


**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  
Декаан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТРОЙСТВО, КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика
Специализация/профиль/программа подготовки	Гидроаэродинамика
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
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)

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

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

**А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **УСТРОЙСТВО, КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ 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-2.2 — Способность понимать физическую сущность аэрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-2.2**

*знания:*

- особенности анализ конструкции образцов РКТ 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 РКТ..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УСТРОЙСТВО, КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ТЕРМОДИНАМИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА ГИДРОАЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

### 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-2.2
3	6	<b>Раздел 1. Раздел 1. Общие понятия 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. 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. 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 конструкция 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. Инженерные методы оценки технических характеристик камеры ЖРД. 9. Основные сведения о ракетных двигателях других систем: ПВРД, ТРД, ТВРД, ТВРД, гиперзвуковые ВРД, гибридные двигатели.	21	9	6	3	12	10
3	6	<b>Раздел 4. Раздел 4. Ракетные двигатели твердого топлива.</b> 1. Общие сведения о твердых ракетных топлива (основные требования, двухосновные (баллиститные) топлива, смесевые 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, регрессивное, 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. 10. Инженерные методы оценки технических характеристик твердотопливных двигателей.	21	9	6	3	12	10
3	6	<b>Раздел 5. 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.	16	8	6	2	8	20
3	6	<b>Раздел 6. 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
3	6	<b>Раздел 7. Раздел 7. Особенности конструкции и расчета органов управления движением ракетных систем различных классов.</b> 1. Аэродинамические органы управления. Аэродинамические рули, элероны, дифференциальные рули, стабилизаторы. 2. Газоструйные рули. Кольцевые газовые рули. Дефлекторы. 3. Управляющие двигатели (стационарные и поворотные). 4. Поворотные, качающиеся, разрезные сопла. 5. Газодинамические органы управления. Вдув газа в закритическую часть сопла. Разрезные управляющие сопла. 6. Рулевые машины, используемые для привода органов управления. Источники энергии для рулевых машин.	10	6	4	2	4	20

Всего за 6 семестр	108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине	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. Раздел 2. Основы теории реактивного движения. Силы и моменты, действующие на ракету в полете.	Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты	3
2	Раздел 3. Раздел 3. Жидкостные ракетные двигатели.	Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты	3
3	Раздел 4. Раздел 4. Ракетные двигатели твердого топлива.	Изучение конструкции авиационной управляемой ракеты	3
4	Раздел 5. Раздел 5. Особенности конструкции и функционирования баллистических ракет и ракет-носителей.	Изучение конструкции авиационной управляемой ракеты	2
5	Раздел 6. Раздел 6. Особенности конструкции и функционирования зенитных, авиационных и противотанковых ракет.	Изучение конструкции зенитной управляемой ракеты	4
6	Раздел 7. Раздел 7. Особенности конструкции и расчета органов управления движением ракетных систем различных классов.	Изучение конструкции зенитной управляемой ракеты	2
Всего за 6 семестр			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

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

13	расчета органов управления движением ракетных систем различных классов.	материала.	2
		Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции зенитной управляемой ракеты".	
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
6				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, 167 экз.
8. В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
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. В. Т. Калугин. . Аэрогазодинамика органов управления полётом летательных аппаратов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004, 16 экз.
14. И. Н. Пенцак. . Теория полёта и конструкция баллистических ракет. М.: Машиностроение, 1974, эл. рес.
15. И. Н. Пенцак. . Теория полёта и конструкция баллистических ракет. М.: Машиностроение, 1974, 7 экз.
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. Л. Н. Бызов, В. С. Вельгорский, С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование авиационной ракеты Р-3С. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
18. М. В. Добровольский. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
19. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
20. М. Н. Алешков, И. И. Жуков, Н. В. Савин. . Физические основы ракетного оружия. М.: Воениздат, 1972, 55 экз.
21. П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты. М.: Машиностроение, 1967, 23 экз.
22. П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты. М.: Машиностроение, 1967, эл. рес.
23. С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1". СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
24. С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 70 экз.
25. С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1". СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 84 экз.
26. С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
27. С. Н. Ельцин. Устройство и функционирование ракеты 8К99. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 79 экз.
28. С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование ракеты 8К99. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.

29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. 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.
34. 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.
35. Ф. К. Неупокоев. . Стрельба зенитными ракетами. М.: Воениздат, 1991, 12 экз.
36. Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. М.: Машиностроение, 2011, эл. рес.

## 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Ф. К. Неупокоев. . Стрельба зенитными ракетами. М.: Воениздат, 1980, 3 экз.

## 5.3. Периодические издания:

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

## 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.

## Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rffi.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 "Тор-М1" (9М33);
3. ЗУР 9М82;
4. АУР Р-3С (К13);
5. ПТУР "Малютка" (9М14М);
6. ПТУР "Штурм-С" (9М114);
7. УБР ДД Р-5М (8К52);
8. УБР ДД 8С992 (8К99);
9. 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, КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.2 Способность понимать физическую сущность аэрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением систем ракетной техники, от общего представления до основ устройства и функционирования летательных аппаратов (ракет) различного назначения, а также инженерных методов оценки их тактико-технических характеристик.

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. 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) А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1973 (1, 2, 3, 4) 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)	2
Итого по разделу 1		2
<b>Раздел 2. Раздел 2. Основы теории реактивного движения. Силы и моменты, действующие на ракету в полете.</b>		
Повторение и закрепление лекционного материала.	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) П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (Стр. 47 - 95) П. М. Афонин, И. С. Голубев, Н. И. Колотков. . Беспилотные летательные аппараты: М.: Машиностроение, 1967 (Стр. 47 - 95) С. Н. Ельцин. Устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Пособие целиком)	3
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты"	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, А. М. Фёдоров. . Тесты для самостоятельно изучающих устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Пособие целиком)	5

Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Раздел 3. Жидкостные ракетные двигатели.</b>		
Повторение и закрепление лекционного материала.	<p>И. Н. Пенцак. . Теория полёта и конструкция баллистических ракет: М.: Машиностроение, 1974 (1, 2, 3)</p> <p>С. Н. Ельцин. Устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Пособие целиком)</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>	4
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции управляемой баллистической ракеты"	<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. . Устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Пособие целиком)</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. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (Все части учебника)</p> <p>В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (Все главы учебника)</p>	8
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Раздел 4. Ракетные двигатели твердого топлива.</b>		
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>	4
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции авиационной управляемой ракеты".	<p>А. М. Синюков, Л. И. Волков, А. И. Львов. . Баллистическая ракета на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1972 (4, 5, 6)</p> <p>Л. Н. Бызов, В. С. Вельгорский, С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование авиационной ракеты Р-3С: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (Пособие целиком)</p> <p>В. И. Балобан. Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1, 2, 3, 4)</p> <p>В. И. Балобан. . Основы теории и конструирования ракетных двигателей твёрдого топлива: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1, 2, 3, 4)</p> <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</p>	8

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

Раздел 6. Раздел 6. Особенности конструкции и функционирования зенитных, авиационных и противотанковых ракет.		
Повторение и закрепление лекционного материала.	<p>Ф. К. Неупокоев. . Стрельба зенитными ракетами: М.: Воениздат, 1980 (Все главы учебника)</p> <p>Б. Ф. Щербаков. . Авиационные ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (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>	3
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции зенитной управляемой ракеты".	<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. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Пособие целиком)</p> <p>Б. Ф. Щербаков. . Авиационные ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Пособие целиком)</p> <p>Б. Ф. Щербаков, Б. В. Румянцев. . Противотанковые ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Пособие целиком)</p> <p>Б. Ф. Щербаков, Б. В. Румянцев. . Противотанковые ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (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>	8
Итого по разделу 6		11
Раздел 7. Раздел 7. Особенности конструкции и расчета органов управления движением ракетных систем различных классов.		
Повторение и закрепление лекционного материала.	<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>В. Т. Калугин. . Аэрогазодинамика органов управления полётом летательных аппаратов: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004 (3, 4, 6)</p> <p>С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Пособие целиком)</p>	2
Подготовка к лабораторному практикуму "Изучение конструкции зенитной управляемой ракеты".	<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. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Пособие целиком)</p> <p>С. Н. Ельцин. . Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Пособие целиком)</p> <p>С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Пособие целиком)</p>	2
Итого по разделу 7		4



## 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-2.2	
3	6	Раздел 1. 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. 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. Раздел 3. Жидкостные ракетные двигатели.	21	9	6	3	12	10	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 4. Раздел 4. Ракетные двигатели твердого топлива.	21	9	6	3	12	10	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 5. Раздел 5. Особенности конструкции и функционирования баллистических ракет и ракет-носителей.	16	8	6	2	8	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 6. Раздел 6. Особенности конструкции и функционирования зенитных, авиационных и противотанковых ракет.	19	8	4	4	11	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	6	Раздел 7. Раздел 7. Особенности конструкции и расчета органов управления движением ракетных систем различных классов.	10	6	4	2	4	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	