной ракеты Р-ЗС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Пособие целиком) Б. Ф. Щербаков. . Авиационные ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Пособие целиком) Л. Н. Бызов, В. С. Вельгорский, С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование авиационной ракеты Р-ЗС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Пособие целиком)	4
Итого по разделу 5		12
<b>Раздел 6. Особенности конструкции и функционирования зенитных, авиационных и противотанковых ракет.</b>		
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции зенитной управляемой ракеты"	Б. Ф. Щербаков, Б. В. Румянцев. . Противотанковые ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Все главы пособия) Б. Ф. Щербаков. . Авиационные ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Все	8
Повторение и закрепление		3

лекционного материала.	<p>главы пособия)</p> <p>Б. Ф. Щербаков. . Авиационные ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Все главы пособия)</p> <p>Ф. К. Неупокоев. . Стрельба зенитными ракетами: М.: Воениздат, 1991 (Все главы учебника)</p> <p>С. Н. Ельцин, В. Н. Анисимов. . Зенитная ракетная система С-300В. Ракета 9М83, устройство и функционирование: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Пособие целиком)</p> <p>С. Н. Ельцин, В. Н. Анисимов. Зенитная ракетная система С-300В. Ракета 9М83, устройство и функционирование: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Пособие целиком)</p> <p>Б. Ф. Щербаков, Б. В. Румянцев. . Противотанковые ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Все главы пособия)</p> <p>С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Пособие целиком)</p> <p>С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Пособие целиком)</p> <p>Ф. К. Неупокоев. . Стрельба зенитными ракетами: М.: Воениздат, 1991 (Все главы учебника)</p>	
Итого по разделу 6		11



## **ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- 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, по результатам которого проставляются оценки "зачтено" или "не зачтено" (при менее чем 50% правильных ответов на заданные вопросы).

#### **Лабораторная работа**

Лабораторные работы выполняются в формате лабораторного практикума по изучению технических образцов.

Для оценки выполнения лабораторного практикума составлен набор типовых вопросов по каждому образцу, содержащийся в учебно-методических пособиях по дисциплине.

Прием лабораторного практикума по изучению технических образцов проходит в форме ответов на вопросы преподавателя. В случае, если ответы на вопросы студентом во время защиты соответствуют требованиям (не менее 60% правильных ответов), проставляется зачет по разделу лабораторного практикума.

#### **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.

Вопросы к зачету формируются на основе вопросов текущего контроля. Вопросы содержатся в УМК дисциплины.

Допуск к зачету производится при условии наличия зачета по всем разделам лабораторного практикума. Зачет проводится в форме устных ответов на вопросы преподавателя, выбираемых из вопросов к зачету. При правильном ответе на 70% заданных вопросов выставляется оценка "зачтено", при меньшем числе правильных ответов - "не зачтено".

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-3	
3	6	Раздел 1. Общее понятие о среде функционирования изделий ракетно-космической техники.	4	2	2	0	2	10	Вопросы для текущего контроля
3	6	Раздел 2. Основы теории реактивного движения. Силы и моменты, действующие на ракету в полете.	17	9	6	3	8	10	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 3. Жидкостные ракетные двигатели.	23	11	8	3	12	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 4. Ракетные двигатели твердого топлива.	23	11	8	3	12	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 5. Особенности конструкции и функционирования баллистических ракет и ракет-носителей.	22	10	6	4	12	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 6. Особенности конструкции и функционирования зенитных, авиационных и противотанковых ракет.	19	8	4	4	11	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	