


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАЗЕМНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

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	БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева)
Кафедра-разработчик рабочей программы	БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева)

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: 2022

Программу составил:

Кафедра БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева) 
Калягин Лев Иванович, к.т.н., профессор

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева)**

/ Заведующий кафедрой Тестоедов Н.А., д.т.н., проф. 

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева)

/ Заведующий кафедрой Тестоедов Н.А., д.т.н., проф. 

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАЗЕМНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ
СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ**

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-4.10 — Способность планировать и проводить испытания изделий РКТ в организациях ракетно-космической промышленности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-4.10

знания:

на уровне представлений: основные принципы, цели и задачи наземной экспериментальной отработки конструкций космических аппаратов и их составных частей;

на уровне воспроизведения: аппаратных средств и оборудования для наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей;

на уровне понимания: методик испытаний космических аппаратов и их составных частей на статическую и динамическую прочность;

умения:

теоретические: применение методов обработки измерительной информации при статических и динамических испытаниях космических аппаратов и их составных частей;

практические: применение современных методов анализа результатов испытаний космических аппаратов и их составных частей на статическую и динамическую прочность.;

навыки:

наземной экспериментальной отработки конструкций космических аппаратов и их составных частей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НАЗЕМНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ** 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: **СИЛОВЫЕ И ТЕПЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ, НАДЕЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КА, РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ В СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ, ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ КА И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
- ПСК-4.01 — Способность координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части
- ПСК-4.02 — Способность организовывать работы и руководить работами по обеспечению надежности изделий РКТ
- ПСК-4.04 — Способность проводить расчетно-экспериментальные исследования прочности элементов космических аппаратов при силовом и температурном воздействиях

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-4.10
6	11	Раздел 1. Цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей. 1.1. Общие сведения. 1.2. Структура наземной экспериментальной отработки, её цели и решаемые задачи. 1.3. Классификация испытаний. Статические и динамические испытания. 1.4. Виды статических испытаний. Методы, применяемые при проведении статических испытаний. 1.5. . Виды динамических испытаний. Методы, применяемые при проведении динамических испытаний. 1.6. Особенности организации и подготовки испытаний космических аппаратов и их составных частей на статическую и динамическую прочность.	38	8	8	30	30
6	11	Раздел 2. Стендовая база наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей. 2.1. Основные принципы формирования стендовой базы испытательных центров и лабораторий в космической отрасли. 2.2. Силовозбудительное оборудование, применяемое для статических и динамических испытаний. 2.3. Контрольно - измерительное оборудование, применяемое при проведении статических и динамических испытаний. 2.4. Метрологические основы в испытательной практике.	40	10	10	30	20
6	11	Раздел 3. . Обработка измерительной информации при статических и динамических испытаниях космических аппаратов и их составных частей. 3.1. Методы первичной обработки измерительной информации при проведении статических и динамических испытаний. 3.2. Особенности цифровой обработки измерительной информации при проведении статических и динамических испытаний.	38	8	8	30	15
6	11	Раздел 4. Методы анализа результатов испытаний космических аппаратов и их составных частей. 4.1. Результаты испытаний и методы их оценки. 4.2. Методы вторичной обработки измерительной информации - анализ результатов прочностных испытаний. 4.3. Методы вторичной обработки измерительной информации - анализ результатов модальных и жесткостных испытаний.	28	8	8	20	35
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. Цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей.	1. Общие сведения. 2. Структура наземной экспериментальной отработки, её цели и решаемые задачи. 3. Классификация испытаний. Статические и динамические испытания. 4. Виды статических испытаний. Методы, применяемые при проведении статических испытаний. 5. Виды динамических испытаний. Методы, применяемые при проведении динамических испытаний. 6. Особенности организации и подготовки испытаний космических аппаратов и их составных частей на статическую и динамическую прочность.	8
2	Раздел 2. Стендовая база наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей.	7. Основные принципы формирования стендовой базы испытательных центров и лабораторий в космической отрасли. 8 Силовозбудительное оборудование, применяемое для статических и динамических испытаний. 9 Контрольно - измерительное оборудование, применяемое при проведении статических и динамических испытаний. 10. Метрологические основы в испытательной практике	10
3	Раздел 3. . Обработка измерительной информации при статических и динамических испытаниях	11. Методы первичной обработки измерительной информации при проведении статических и динамических испытаний. 12. Особенности цифровой обработки измерительной информации при проведении статических и динамических испытаний.	8

	космических аппаратов и их составных частей.		
4	Раздел 4. Методы анализа результатов испытаний космических аппаратов и их составных частей.	13. Результаты испытаний и методы их оценки. 14 . Методы вторичной обработки измерительной информации - анализ результатов прочностных испытаний. 15. Методы вторичной обработки измерительной информации - анализ результатов модальных и жесткостных испытаний	8
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. Цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей.	Подготовка к практическим занятиям.	20
2		Написание реферата.	10
3	Раздел 2. Стендовая база наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей.	Подготовка к практическим занятиям.	20
4		Написание реферата	10
5	Раздел 3. . Обработка измерительной информации при статических и динамических испытаниях космических аппаратов и их составных частей.	Подготовка к практическим занятиям	15
6		Написание реферата	15
7	Раздел 4. Методы анализа результатов испытаний космических аппаратов и их составных частей.	Подготовка к практическим занятиям	10
8		Оформление реферата и презентации	10
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	Реф			ДР					Реф	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Реф – реферат;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- реферат.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Романов, Н. А. Тестоедов. . Основы проектирования информационно-управляющих и механических систем космических аппаратов. СПб.: Профessional, 2015, 60 экз.
2. В. К. Иванов, Л. И. Калягин. . Элементы теории испытаний и эксплуатации систем ракетно-космической техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 77 экз.
3. Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов. . Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем. М.: Логос, 2003, 17 экз.
4. М. Д. Евтифьев. . Испытания ракетно-космической техники. КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 50 экз.
5. Н. А. Тестоедов, М. М. Михнев, А. Е. Михеев. . Технология производства космических аппаратов. Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2009, 53 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. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

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:

1. Лабораторная установка для испытаний различных конструкций теплообменников.

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 **НАЗЕМНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ** 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 БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева).

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-4.10 Способность планировать и проводить испытания изделий РКТ в организациях ракетно-космической промышленности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проблемами наземной экспериментальной отработки крупногабаритных трансформируемых конструкций космического применения. Рассматриваются виды испытаний конструкций космических аппаратов, особенности организации и подготовки испытаний, основные принципы формирования стендовой базы испытательных центров и лабораторий в космической отрасли, а также методы обработки измерительной информации и оценки результатов испытаний.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- реферат.

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. Цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей.		
Подготовка к практическим занятиям.	А. В. Романов, Н. А. Тестоедов. . Основы проектирования информационно-управляющих и механических систем космических аппаратов: СПб.: Профессионал, 2015 (2) В. К. Иванов, Л. И. Калягин. . Элементы теории испытаний и эксплуатации систем ракетно-космической техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1) Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов. . Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем: М.: Логос, 2003 (1)	20
Написание реферата.	Н. А. Тестоедов, М. М. Михнев, А. Е. Михеев. . Технология производства космических аппаратов: Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2009 (3)	10
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. Стендовая база наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей.		
Подготовка к практическим занятиям.	А. В. Романов, Н. А. Тестоедов. . Основы проектирования информационно-управляющих и механических систем космических аппаратов: СПб.: Профессионал, 2015 (2)	20
Написание реферата		10
Итого по разделу 2		30
Раздел 3. . Обработка измерительной информации при статических и динамических испытаниях космических аппаратов и их составных частей.		
Подготовка к практическим занятиям	А. В. Романов, Н. А. Тестоедов. . Основы проектирования информационно-управляющих и механических систем космических аппаратов: СПб.: Профессионал, 2015 (2)	15
Написание реферата	М. Д. Евтифьев. . Испытания ракетно-космической техники: КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (4)	15
Итого по разделу 3		30
Раздел 4. Методы анализа результатов испытаний космических аппаратов и их составных частей.		
Подготовка к практическим занятиям	М. Д. Евтифьев. . Испытания ракетно-космической техники: КрасноярскБГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (4)	10
Оформление реферата и презентации		10
Итого по разделу 4		20

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- реферат;
- 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.

Реферат

Объем реферата - не менее 10 стр. Обязательно использование не менее 3 отечественных и не менее 2 иностранных источников, опубликованных в последние 5 лет. Возможно использование электронных баз данных.

Процедура защиты реферата: ответы на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы 3 балла;
- соответствие целям и задачам дисциплины 1 балл;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение 1 балл;
- логичность и последовательность в изложении материала 1 балл;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой 3 балла;
- объем исследованной литературы и других источников информации 3 балла;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников 2 балла;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса 3 балла;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию 3 балла.

Для защиты реферата необходимо набрать 10 баллов.

Темы рефератов размещены в УМК дисциплины, например:

1. Виды испытаний космических аппаратов при экспериментальной наземной отработке.
2. Метрологические основы испытаний.
3. Виды и содержание статических испытаний.
4. Виды и содержание динамических испытаний.
5. Методы первичной обработки измерительной информации.
6. Методы вторичной обработки измерительной информации.
7. Особенности цифровой обработки измерительной информации.
8. Оборудование, применяемое для статических и динамических испытаний.

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.

Дифференцированный зачет может проставляться по результатам сдачи или результатам текущей успеваемости.

Критерии оценивания:

1. По результатам текущей успеваемости:
 - 20 баллов по защите реферата — «отлично»;
 - 15 баллов по защите реферата — «хорошо»;
 - 10 баллов по защите реферата — «удовлетворительно».
2. По результатам сдачи и результатам текущей успеваемости:

- сдача пропущенных разделов дисциплины;
- 20 баллов по защите реферата– «отлично»;
- 15 баллов по защите реферата– «хорошо»;
- 10 баллов по защите реферата– «удовлетворительно».

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-4.10	
6	11	Раздел 1. Цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей.	38	8	8	30	30	Реферат
6	11	Раздел 2. Стендовая база наземной экспериментальной отработки космических аппаратов и их составных частей.	40	10	10	30	20	Реферат
6	11	Раздел 3. . Обработка измерительной информации при статических и динамических испытаниях космических аппаратов и их составных частей.	38	8	8	30	15	Реферат
6	11	Раздел 4. Методы анализа результатов испытаний космических аппаратов и их составных частей.	28	8	8	20	35	Реферат
Всего за 11 семестр			144	34	34	110	100	
Всего по дисциплине			144	34	34	110	100	