

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

 Юнаков Л. П.

(подпись) ФИО

«31» 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ РКТ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

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	4	144	51	34	0	17	93	0	0	93	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

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

год набора группы: 2022

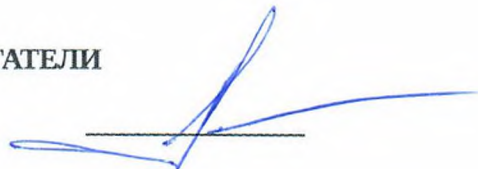
Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Бокучава Петр Нугзаниевич, старший преподаватель



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

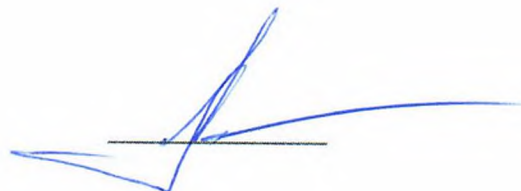
Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ РКТ**

### **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-25 — Способность планировать и проводить испытания изделий РКТ в организациях ракетно-космической промышленности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-25**

*знания:*

Устройство и особенности функционирования типовых стендов для испытаний элементов конструкций РКТ (ПСК-25);

Устройство и функционирование первичных преобразователей, используемых при испытаниях элементов конструкций РКТ (ПСК-25);

Математические модели и расчётные схемы элементов автоматики и информационно-измерительной аппаратуры (ПСК-25);

*умения:*

Определять необходимость и обоснованность испытаний элементов конструкций РКТ (ПСК-25);

Формулировать рекомендации по совершенствованию элементов конструкций РКТ на основе анализа результатов испытаний (ПСК-25);

*навыки:*

Разрабатывать принципиальные схемы стендов для испытаний элементов конструкций РКТ (ПСК-25).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ РКТ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТСТАТИСТИКА ПРИ ИСПЫТАНИИ РКТ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ПСК-23 — Способность разрабатывать механические конструкции, системы и агрегаты летательных аппаратов
- ПСК-25 — Способность планировать и проводить испытания изделий РКТ в организациях ракетно-космической промышленности



### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-25
3	6	<b>Раздел 1. Статические и динамические испытания конструкций космической техники.</b> 1. Задачи статических испытаний. Стенды для статических испытаний конструкций КА. 2. Основные понятия теории колебаний. Задачи динамических испытаний. Стенды для динамических испытаний конструкций КА. 3. Информационно-измерительная система стенда. Первичные преобразователи.	60	24	16	8	36	40
3	6	<b>Раздел 2. Испытания ракетных двигателей.</b> 1. Особенности испытаний ракетных двигателей. Классификация испытаний. 2. Измерение давлений. 3. Измерение тяги. 4. Измерение скорости горения твердого топлива. 5. Оценка теплового режима работы РД.	49	18	12	6	31	30
3	6	<b>Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА.</b> 1. Тепловакуумные испытания агрегатов и систем обеспечения теплового режима КА 2. Невакуумные испытания агрегатов систем обеспечения теплового режима космических аппаратов.	35	9	6	3	26	30
<b>Всего за 6 семестр</b>			144	51	34	17	93	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	34	17	93	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Статические и динамические испытания конструкций космической техники.	Расчет нагрузок, действующих на конструкции отсеков корпуса КА.	2
2		Виды возбудителей колебаний вибростендов. Виды датчиков виброускорений.	2
3		Расчет динамического нагружения конструкции солнечной батареи при раскрытии.	2
4		Тензорезисторы: схемы размещения, схемы подключения, определение напряжений по показаниям тензорезисторов.	2
5	Раздел 2. Испытания ракетных двигателей.	Состав стенда для испытаний РДТТ. Оборудование. Состав и характеристика элементов измерительной системы.	2
6		Алгоритм расчета плотности конвективного теплового потока. Характер изменения суммарного теплового потока по тракту двигателя и во времени.	4
7	Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА.	Определение постоянных времени датчиков температуры.	1
8		Расчет теплопроизводительности теплообменных аппаратов.	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. Статические и динамические испытания конструкций космической техники.	Подготовка к лекционным занятиям.	10
2		Подготовка к практическим занятиям.	10
3		Подготовка раздела отчета по заданию №1.	8
4		Подготовка раздела отчета	8

		по заданию №2.	
5	Раздел 2. Испытания ракетных двигателей.	Подготовка раздела отчета по заданию №3.	7
6		Подготовка к лекционным занятиям.	12
7		Подготовка к практическим занятиям.	12
8	Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА.	Подготовка к лекционным занятиям.	10
9		Подготовка к практическим занятиям.	8
10		Подготовка раздела отчета по заданию №4.	8
Всего за 6 семестр			93

#### 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						ДР		Отч. по ПЗ		ДР				Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. И. Полетаев. . Проектирование систем обеспечения теплового режима КА. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. В. А. Евстафьев. . Испытания на удар. [СПб.]БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
3. В. К. Иванов, Л. И. Калягин. . Элементы теории испытаний и эксплуатации систем ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
4. В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
5. В. П. Белов. . Тепловое проектирование ракетных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.

### 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. [http://www.nic-rkp.ru/default.asp?page=servises\\_test](http://www.nic-rkp.ru/default.asp?page=servises_test) — ФКП "НИЦ РКП".

### 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:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **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 **ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ РКТ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-25 Способность планировать и проводить испытания изделий РКТ в организациях ракетно-космической промышленности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением технологий статических и динамических испытаний конструкций космической техники, особенностей испытаний ракетных двигателей и теплообменных аппаратов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Статические и динамические испытания конструкций космической техники.		
Подготовка к лекционным занятиям.	В. А. Евстафьев. . Испытания на удар: [СПб.]БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (-) В. К. Иванов, Л. И. Калягин. . Элементы теории испытаний и эксплуатации систем ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (-)	10
Подготовка к практическим занятиям.		10
Подготовка раздела отчета по заданию №1.		8
Подготовка раздела отчета по заданию №2.		8
Итого по разделу 1		36
Раздел 2. Испытания ракетных двигателей.		
Подготовка раздела отчета по заданию №3.	В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (-)	7
Подготовка к лекционным занятиям.		12
Подготовка к практическим занятиям.		12
Итого по разделу 2		31
Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА.		
Подготовка к лекционным занятиям.	В. П. Белов. . Тепловое проектирование ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (-) Б. И. Полетаев. . Проектирование систем обеспечения теплового режима КА: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (-)	10
Подготовка к практическим занятиям.		8
Подготовка раздела отчета по заданию №4.		8
Итого по разделу 3		26

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- 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.

#### Отчет по практическому заданию

Решения заданий представляются в виде отчета в печатной форме. Каждое задание содержит задачу с индивидуальными для каждого студента условиями. При сдаче отчета предусматривается обсуждение решения с преподавателем с целью проверки фактического усвоения соответствующего материала учебной дисциплины.

Критерии оценивания:

Отчет по практическому заданию считается принятым при выполнении всех следующих критериев:

- правильность результатов расчета;
- правильность выполнения графической части задания;
- правильность оформления отчета (структурная упорядоченность, наличие всех необходимых разделов);
- допускаются незначительные исправления в отчете.

Отчет по практическому заданию не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- ошибок в расчетах и при оформлении графического материала;
- небрежного и безграмотного оформления отчета.

#### 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.

К сдаче дифференцированного зачета обучающийся допускается при условии выполнения всех практических заданий, предусмотренных программой дисциплины, и отчета по ним. Критерии оценивания:

«Отлично» - полный ответ на основной вопрос и возможные дополнительные вопросы.

«Хорошо» - наличие замечаний при ответе на основной вопрос и неполные ответы на дополнительные вопросы.

«Удовлетворительно» - неполный ответ на основной вопрос, отсутствие ответов на дополнительные вопросы.

«Не зачтено» - отсутствие ответа на основной и дополнительные вопросы.

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	Практические занятия		ПСК-25		
3	6	Раздел 1. Статические и динамические испытания конструкций космической техники.	60	24	16	8	36	40	Отчет по практическому заданию	
3	6	Раздел 2. Испытания ракетных двигателей.	49	18	12	6	31	30	Отчет по практическому заданию	
3	6	Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА.	35	9	6	3	26	30	Отчет по практическому заданию	
Всего за 6 семестр			144	51	34	17	93	100		
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100		