

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.
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ РКТ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование и конструкция космических аппаратов
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 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	
6	11	4	144	34	0	0	34	110	0	0	110	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Бокучава Петр Нугзариевич, 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-4/23-1 — способность координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-4/23-1

знания:

Устройство и особенности функционирования типовых стендов для испытаний элементов конструкций РКТ (ПСК-4/23-1);

Устройство и функционирование первичных преобразователей, используемых при испытаниях элементов конструкций РКТ (ПСК-4/23-1);

Математические модели и расчётные схемы элементов автоматики и информационно-измерительной аппаратуры (ПСК-4/23-1);

умения:

Формулировать рекомендации по совершенствованию элементов конструкций РКТ на основе анализа результатов испытаний (ПСК-4/23-1);

навыки:

Разрабатывать принципиальные схемы стендов для испытаний элементов конструкций РКТ (ПСК-4/23-1).

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 *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ДВИГАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, АГРЕГАТЫ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-4/23-1 — Способен координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части
- ПСК-4/23-3 — Способен определять тепловой режим изделий РКТ и проектировать средства и системы его обеспечения

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	Практические занятия		ПСК-4/23-1
6	11	Раздел 1. Статические и динамические испытания конструкций космической техники. 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.	62	16	16	46	40
6	11	Раздел 2. Испытания ракетных двигателей. 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.	44	12	12	32	30
6	11	Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА. 1. Тепловакуумные испытания агрегатов и систем обеспечения теплового режима КА 2. Невакуумные испытания агрегатов систем обеспечения теплового режима космических аппаратов.	38	6	6	32	30
Всего за 11 семестр			144	34	34	110	100
Всего по дисциплине			144	34	34	110	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.	4
2		Виды возбудителей колебаний вибростендов. Виды датчиков виброускорений.	4
3		Расчет динамического нагружения конструкции солнечной батареи при раскрытии.	4
4		Тензорезисторы: схемы размещения, схемы подключения, определение напряжений по показаниям тензорезисторов.	4
5	Раздел 2. Испытания ракетных двигателей.	Алгоритм расчета плотности конвективного теплового потока. Характер изменения суммарного теплового потока по тракту двигателя и во времени.	8
6		Состав стенда для испытаний РДТТ. Оборудование. Состав и характеристика элементов измерительной системы.	4
7	Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА.	Определение постоянных времени датчиков температуры.	2
8		Расчет теплопроизводительности теплообменных аппаратов.	4
Всего за 11 семестр			34

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 раздела отчета по заданию №2.	16
2		Подготовка к лекционным занятиям.	4
3		Подготовка к практическим занятиям.	10

4	Раздел 2. Испытания ракетных двигателей.	Подготовка раздела отчета по заданию №1.	16
5		Подготовка раздела отчета по заданию №3.	18
6		Подготовка к лекционным занятиям.	4
7		Подготовка к практическим занятиям.	10
8	Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА.	Подготовка к лекционным занятиям.	4
9		Подготовка к практическим занятиям.	9
10		Подготовка раздела отчета по заданию №4.	19
Всего за 11 семестр			110

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
11						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 — 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 - 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. Практические занятия:

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

6.2. 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 *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. 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-4/23-1 способность координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части.

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 практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**110 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 110 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 раздела отчета по заданию №2.	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 (-)	16
Подготовка к лекционным занятиям.		4
Подготовка к практическим занятиям.		10
Подготовка раздела отчета по заданию №1.		16
Итого по разделу 1		46
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 (-)	18
Подготовка к лекционным занятиям.		4
Подготовка к практическим занятиям.		10
Итого по разделу 2		32
Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА.		
Подготовка к лекционным занятиям.	Б. И. Полетаев. . Проектирование систем обеспечения теплового режима КА: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (-) В. П. Белов. . Тепловое проектирование ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (-)	4
Подготовка к практическим занятиям.		9
Подготовка раздела отчета по заданию №4.		19
Итого по разделу 3		32

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд 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.

Варианты практических заданий представлены в УМК 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

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

«Зачтено-отлично» - правильные ответы на два контрольных вопроса, при небольших погрешностях в ответе на один из них.

«Зачтено-хорошо» - правильные ответы на два контрольных вопроса, при небольших неточностях в ответе на каждый из них.

«Зачтено-удовлетворительно» - неполный ответ на один из двух контрольных вопросов. Допускаются небольшие неточности в ответе на другой.

«Не зачтено» - отсутствие ответа на один из двух контрольных вопросов.

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	Практические занятия		ПСК-4/23-1		
6	11	Раздел 1. Статические и динамические испытания конструкций космической техники.	62	16	16	46	40		Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 2. Испытания ракетных двигателей.	44	12	12	32	30		Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 3. Испытания систем обеспечения теплового режима КА.	38	6	6	32	30		Отчет по практическому заданию
Всего за 11 семестр			144	34	34	110	100		
Всего по дисциплине			144	34	34	110	100		

Критерии оценивания

ПСК-4/23-1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Что такое грубая погрешность?
- № 2 Что такое дефект?
- № 3 Какие могут быть цели испытаний?
- № 4 Какие задачи статических испытаний элементов РКТ на воздействие механических нагрузок?
- № 5 Какие задачи динамических испытаний элементов РКТ на воздействие механических нагрузок?
- № 6 Какое оборудование применяют для воспроизведения нагрузок при акустических испытаниях РКТ?
- № 7 Испытания, проводимые для изучения определенных характеристик свойств объекта, называют _____ испытаниями.
- № 8 Приемочные испытания, проводимые государственной комиссией или испытательной организацией, которой предоставлено право их проведения, называют _____ испытаниями.
- № 9 Исследовательские испытания, проводимые при разработке продукции с целью оценки влияния вносимых в нее изменений для достижения заданных значений показателей ее качества, называют _____ испытаниями.
- № 10

Документ, содержащий сведения об объекте испытаний, применяемых методах, средствах и условиях испытаний, результаты испытаний, а также заключение по результатам испытаний, называется _____.

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Испытания, проводимые для определения значения характеристик объекта с заданными значениями показателей точности и (или) достоверности, называют...
- А) контрольными испытаниями
- В) сравнительными испытаниями
- С) исследовательскими испытаниями
- Д) определительными испытаниями
- № 2 Испытания, проводимые комиссией из представителей заинтересованного министерства или ведомства, называют...
- А) государственными испытаниями
- В) межведомственными испытаниями
- С) ведомственными испытаниями
- № 3 Контрольные испытания установочной серии или первой промышленной партии, проводимые с целью оценки готовности предприятия к выпуску продукции данного типа в заданном объеме, называют...
- А) квалификационными испытаниями
- В) приемочными испытаниями
- С) предварительными испытаниями
- Д) доводочными испытаниями
- № 4 Контрольные испытания, проводимые с целью оценки эффективности и целесообразности вносимых изменений в конструкцию или технологический процесс, называют...
- А) инспекционными испытаниями

- В) типовыми испытаниями
- С) периодическими испытаниями
- Д) предъявительскими испытаниями
- № 5 Испытания, проводимые для определения зависимостей между предельно допустимыми значениями параметров объекта и режимом эксплуатации, называют...
- А) граничными испытаниями
- В) испытаниями на прочность
- С) испытаниями на устойчивость
- Д) функциональными испытаниями
- № 6 Испытания объекта в условиях, соответствующих условиям его использования по прямому назначению с непосредственным оцениванием или контролем определяемых характеристик свойств объекта, называют...
- А) лабораторные испытания
- В) стендовые испытания
- С) полигонные испытания
- Д) натурные испытания
- № 7 При систематизации видов испытаний по признаку их назначения выделяют:
- А) исследовательские испытания
- В) ускоренные испытания
- С) контрольные испытания
- Д) сравнительные испытания
- Е) полигонные испытания
- F) определительные испытания
- № 8 При систематизации видов испытаний по признаку их продолжительности выделяют:
- А) нормальные испытания
- В) испытания на надежность
- С) ускоренные испытания
- Д) сокращенные испытания
- Е) периодические испытания
- № 9 Результат измерений величины, полученный до введения в него поправки в целях устранения систематических погрешностей, называют...
- А) неисправленным результатом измерения величины
- В) исправленным результатом измерения величины
- С) неисправленной оценкой измеряемой величины

D) исправленной оценкой измеряемой величины

№ 10

Составляющую погрешности измерения, изменяющуюся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях одной и той же величины, проведенных с одинаковой тщательностью, называют...

A) систематической погрешностью

B) случайной погрешностью

C) абсолютной погрешностью