

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Воткинский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)



Рабочая программа

По дисциплине: **Испытание и экспериментальная отработка элементов ракетной техники**

для специальности: 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. Специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

форма обучения: очная

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетных единиц(ы)

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры			
			9			
Контактные занятия (всего)		64	64			
В том числе				-	-	-
Лекции		32	32			
Практические занятия (ПЗ)		16	16			
Семинары (С)						
Лабораторные работы (ЛР)		16	16			
Самостоятельная работа (всего)		80	80			
В том числе						
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
Другие виды самостоятельной работы						
Вид промежуточной аттестации: зачет с оценкой		Зач. с оцен.	Зач. с оцен.			
Общая трудоемкость	часы	144	144			
	з.е.	4	4			

Воткинск, 2018

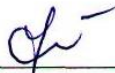
Кафедра «Ракетостроение»

Составитель: Харинова Юлия Юрьевна, кандидат технических наук, доцент

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по специальности 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. Специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива №1517 от 01.12.2016 г. и утверждена на заседании кафедры.

Протокол от 20 апреля 2019 г. №8__

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»

 /Ф.А.Уразбахтин

22 апреля 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методической комиссии по УГСН «24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов (уровень специалитета)», специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

 Уразбахтин Ф.А.
24 апреля 2019 г.

Количество часов рабочей программы соответствует количеству часов рабочего учебного плана по специальности 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

Ведущий специалист учебной части
ВФ ФГБОУ имени М.Т. Калашникова

 Соловьева Л.Н.

25 апреля 2019 г.

Название дисциплины		Испытание и экспериментальная отработка элементов ракетной техники						
Номер		83		Академический год		2019/2020	семестр	9
кафедра		Ракетостроение	Программа	24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация «Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»				
Составитель		Харинова Ю.Ю., к.т.н., доцент						
Цели и задачи дисциплины, основные темы		Целью преподавания дисциплины является подготовка будущего специалиста в направлении, связанном с проведением лабораторных, стендовых и натурных испытаний изделий ракетной техники. Задачи: формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для сборки и испытаний узлов (агрегатов) ракетной техники; планирование и руководство проведением лабораторных, стендовых и натурных испытаний на этапе отработки изделий ракетной техники, а также объектов наземной инфраструктуры; выбор аппаратуры, необходимой для проведения экспериментов и регистрации их результатов; разработка технической документации на стендовые установки, системы испытаний и долговременный контроль конструкций, необходимые для проведения экспериментов и обеспечения эксплуатационного мониторинга технического состояния; руководство обработкой результатов экспериментов, испытаний и контроля; обобщение результатов и подготовка рекомендаций по совершенствованию, разрабатываемого изделия, а также несущих и вспомогательных конструкций. Знания: основ конструкции ракет различных классов; конструкции ракетных двигателей; основ устройства и функционирования ракет, разгонных блоков; основ контроля и испытаний ракет; организационных основ управления испытаниями. Умения: определять системы и конструктивные решения ракет; организовывать и планировать испытания узлов, агрегатов и отсеков ракеты; основные характеристики испытываемых ракетных двигателей различных классов; формировать результаты испытаний; обеспечивать проведение испытаний частей ракеты. Навыки: определения характеристик испытываемых конструкций ракет; выполнения технологического процесса испытания изделий; определения основных параметров ракетных двигателей различных классов; проведения испытаний на воздействие факторов и условий жизненного цикла ракет; обработки результатов испытаний; применения технологических приемов и методов проведения экспериментов и испытаний. Лекции (основные темы): Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет. Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем. Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет. Испытание сложных технических систем с использованием моделей. Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов. Летные испытания ракетной техники. Точностные характеристики результатов испытаний ракет. Формирование результатов определительных испытаний. Формирование результатов испытаний контрольных испытаний. Формирование результатов повторных испытаний. Формирование результатов испытаний на надежность. Методы повышения точности результатов испытаний. Лабораторные занятия: Терминология в системе контроля и испытаний сложных технических систем. Испытание сложных технических систем на моделях. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие. Формирование результатов контрольных испытаний. Практические занятия: Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет. Моделирование процесса испытаний сложных технических систем. Количественные оценки действия факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники. Моделирование процесса эксплуатации изделий ракетной техники. Определение точностных характеристик результатов испытаний ракет. Обработка результатов контрольных испытаний. Обработка результатов повторных испытаний. Обработка результатов испытаний на надежность.						
Основная литература		1. Экспериментальные исследования в мехатронных системах. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Овсянников, А.А. Бошляков, А.О. Кузьмина. — Электрон. Текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31324.html . 2. Испытания ракетных двигателей твердого топлива. В двух частях. Часть первая. — Наземные испытания РДТТ/ Н.П. Кузнецов, В.И. Черепанов и др. -М. –Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. – 704с. 3. Испытания ракетных двигателей твердого топлива. В двух частях. Часть вторая. — Стендовые огневые и летные испытания/ Н.П. Кузнецов, В.И. Черепанов и др. — М. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. — 668 с.						
Технические средства		стандартно оборудованная лекционная аудитория, компьютерный класс						
Компетенции		Приобретаются студентами при освоении дисциплины						
Общекультурные		-						
Профессиональные		ПК-12. Способность разрабатывать технологический процесс изготовления изделия ракетно-космической техники. ПК-13. Способность разрабатывать технологическую оснастку и системы контроля, необходимые для изготовления изделий ракетно-космической техники. ПК-17. Готовность к организационно-управленческой работе с коллективом исполнителей. ПК-18. Способность организовывать работу, выявлять факторы, влияющие на работоспособность производственного коллектива (бригады, группы, участка) и разрабатывать планы работ по проектированию, производству и эксплуатации изделия ракетно-космической техники. ПК-23. Способность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности руководимого коллектива. ПСК-5.2. Способность разрабатывать технологические процессы изготовления и испытания корпусов и зарядов РДТТ, отсеков ракет из конструкционных, в том числе новых композиционных материалов.						
Зачетных единиц	4	Форма проведения занятий	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа		
		Всего часов	32	16	16	80		
Виды контроля	Диф.зач /зач/ экз	КП/КР	Условие зачета дисциплины	Получение оценки «3,4 или 5»	Форма проведения самостоятельной работы	Подготовка к лекциям и практическим занятиям, зачету		
формы	Диф.зач.	нет						
Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплин			Детали машин, Метрология, стандартизация и сертификация, Основы устройства летательного аппарата ЛА, Конструирование летательных аппаратов.					

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) является подготовка будущего специалиста в направлении, связанном с проведением лабораторных, стендовых и натурных испытаний изделий ракетной техники.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для сборки и испытаний узлов (агрегатов) ракетной техники;
- планирование и руководство проведением лабораторных, стендовых и натурных испытаний на этапе отработки изделий ракетной техники, а также объектов наземной инфраструктуры;
- выбор аппаратуры, необходимой для проведения экспериментов и регистрации их результатов;
- разработка технической документации на стендовые установки, системы испытаний и долговременный контроль конструкций, необходимые для проведения экспериментов и обеспечения эксплуатационного мониторинга технического состояния;
- руководство обработкой результатов экспериментов, испытаний и контроля;
- обобщение результатов и подготовка рекомендаций по совершенствованию, разрабатываемого изделия, а также несущих и вспомогательных конструкций.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы конструкции ракет различных классов;
- конструкции ракетных двигателей;
- основы устройства и функционирования ракет, разгонных блоков;
- основы контроля и испытаний ракет;
- организационные основы управления испытаниями;

уметь:

- определять системы и конструктивные решения ракет;
- организовывать и планировать испытания узлов, агрегатов и отсеков ракеты;
- различать характеристики испытываемых ракетных двигателей различных классов;
- формировать результаты испытаний;
- обеспечивать проведение испытаний частей ракеты;

владеть:

- определением характеристик испытываемых конструкций ракет;
- выполнением технологического процесса испытания изделий;
- определением основных параметров ракетных двигателей различных классов;
- проведением испытаний на воздействие факторов и условий жизненного цикла ракет;
- обработкой результатов испытаний;
- применением технологических приемов и методов проведения экспериментов и испытаний.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

2.1. Дисциплина «Испытание и экспериментальная отработка элементов ракетной техники» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП ВО.

2.2. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Детали машин, Метрология, стандартизация и сертификация, Основы устройства летательных аппаратов, Конструирование летательных аппаратов.

2.3. Для изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные части ракеты;

- конструкции частей, узлов, отсеков и корпусов ракеты, ракетный двигатель;

уметь:

- различать части ракеты;
- выяснять особенности узлов, отсеков и корпусов ракеты, ракетного двигателя;
- «читать» сборочные чертежи;

владеть:

- способами контроля работы измерительных устройств;
- основами умственного труда (запоминать, анализировать, оценивать).

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

3.1 Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины.

№ п/п	Знания
1.	Основы конструкции ракет различных классов.
2.	Конструкции ракетных двигателей.
3.	Основы устройства и функционирования ракет, разгонных блоков.
4.	Основы контроля и испытаний ракет.
5.	Организационные основы управления испытаниями.

3.2 Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Умения
1.	Определять системы и конструктивные решения ракет.
2.	Организовывать и планировать испытания узлов, агрегатов и отсеков ракеты.
3.	Различать характеристики испытываемых ракетных двигателей различных классов.
4.	Формировать результаты испытаний.
5.	Обеспечивать проведение испытаний частей ракеты.

3.3 Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины.

№ п/п	Навыки
1.	Определения характеристик испытываемых конструкций ракет.
2.	Выполнения технологического процесса испытания изделий.
3.	Определения основных параметров ракетных двигателей различных классов.
4.	Проведения испытаний на воздействие факторов и условий жизненного цикла ракет
5.	Обработки результатов испытаний.
6.	Применения технологических приемов и методов проведения экспериментов и испытаний.

3.4 Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п	Код и наименование компетенции	Знания (№№ из п.3.1)	Умения (№№ из п.3.2)	Навыки (№№ из п.3.3)
1	ПК-12. Способность разрабатывать технологический процесс изготовления изделия ракетно-космической техники.	1,2,3	1,5	1,2
2	ПК-13. Способность разрабатывать технологи-	4	2,3	3,4

	ческую оснастку и системы контроля, необходимые для изготовления изделий ракетно-космической техники.			
3	ПК-17. Готовность к организационно-управленческой работе с коллективом исполнителей.	2,3	2	4
4	ПК-18. Способность организовывать работу, выявлять факторы, влияющие на работоспособность производственного коллектива (бригады, группы, участка) и разрабатывать планы работ по проектированию, производству и эксплуатации изделия ракетно-космической техники.	4,5	4	5,6
5	ПК-23. Способность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности руководимого коллектива.	3,4	3,4	5,6
6	ПСК-5.2. Способность разрабатывать технологические процессы изготовления и испытания корпусов и зарядов РДТТ, отсеков ракет из конструкционных, в том числе новых композиционных материалов.	4	2,3	3,4,6

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Разделы дисциплин и виды занятий (очная форма обучения)

Раздел дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды контактной работы, самостоятельная работа студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	СРС	
1. Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет	9	1	2				
2. Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем	9	2	2		4		
3. Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет	9	3	2	2			
4. Испытание сложных технических систем с использованием моделей	9	4	2	2	4	5	
5. Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники	9	5	2	2		5	
6. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов	9	6	2		4	10	
7. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов	9	7	2	2		10	
8. Летные испытания ракетной тех-	9	8	2			10	Контрольная работа 1

ники							1 аттестация на
9. Точностные характеристики результатов испытаний ракет	9	9	2	2		10	
10. Формирование результатов определительных испытаний	9	10	2			5	
11. Формирование результатов контрольных испытаний	9	11	2	2	4	5	
12. Формирование результатов повторных испытаний	9	12	2	2		5	
13. Формирование результатов испытаний на надежность.	9	13	2	2		5	
14. Методы повышения точности результатов испытаний	9 9	14 15 16	2 2 2	2		7	Контрольная работа 2 2 аттестация Вопросы к зачету
15. Сдача зачета с оценкой						3	
ВСЕГО:			32	16	16	80	

4.2 Содержание разделов курса

№ п/п	Раздел дисциплины	Знания (номер из 3.1)	Умения (номер из 3.2)	Навыки (номер из 3.3)
1.	Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет 1.1. Этапы жизненного цикла сложных технических систем. 1.2. Задачи и организация экспериментальной отработки ракет. 1.3. Основные принципы построения систем контроля и испытания ракет. 1.4. Экспериментальная отработка как элемент системы управления качеством. 1.5. Роль испытаний в процессе создания ракет.	1,2 5 4 3 1	1 5 2 4 2	1 3 2,5 4,6 4
2.	Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем 2.1. Испытания и контроль. Основные термины и определения. 2.2. Взаимосвязь измерений, контроля и испытаний. 2.3. Классификация контроля и испытаний. 2.4. Обобщенная схема экспериментальной отработки сложных технических систем. 2.5. Классификация отказов и дефектов сложных технических систем.	4 5 4 5 4	2 3 4 5 5	1 2 3 4 6
3.	Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет 3.1 Современный подход к организации комплексных программ испытаний ракет 3.2 Критерий эффективности испытаний. 3.3 Математическая модель испытаний. Метод оптимального планирования	3 4 5	1 2,4 3,5	2,6 1,3 4,5

	экспериментальной отработки ракет.			
4.	Испытание сложных технических систем с использованием моделей 4.1. Цели и задачи моделирования при создании сложных технических систем. 4.2. Общие сведения об испытаниях. 4.3. Испытания на основе физического моделирования. 4.4. Испытания на основе математического моделирования 4.5. Имитационное моделирование сложных систем.	1 2 3 4 5	1,2 3,5 3 4 5	1,3,6 2,4 5 3,6 2,6
5.	Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники 5.1. Классификация эксплуатационных факторов по источнику их возникновения. 5.2. Возмущающие факторы реального полета ракеты. 5.3. Стимулирующие и дестабилизирующие эксплуатационные факторы	3 3 4	1 1,2 5	1,3,4 6 5,6
6.	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов 6.1. Испытания на воздействие климатических факторов. 6.2. Испытания на воздействие космических факторов	4 5	2,3 4,5	4,5 4,5
7.	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов 7.1. Испытания на воздействие вибрации. 7.2. Испытания на ударные воздействия. 7.3. Испытания на воздействие линейных ускорений. 7.4. Испытания на воздействие акустического шума. 7.5. Комбинированные испытания.	4,5 4,5 4,5 4,5 4,5	2,3 2,3 4,5 5 4	1,2 1,2 4 5 6
8.	Летные испытания ракетной техники 8.1. Содержание задач управления ракетной техники на этапах летных испытаний. 8.2. Летно-технические характеристики ракет. 8.3. Условия испытаний и особенности задач экспериментальной баллистики ракет. 8.4. Измерения характеристик состояния ракет. 8.5. Характеристика задач баллистического обеспечения летных испытаний.	1,3 4 3 4 5	2 4 5 2 4	1 4 2 5 6
9.	Точностные характеристики результатов испытаний ракет 9.1. Обобщенная структурная схема формирования результатов испытаний. 9.2. Точностные характеристики результатов испытаний.	1,4 5	3,4 3,4	1,4 1,4,5
10.	Формирование результатов определительных испытаний 10.1. Оценивание одномерных стационарных	4,5	3,4	1

	детерминированных параметров единичного образца. 10.2. Многомерные задачи оценивания. 10.3. Оценивание случайных параметров в партии продукции. 10.4. Принятие решения по результатам определительных испытаний.	5 4 5	3,5 3,5 4	2 3,4 5
11.	Формирование результатов контрольных испытаний 11.1. Допусковый контроль. 11.2. Методы выборочного контроля.	4 5	3,4 5	1,5 6
12.	Формирование результатов повторных испытаний 12.1. Сравнение результатов двух повторных испытаний. 12.2. Сравнение результатов нескольких повторных испытаний.	4,5 4,5	4 4	5 5
13.	Формирование результатов испытаний на надежность 13.1. Основные показатели безотказности. 13.2. Оценивание показателей надежности. 13.3. Подтверждение требований к интенсивности отказов при испытаниях. 13.4. Выбор плана испытаний на надежность	4 3,4 4,5 4	2,3 4 5 1	1,4 5 4,5 5
14.	Методы повышения точности результатов испытаний 14.1. Системный подход к планированию объемов испытаний подсистем. 14.2. Использование априорной информации для сокращения объема испытаний.	4 5	2,4 5	3,4 5,6

4.3 Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование темы лабораторной работы и ее содержание	Трудоемкость (час.)
1	2	Терминология в системе контроля и испытаний сложных технических систем.	4
2	4	Испытание сложных технических систем на моделях.	4
3	6	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие.	4
4	11	Формирование результатов контрольных испытаний.	4
		Всего:	16

4.4. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование темы практического занятия и его содержание	Трудоемкость (час.)
1	3	Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет.	2
2	4	Моделирование процесса испытаний сложных технических систем.	2
3	5	Количественные оценки действия факторов и условий	2

		жизненного цикла изделий ракетной техники	
4	7	Моделирование процесса эксплуатации изделий ракетной техники.	2
5	9	Определение точностных характеристик результатов испытаний ракет	2
6	11	Обработка результатов контрольных испытаний	2
7	12	Обработка результатов повторных испытаний	2
8	13	Обработка результатов испытаний на надежность	2
		Всего:	16

5. Содержание самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Содержание самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование тем	Трудоемкость (час)
1	1-14	Выполнить самостоятельную работу: <i>Вариант 1.</i> Разработать методику испытаний изделия на сжатие - корпус ракеты в виде усиленной шпангоутами цилиндрической оболочки ракеты. <i>Вариант 2.</i> Разработать методику и план огневых испытаний твердотопливного ракетного двигателя.	77
	Всего		77

5.2. Оценочные средства, используемые для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по итогам освоения дисциплины, их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины «Фонд оценочных средств по дисциплине «Испытание и экспериментальная отработка элементов ракетной техники», которое оформляется в виде отдельного документа.

6. Рекомендуемые образовательные технологии

Технология	Кол-во ауд. часов при изучении модуля
1. Иллюстративный материал, представленный в слайдах.	10
Всего (удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (% от аудиторных часов)	10(15,6%)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1	Экспериментальные исследования в мехатронных системах. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Овсянников, А.А. Бошляков, А.О. Кузьмина. — Электрон. Текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31324.html .	2011
2	Испытания ракетных двигателей твердого топлива. В двух частях. Часть первая. – Наземные испытания РДТТ/ Н.П. Кузнецов, В.И. Черепанов и др. -М. –Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. – 704с.	2010

3	Испытания ракетных двигателей твердого топлива. В двух частях. Часть вторая. – Стендовые огневые и летные испытания/ Н.П. Кузнецов, В.И. Черепанов и др. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. – 668 с.	2011
---	---	------

б) дополнительная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1	Испытания электрогидравлической системы стабилизации [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Управление техническими системами» / Д. Н. Попов, Г. Е. Лисовский, Н. Г. Сосновский. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 16 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30993.html	2003
2	Спиридонов, И. Н. Автоматизированная обработка экспериментальных данных [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. текстовые данные. -М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2009. — 40с. — 978-5-7038-3306-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30906.html	2009
3	Бойков В.Н. Силоизмерители машин для механических испытаний материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. текстовые данные. -М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2010. -32с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31252.html	2010
4	Постановка тепловых испытаний элементов композитных стержневых космических конструкций. Часть 1. Моделирование температурного состояния стержневых космических конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Резник, О. В. Денисов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 57 с. — 978-5-7038-3807-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31797.html	

в) программное обеспечение:

OpenOffice.

2. Компас LT V12.

3. SMathStudio.

г) методические указания:

1. Термостойкие композиционные материалы и их применение в многоразовых объектах ракетно-космической техники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.В. Резник, К.В. Михайловский, С.О. Юрченко— Электрон. текстовые данные.— М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2011.— 58 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31288.html>.

2. Экспериментальное исследование и расчет элементов ступени осевого компрессора [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам / А. В. Палладий, С. Л. Фосс, Т. В. Максимов. — Электрон. текстовые данные. -Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. -63с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62349.html>.

3. Испытания электрогидравлической системы стабилизации [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Управление техническими системами» / Д.Н. Попов, Г.Е. Лисовский, Н.Г. Сосновский. — Электрон. текстовые данные. -М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2010. -16с. — 2227-8397. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/30993.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ п/п	Наименование оборудования учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1.	Аудитория №314. Учебная мультимедийная аудитория. Оборудование: Парты, стол преподавателя, доска аудиторная, проектор, компьютер.
2.	Аудитория №219. Именная лаборатория конструирования и проектирования ракет АО «Воткинский завод». Оборудование: Парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Ноутбук. Компьютеры - 13 шт. Телевизор. Стенд (наглядное пособие).
3.	Аудитория №318. Лаборатория основ ракетной техники. Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная. Компьютер. Элементы ракеты 8К14: питатели – 3 шт., вольфрамовые рули управления потоком, стабилизатор, макет топливного газогенератора, руль-машинка, электронные блоки, шар баллон (аккумулятор) газогенератора, заглушка топливной системы ЖРД.
4.	Аудитория для самостоятельной работы обучающегося - читальный зал Воткинского филиала ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова». Оборудование: Столы, компьютеры

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ НА УЧЕБНЫЙ ГОД

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году

Учебный год	«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись, дата):
2018-2019	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 25.08.2018г.
2019-2020	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 26.08.2019г.
2020-2021	
2021-2022	
2022-2023	
2023-2024	
2024-2025	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное федеральное образовательное учреждение
высшего образования

«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Воткинский филиал

Кафедра «Ракетостроение»

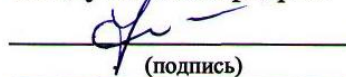
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

«_20_»_04_2019 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой

 Уразбахтин Ф.А.
(подпись)

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Испытание и экспериментальная отработка элементов ракетной
техники**

**24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-
космических комплексов.**

Специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива
(наименование профиля/специализации/магистерской программы)

Специалист

Квалификация (степень) выпускника

Воткинск 2019

Содержание

Раздел	Стр.
Содержание	2
Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Испытание и экспериментальная отработка элементов ракетной техники»	3
1. Зачетно-экзаменационные материалы	4
2. Комплекты оценочных средств	5
3. Темы для самостоятельной работы	7
4. Критерии формирования оценок на зачете	7

Паспорт
фонда оценочных средств по дисциплине
Испытание и экспериментальная отработка элементов ракетной техники
(наименование дисциплины)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
2	Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
3	Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
4	Испытание сложных технических систем с использованием моделей	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
5	Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
6	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
7	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
8	Летные испытания ракетной техники	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	Собеседование по вопросам лекционного материала
9	Точностные характеристики результатов испытаний ракет	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
10	Формирование результатов определительных испытаний	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
11	Формирование результатов контрольных испытаний	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
12	Формирование результатов повторных испытаний	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	
13	Формирование результатов испытаний на надежность	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	Темы для самостоятельной работы
14	Методы повышения точности результатов испытаний	ПК-12; ПК-13; ПК-17; ПК-18; ПК-23; ПСК5.2	Собеседование по вопросам лекционного материала

- Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины.

1. Зачетно-экзаменационные материалы

Перечень контрольных вопросов для проверки остаточных знаний и для проведения зачета:

1. Этапы жизненного цикла сложных технических систем.
2. Этапы создания ракеты.
3. Задачи и содержание наземной отработки ракеты и летных испытаний ракеты.
4. Основные принципы построения систем контроля и испытания ракет.
5. Экспериментальная отработка как элемент системы управления качеством.
6. Роль испытаний в процессе создания ракет.
7. Классификация технического контроля.
8. Классификация испытаний.
9. Классификация отказов и дефектов сложных технических систем.
10. Критерий эффективности испытаний. Математическая модель испытаний.
11. Цели и задачи моделирования при создании сложных технических систем.
12. Физическое моделирование объектов испытаний.
13. Испытания на основе математического моделирования объекта испытаний.
14. Сущность имитационного моделирования.
15. Имитация процесса функционирования сложной системы. Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники
16. Естественные и искусственные эксплуатационные факторы.
17. Возмущающие факторы реального полета ракеты.
18. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов.
19. Испытания на воздействие изменения температуры внешней среды.
20. Испытания на воздействие повышенной влажности и воздействие пониженного атмосферного давления.
21. Испытания на статическое и динамическое воздействие песка (пыли) и воды.
22. Испытания на воздействие атмосферы с коррозионно-активными агентами.
23. Испытания на воздействие глубокого вакуума и пониженной температуры.
24. Условия виброиспытаний и применяемое испытательное оборудование. Анализ методов и видов виброиспытаний изделий.
25. Условия испытаний на ударные воздействия и применяемое испытательное оборудование. Методы испытаний на ударные воздействия.
26. Условия испытаний на воздействия линейных ускорений и применяемое испытательное оборудование. Методы испытаний на воздействия линейных ускорений.
27. Условия испытаний на комбинированные воздействия внешних факторов и применяемое испытательное оборудование. Методы испытаний комбинированных воздействий.
28. Содержание задач управления ракетной техникой на этапах летных испытаний.
29. Летно-технические характеристики ракет.
30. Условия испытаний и особенности задач экспериментальной баллистики ракет.
31. Измерения характеристик состояния ракет.
32. Характеристика задач баллистического обеспечения летных испытаний.
33. Точностные характеристики результатов испытаний.
34. Определение точности оценок одномерных стационарных детерминированных параметров.
35. Основные понятия статистических гипотез.
36. Многомерные задачи оценивания.
37. Оценивание случайных параметров в партии продукции.
38. Принятие решения по результатам определительных испытаний.
39. Сравнение объемов выборки при оценивании и проверке статистических гипотез
40. Основные понятия допускового контроля.
41. Показатели достоверности результатов контроля.
42. Контроль функциональных параметров.
43. Контроль сигнальных параметров и групповой контроль.
44. Оценка эффективности допускового контроля.
45. Контроль методом однократной выборки.

46. Контроль методом двукратной выборки.
47. Сравнение результатов нескольких повторных испытаний.
48. Основные показатели безотказности.
49. Подтверждение требований к интенсивности отказов при испытаниях.
50. Системный подход к планированию объемов испытаний подсистем.
51. Использование априорной информации для сокращения объема испытаний.

2. Комплекты оценочных средств

2.1. Вопросы к собеседованию по лекционному материалу на темы: *«Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет. Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем. Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет. Испытание сложных технических систем с использованием моделей. Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов. Летные испытания ракетной техники»*:

1. Этапы жизненного цикла сложных технических систем.
2. Этапы создания ракеты.
3. Задачи и содержание наземной отработки ракеты и летных испытаний ракеты.
4. Основные принципы построения систем контроля и испытания ракет.
5. Экспериментальная отработка как элемент системы управления качеством.
6. Роль испытаний в процессе создания ракет.
7. Классификация технического контроля.
8. Классификация испытаний.
9. Классификация отказов и дефектов сложных технических систем.
10. Критерий эффективности испытаний. Математическая модель испытаний.
11. Цели и задачи моделирования при создании сложных технических систем.
12. Физическое моделирование объектов испытаний.
13. Испытания на основе математического моделирования объекта испытаний.
14. Сущность имитационного моделирования.
15. Имитация процесса функционирования сложной системы. Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники
16. Естественные и искусственные эксплуатационные факторы. Возмущающие факторы реального полета ракеты.
17. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов.
18. Испытания на воздействие изменения температуры внешней среды.
19. Испытания на воздействие повышенной влажности и воздействие пониженного атмосферного давления.
20. Испытания на статическое и динамическое воздействие песка (пыли) и воды. Испытания на воздействие атмосферы с коррозионно-активными агентами.
21. Испытания на воздействие глубокого вакуума и пониженной температуры.
22. Условия виброиспытаний и применяемое испытательное оборудование. Анализ методов и видов виброиспытаний изделий.
23. Условия испытаний на ударные воздействия и применяемое испытательное оборудование. Методы испытаний на ударные воздействия.
24. Условия испытаний на воздействия линейных ускорений и применяемое испытательное оборудование. Методы испытаний на воздействия линейных ускорений.
25. Условия испытаний на комбинированные воздействия внешних факторов и применяемое испытательное оборудование. Методы испытаний комбинированных воздействий.

На собеседовании задается три вопроса. Критерии формирования оценок по результатам собеседования:

- «**неудовлетворительно**» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «**удовлетворительно**» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос;

- «хорошо» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса;
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на три вопроса.

2.2. Вопросы к собеседованию по лекционному материалу на темы: *«Точностные характеристики результатов испытаний ракет. Формирование результатов определительных испытаний. Формирование результатов контрольных испытаний. Формирование результатов повторных испытаний. Формирование результатов испытаний на надежность. Методы повышения точности результатов испытаний»:*

1. Содержание задач управления ракетной техникой на этапах летных испытаний.
2. Летно-технические характеристики ракет.
3. Условия испытаний и особенности задач экспериментальной баллистики ракет.
4. Измерения характеристик состояния ракет.
5. Характеристика задач баллистического обеспечения летных испытаний.
6. Точностные характеристики результатов испытаний.
7. Определение точности оценок одномерных стационарных детерминированных параметров.
8. Многомерные задачи оценивания.
9. Оценивание случайных параметров в партии продукции.
10. Принятие решения по результатам определительных испытаний.
11. Сравнение объемов выборки при оценивании и проверке статистических гипотез.
12. Основные понятия допускового контроля.
13. Показатели достоверности результатов контроля.
14. Контроль функциональных параметров.
15. Контроль сигнальных параметров и групповой контроль.
16. Оценка эффективности допускового контроля.
17. Контроль методом однократной выборки.
18. Контроль методом двукратной выборки.
19. Сравнение результатов нескольких повторных испытаний.
20. Основные показатели безотказности.
21. Подтверждение требований к интенсивности отказов при испытаниях.
23. Системный подход к планированию объемов испытаний подсистем.
24. Использование априорной информации для сокращения объема испытаний.

На собеседовании задается три вопроса. Критерии формирования оценок по результатам собеседования:

- «неудовлетворительно» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «удовлетворительно» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос;
- «хорошо» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса;
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на три вопроса.

3. Темы для самостоятельной работы

Варианты заданий для самостоятельной работы: поиск учебных пособий по данному материалу, подготовка презентации и доклада:

1. Применение имитационной модели надежности при проектировании изделий ракетно-космической техники.
2. Пиротехническая установка для испытаний ракетной техники.
3. Исследование динамики ракеты при выходе из пусковой шахты при работающем двигателе.
4. Летные испытания ракеты Р-5.
5. Первый полигон испытаний ракетной техники – Капустин Яр.
6. О системе испытаний стратегических ракет США.
7. Ракетная катастрофа на Байконуре.
8. Испытания ракет типа «Тополь».
9. Испытания ракеты «Булава».
10. Обзор патентных исследований по способам и устройствам для испытания ракетной техники.
11. Методологические и теоретические основы автоматизации испытаний изделий ракетной техники на ротационных стендах.
12. Стенды для климатических испытаний аппаратуры и объектов ракетно-космической техники.
13. Стенды для климатических испытаний ракетных двигателей.
14. Автоматизированные стенды для испытаний систем управления ракетно-космических стартовых комплексов.

4. Критерии формирования оценок на зачете

Допущенным к зачету считается обучающийся:

- имеющий конспект 100% лекций;
- выполнивший все лабораторные задания;
- получивший «удовлетворительно» и выше оценки на собеседованиях;
- выполнивший расчетно-графические работы.

На зачете с оценкой задается два вопроса. Критерии формирования оценки по результатам зачета:

- «неудовлетворительно» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «удовлетворительно» - обучающийся правильно ответил на один вопрос;
- «хорошо» - обучающийся правильно ответил на один вопрос, а на второй ответил не полностью или не ответил на дополнительные вопросы;
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса и на все дополнительные вопросы.

5. Методика организации текущего контроля

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)															Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Лекции	1А	*	*	*	*	*	*	*	*								Письменно конт. раб.1	6.1	30
	2А									*	*	*	*		*	*	Письменно конт. раб.2	6.1	30
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.2	5

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)															Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Практические занятия (семинары)	1А		*		*		*		*								Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	2А										*		*		*	*	Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	3А		*		*		*		*		*		*		*	*	Устно доп. вопросы	6.2	5
Лабораторные занятия	1А		*						*								Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	2А											*			*		Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	3А																Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.2	5
Самостоятельная работа	1А																Задания к темам лекций и практическим занятиям	4.1	5
	2А																Задания к темам лекций и практическим занятиям	4.1	5
Посещение занятий	1А	*	*	*	*	*	*	*	*									-	5
	2А									*	*	*	*	*	*	*		-	5
Зачет	В конце семестра	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		6.2	
Всего баллов																		100/115	

Обозначения, используемые в таблице:

1А, 2А, 3А– 1, 2, 3 контрольная точка