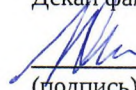


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Космические летательные аппараты и разгонные блоки
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
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	5	3	108	34	17	17	0	74	0	0	74	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

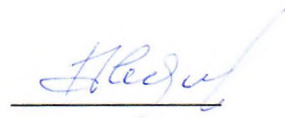
**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Авферинок Сергей Эдуардович, старший преподаватель



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

**А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.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-2.7 — Способность разрабатывать механические конструкции, системы и агрегаты летательных аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-2.7**

*знания:*

на уровне представлений:

состояние и перспективы развития как ракетной техники в целом, так и отдельных ее направлений;

технические характеристики и конструктивные особенности ракет различного назначения;

- на уровне воспроизведения:

силы и моменты, действующие на ЛА в полете; сведения из динамики полета ЛА; системы управления движением ЛА и наземное оборудование;

- на уровне понимания:

особенности устройства и функционирования отдельных элементов конструкции; особенности работы элементов конструкции силового набора корпуса ЛА;

*умения:*

- теоретические:

проводить анализ процессов, сопровождающих работу изделий РКТ и их элементов при их эксплуатации ;

- практические:

самостоятельно разбираться с устройством и функционированием элементов конструкций изделий и их систем;

*навыки:*

понимание принимаемых и реализуемых конструктивных решений, понимание устройства и функционирования изделий в целом и их систем.

## 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 *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ФИЗИКА, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

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

### 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-2.7
3	5	Раздел 1. Основы теории реактивного движения. Системы координат, применяемые для описания движения ЛА. Углы, определяющие положение ракеты в пространстве.	2	2	2	0	0	10
3	5	Раздел 2. Движение ракет на траектории. Уравнения движения ракеты на активном участке полета. Конечная скорость ракеты на активном участке полета. Перегрузки, действующие на ракету, коэффициенты перегрузок. Располагаемые и потребные перегрузки. Маневренность и управляемость ракеты.	18	8	3	5	10	20
3	5	Раздел 3. Конструктивно - компоновочные схемы ЛА. Особенности компоновки ЛА различного назначения. Конструктивные схемы сухих и топливных отсеков, силовой набор. Аэродинамические схемы ЛА.	13	3	3	0	10	20
3	5	Раздел 4. Органы управления ракетами. Аэродинамические и газодинамические органы управления. Эффективность различных способов управления. Рулевые машины, используемые для привода органов управления. Источники энергии для рулевых машин.	16	6	2	4	10	10
3	5	Раздел 5. Ракетные двигатели твердого топлива. Топлива РДТТ. Особенности компоновки РДТТ на ЛА. Влияние РДТТ на значение основных проектных параметров ЛА.	12	2	2	0	10	20
3	5	Раздел 6. Жидкостные ракетные двигатели. Топлива ЖРД. Особенности компоновки ЖРД на ЛА. Влияние ЖРД на значение основных проектных параметров ЛА.	20	6	2	4	14	10
3	5	Раздел 7. Системы управления ЛА. Общая характеристика систем управления. Автономные СУ. Теленаведение. Самонаведение. Способы управления дальностью полета.	27	7	3	4	20	10
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Движение ракет на траектории.	Изучение устройства и функционирования двухступенчатой баллистической ракеты.	5
2	Раздел 4. Органы управления ракетами.	Изучение устройства и функционирования авиационной управляемой ракеты.	4
3	Раздел 6. Жидкостные ракетные двигатели.	Изучение устройства и функционирования зенитной управляемой ракеты.	4
4	Раздел 7. Системы управления ЛА.	Изучение устройства и функционирования противотанковой управляемой ракеты.	4
Всего за 5 семестр			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 2. Движение ракет на траектории.	Изучение устройства и функционирования двухступенчатой баллистической ракеты 8К99.	10
2	Раздел 3. Конструктивно - компоновочные схемы ЛА.	Конструктивно - компоновочные схемы ЛА.	10
3	Раздел 4. Органы управления ракетами.	Изучение устройства и функционирования авиационной управляемой ракеты Р-3С.	10
4	Раздел 5. Ракетные двигатели твердого топлива.	Ракетные двигатели твердого топлива.	10
5	Раздел 6. Жидкостные ракетные двигатели.	Изучение устройства и функционирования зенитной управляемой ракеты "Тор-М1".	14
6	Раздел 7. Системы управления ЛА.	Изучение устройства и функционирования противотанковой управляемой ракеты 9М14.	20
Всего за 5 семестр			74

#### 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
5	ВРЗД				Отч. по ЛР	ДР	ВРЗД		Отч. по ЛР	ДР	ВРЗД		Отч. по ЛР			ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Н. Новиков, Б. М. Авхимович, В. Е. Вейтин. . Основы устройства и конструирования летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1991, 10 экз.
2. 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.
3. С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование ракеты 8К99. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 167 экз.
4. С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1". СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 84 экз.
5. С. Н. Ельцин. . Противотанковый ракетный комплекс 9К14М ("Малютка"). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 134 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com/> ; <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.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. АУР Р-3С (К13);
3. ЗУР "Тор-М1" (9М33);
4. ПТУР "Малютка" (9М14М);
5. УБР ДД 8С992 (8К99).

### **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 *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.7 Способность разрабатывать механические конструкции, системы и агрегаты летательных аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с вопросами проектирования и конструирования космических аппаратов и двигательных установок.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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 2. Движение ракет на траектории.</b>		
Изучение устройства и функционирования двухступенчатой баллистической ракеты 8К99.	С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование ракеты 8К99: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (все)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Конструктивно - компоновочные схемы ЛА.</b>		
Конструктивно - компоновочные схемы ЛА.	В. Н. Новиков, Б. М. Авхимович, В. Е. Вейтин. . Основы устройства и конструирования летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (1, 6-8)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Органы управления ракетами.</b>		
Изучение устройства и функционирования авиационной управляемой ракеты Р-3С.	Л. Н. Бызов, В. С. Вельгорский, С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование авиационной ракеты Р-3С: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (все) В. Н. Новиков, Б. М. Авхимович, В. Е. Вейтин. . Основы устройства и конструирования летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (2)	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Ракетные двигатели твердого топлива.</b>		
Ракетные двигатели твердого топлива.	В. Н. Новиков, Б. М. Авхимович, В. Е. Вейтин. . Основы устройства и конструирования летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (5)	10
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Жидкостные ракетные двигатели.</b>		
Изучение устройства и функционирования зенитной управляемой ракеты "Тор-М1".	С. Н. Ельцин. . Зенитный ракетный комплекс "Тор-М1": СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (все)	14
Итого по разделу 6		14
<b>Раздел 7. Системы управления ЛА.</b>		
Изучение устройства и функционирования противотанковой управляемой ракеты 9М14.	С. Н. Ельцин. . Противотанковый ракетный комплекс 9К14М ("Малютка"): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (все) В. Н. Новиков, Б. М. Авхимович, В. Е. Вейтин. . Основы устройства и конструирования летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (4)	20
Итого по разделу 7		20

## **ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- отчет по ЛР;
- 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 по разделу**

Контроль усвоения лекционного учебного материала соответствующих разделов дисциплины проводится по результатам ответов обучающихся на заданные преподавателем вопросы. Контроль считается пройденным, если получен правильный ответ.

Примеры контрольных вопросов для текущей оценки усвоения материала:  
дать определение

- траектории полета, плоскости стрельбы, конечной скорости БР;
- углом тангажа, атаки, рысканья, крена;
- аэродинамическим схемам "утка", "бесхвостка";
- заряд РДТТ канального горения с компенсацией по торцам, "зонтичный" заряд.

#### **Отчет по ЛР**

В процессе выполнения лабораторных работ студенты работают с образцами ракетной техники, расположенными в классе кафедры А1.

Защита лабораторных работ осуществляется в виде ответов на вопросы преподавателя по устройству и принципам функционирования изучаемого образца. Ответы должны сопровождаться демонстрацией с использованием имеющегося изделия.

Критерии оценивания ЛР: «сдано» - дано не менее 75% верных ответов на вопросы преподавателя; «не сдано» - правильных ответов менее 75%

Примеры задаваемых вопросов содержатся в УМК по дисциплине.

#### **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.

Зачет считается сданным и обучающийся получает оценку «зачтено», если выполнены все контрольные мероприятия, предусмотренный рабочей программой дисциплины.

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-2.7	
3	5	Раздел 1. Основы теории реактивного движения.	2	2	2	0	0	10	Вопросы по разделу
3	5	Раздел 2. Движение ракет на траектории.	18	8	3	5	10	20	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 3. Конструктивно - компоновочные схемы ЛА.	13	3	3	0	10	20	Вопросы по разделу
3	5	Раздел 4. Органы управления ракетами.	16	6	2	4	10	10	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 5. Ракетные двигатели твердого топлива.	12	2	2	0	10	20	Вопросы по разделу
3	5	Раздел 6. Жидкостные ракетные двигатели.	20	6	2	4	14	10	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 7. Системы управления ЛА.	27	7	3	4	20	10	Отчет по ЛР
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	