

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Испытания узлов и агрегатов ракетной техники»

направление (специальность) 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

специализация: Ракетно-космические композитные конструкции

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетных
единицы

Кафедра: «Ракетостроение»

полное наименование кафедры, представляющей рабочую программу

Составитель: Харинова Юлия Юрьевна, к.т.н., доцент

Ф.И.О.(полностью), степень, звание

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рассмотрена на заседании кафедры «Ракетостроение»

Протокол от 03.04.26 № 4

И.о. заведующего кафедрой «Ракетостроение»



/ Ф. А. Уразбахтин

СОГЛАСОВАНО:

Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану 24.05.01 «Проектирование. Производство и эксплуатация ракет и ракетных комплексов». Специализация: Ракетно-космические композитные конструкции

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» от 25.04.26 № 4

Председатель учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»



/Ф- А. Уразбахтин
03.04.2026

Руководитель образовательной программы
24.05.01 «Проектирование. Производство и эксплуатация ракет и ракетных комплексов».
по Воткинскому филиалу



/Ф- А. Уразбахтин
03.04.2026

Аннотация к дисциплине

Название дисциплины	Испытания узлов и агрегатов ракетной техники
Направление (специальность) подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Направленность (профиль/программа/специализация)	Ракетно-космические композитные конструкции
Место дисциплины	Часть, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули)
Трудоемкость (з.е. / часы)	4 з.е. / 144 часов
Цель изучения дисциплины	Целью освоения дисциплины является подготовка будущего специалиста в направлении, связанном с проведением лабораторных, стендовых и натурных испытаний изделий ракетной техники.
Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины	ПК-3. Испытания и эксплуатация систем и агрегатов ракетной техники. ПК-9. Разработка и внедрение новых технологических процессов сборки и испытаний, технологическая подготовка производства и освоение технологии сборки и испытаний новых типов изделий
Содержание дисциплины (основные разделы и 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, контрольных, повторных испытаний и испытаний на надежность. Методы повышения точности результатов испытаний.
Форма промежуточной аттестации	Зачет

1. Цели и задачи дисциплины:

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

Задачи дисциплины:

- Приобретение теоретических знаний об испытаниях узлов и агрегатов ракетной техники на всех этапах жизненного цикла;
- Обучение навыкам обоснованного выбора оборудования и оснастки для проведения испытаний узлов и агрегатов ракетной техники;
- Обучение навыкам разработки технической документации для проведения испытаний узлов и агрегатов ракетной техники.

2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы

Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Знания
1	Требования конструкторской документации и нормативных документов, предъявляемые к программам испытаний ракетной техники.
2	Методы расчетов предельных нагрузок, необходимых для разработки программ испытаний.
3	Технологии испытаний узлов и агрегатов ракетной техники, необходимую оснастку и оборудование.

Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Умения
1	Получать и интерпретировать результаты испытаний, читать шкалы приборов и составлять статистические таблицы для контроля стабильности параметров.
2	Разрабатывать программы испытаний новейших образцов конструкций исходя из условий их работы с учетом опыта испытаний аналогов.
3	Разрабатывать технические задания на проектирование специальной оснастки, оборудования и приспособлений для проведения испытаний.

Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Навыки
1	Владеть навыками разработки конструкторской и технической документации для проведения испытаний.
2	Владеть навыками разработки технического задания и конструкции испытательной оснастки и стендов.

Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Компетенции	Индикаторы	Знания	Умения	Навыки
ПК-3. Испытания и эксплуатация систем и	ПК-3.1. Знать: - конструкторская документация	1,2		

агрегатов техники	ракетной	на испытания ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, основы теории надежности, а также проектирования, конструирования, производства и испытаний ракетной техники; - системы и методы проектирования и испытаний ракетной техники, а также методы проведения технических расчетов при конструировании экспериментальных установок; - методики проведения испытаний ракетной техники, а также основы теории надежности.			
		ПК-3.2. Уметь: - получать данные с контрольно-измерительных приборов, интерпретировать полученные данные, обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований для моделирования физических процессов; - готовить предложения по улучшению работоспособности и надежности испытываемой ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также документацию, программы, методики для проведения испытаний; - применять знания естественно-научного и математического цикла, практический опыт при проведении испытаний ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также специальные методики расчетов при проектировании экспериментальных установок.		1,2	
		ПК-3.3. Владеть навыками: - разработки конструкторской и эксплуатационной документации на экспериментальные установки, формирования схем, общих компоновок экспериментальных установок, определения номенклатуры средств и оборудования для проведения испытаний; - отработки программ испытаний и надежности систем и агрегатов на макетах ракетной техники, разработки методик анализа результатов испытаний; - корректировки инструкций по результатам испытаний ракетной			1

	техники и по эксплуатации по результатам их наземных испытаний.			
ПК-9. Разработка и внедрение новых технологических процессов сборки и испытаний, технологическая подготовка производства и освоение технологии сборки и испытаний новых типов изделий	ПК-9.1. Знать: - конструкцию изделия ракетной техники и перечень критичных и особо ответственных элементов конструкции; - состояние подготовки производства новых изделий в агрегатно-сборочном производстве, а также возможности оборудования, инструмента и оснастка для проведения опытных и экспериментальных работ в агрегатно-сборочном производстве; - технологии сборки и испытаний узлов и агрегатов ракетной техники, а также современные средства автоматизации и проектирования, инструмент и оборудование, применяемые при сборке, монтаже и испытаниях агрегатов и изделий ракетной техники.	3		
	ПК-9.2. Уметь: - формулировать технические вопросы к конструкторским и технологическим службам организации; - разрабатывать технического задания на проектирование крупногабаритного стапельно-сборочного оснащения и испытательные стенды, а также на оформление договоров со сторонними организациями для создания и внедрения новых технологий и технологического оборудования; - оформлять карты технологической отработки и технологические документы по организации, технические документы на отработку и внедрение технологических процессов, технологическую документацию на отклонение от конструкторской документации и технологического процесса, изменения на технологические документы.		3	
	ПК-9.3. Владеть навыками: - разработки технического задания и проектирования стапельного оснащения для сборки крупногабаритных агрегатов и испытательных стендов, оформление заявок на приобретение технологического оборудования,			2

	внедрение в производство и аттестация; - проведения сборки, экспериментальных и опытных работ на новых изделиях; - составления пооперационного маршрута сборки вновь запускаемых в производство агрегатов и изделий при помощи вычислительной техники, директивных технологических процессов сборки и испытаний новых изделий, а также оформление технологических документов организации по проведению экспериментальных и опытных работ на изделиях.			
--	---	--	--	--

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП.

Дисциплина изучается на __4__ курсе(ах) в __8__ семестре(ах).

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин (модулей):

1. Высшая математика;
2. Физика
3. Химия
4. Технология конструкционных материалов
5. Материаловедение
6. Полимеры и пластмассы

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

1. Композитные материалы в ракетной технике;
2. Теплозащитные и теплоизоляционные материалы ракет;
3. Производство ракет;
4. Организация и управление машиностроительным производством.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплин

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					СРС	Содержание самостоятельной работы
				контактная						
				лек	пр	лаб	КЧА			
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	

1	Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет.	6	8	2	-	-		4	Самостоятельное изучение материала на тему: «Испытания перед началом проектирования конструкций ракет»
2	Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем.	6	8	2	-	-		4	Самостоятельное изучение материала на тему: «Испытания пилотируемых ЛА»
3	Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет.	11	8	2	2	2		5	Самостоятельное изучение материала на тему: «Испытательные стенды»
4	Испытание сложных технических систем с использованием моделей.	18	8	4	2	2		10	Самостоятельное изучение материала на тему: «Математические модели испытаний»
5	Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники.	16	8	2	2	2		10	Самостоятельное изучение материала на тему: «Ускоренные климатические испытания»
6	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов.	18	8	4	2	2		10	Самостоятельное изучение материала на тему: «Испытания вибрацией»
7	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов.	18	8	4	2	2		10	Самостоятельное изучение материала на тему: «Испытания на воздействие радиации»
8	Летные испытания ракетной техники.	18	8	4	2	2		10	Самостоятельное изучение материала на тему: «Нагрузки, действующие на ЛА в полете»
9	Точностные характеристики результатов испытаний ракет.	11	8	2	2	2		5	Самостоятельное изучение материала на тему: «Математические методы анализа испытаний».
10	Формирование результатов определительных, контрольных,	11	8	2	2	2		5	Самостоятельное изучение материала на тему: «Базы данных и статистики».

	повторных испытаний и на надежность.								
11	Методы повышения точности результатов испытаний	9	8	4	-	-		5	Самостоятельное изучение материала на тему: «Современные средства испытаний»
12	Зачет	2	8	–	–	–	0,3	1,7	Зачет проводится в устной или письменной форме по билетам
	Итого:	144		32	16	16	0,3	78	

4.2 Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компетенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма контроля
1	Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет.	ПК-3,1	1	2	1	Устный опрос на лекциях
2	Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем.	ПК-3,2	1,2	2	1	Устный опрос на лекциях
3	Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет.	ПК-3,1; ПК-3,2; ПК-3,3	1,2	1,2	1	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
4	Испытание сложных технических систем с использованием моделей.	ПК-3,1; ПК-3,2	1,2	1,2	1	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
5	Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники.	ПК-3,1	1	2	1	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
6	Наземная отработка	ПК-9,1;	3	3	2	Устный

	изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов.	ПК-9,2; ПК-9,3				опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
7	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов.	ПК-9,1; ПК-9,2; ПК-9,3	3	3	2	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
8	Летные испытания ракетной техники.	ПК-9,1; ПК-9,2; ПК-9,3	3	3	2	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
9	Точностные характеристики результатов испытаний ракет.	ПК-3,2	2	1	1	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
10	Формирование результатов определительных, контрольных, повторных испытаний и испытаний на надежность.	ПК-3,2	2	1	1	Устный опрос на лекциях, практических занятиях, защита лабораторной и практической работы
11	Методы повышения точности результатов испытаний	ПК-3,2	2	1	1	Устный опрос на лекциях

4.3 Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудоемкость (час)
1.	1	Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет. История развития испытательных комплексов	2 2

2.	2	Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем.	4
3.	3	Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет.	2
4.	4	Испытание сложных технических систем с использованием моделей.	2
5.	5	Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники.	2
6.	6	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов.	2
7.	7	Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов.	2
8.	8	Летные испытания ракетной техники.	4
9.	9	Точностные характеристики результатов испытаний ракет. Способы повышения точности. Статистические данные.	2 2
10.	10	Формирование результатов определительных, контрольных, повторных испытаний и испытаний на надежность.	4
11	11	Методы повышения точности результатов испытаний	2
	Всего		32

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час)
1.	3	Определение достаточности объема испытаний	2
2.	4	Разработка математических моделей испытаний	2
3	5	Определение внешних и внутренних факторов, действующих на конструктивные элементы ракеты	4
	6,7	Испытания при наземной отработке	2
	8	Определение предельных нагрузок при летных испытаниях	2
	9,10	Применение различных методик повышения точности интерпретации результатов испытаний	4
	Всего		16

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1.	3	Разработка программы испытаний стабилизаторов ракеты	2
2.	4	Разработка модели испытаний на функционирование элемента топливной системы	2
3.	5	Определение основных силовых воздействий на каждом этапе жизненного цикла ракеты	2
4.	6	Разработка программы испытаний на воздействие соляного тумана	2
5.	7	Разработка программы испытаний на воздействие	2

		вибрации	
6.	8	Разработка программы летных испытаний ракеты-носителя	2
7.	9	Определение точности результатов испытаний	2
8.	10	Определение стабильности показателей элемента силового набора корпуса ракеты	2
	Всего		16

5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

- устные опросы на лекциях;
- защиты лабораторных работ;
- защиты практических и расчетных заданий;
- зачет.

Примечание: оценочные материалы (типовые варианты тестов, контрольных работ и др.) приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1.Адгамов Р.И., Берхеев М.М., Заляев И.А. Автоматизированные испытания в авиастроении . -М.: Машиностроение, 1989. — 232 с.

2. Волков, В.Т., Ягодников, Д.А. Исследование и стендовая отработка ракетных двигателей на твердом топливе/ В.Т. Волков.- М.: изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. -296с.

3. Кузнецов, Н.П., Черепанов, В.И. и др. Испытания ракетных двигателей твердого топлива. В двух частях. Часть первая. – Наземные испытания РДТТ/ Под общей редакцией Н.П. Кузнецова. – М. –Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. – 704с.

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

б) дополнительная литература:

1. Пашковский И.М., Леонов В.А., Поплавский В.Н. Летные испытания самолетов и обработка результатов испытаний - М.; Машиностроение, 1985 г. - 416с.

2. В.Н. Новиков, Б.М. Авхимович, В.Е. Вейтин. - Основы устройства и конструирования летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1991г.

3. Гудков А.И., Лешаков П.С. Внешние нагрузки и прочность летательных аппаратов- М. ; Машиностроение, 1968г. - 470с.

4. Адлер Ю.П., Макарова Е.В., Грановский Ю.В. «Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий». М.:Наука, 1981. – 281 с, ил
5. Афанасьев В.А., Барсуков В.С. Экспериментальная отработка космических летательных аппаратов/ В.А. Афанасьев, В.С. Барсуков, М.Я. Гофин,Ю.В. Захаров, А.Н. Стрельченко, Н.П. Шалунов;Под редакцией Н.В. Холодкова. — М.: Изд-во МАИ, 1994 —412 с .: ил.

в) методические указания:

1. Машошин О.Ф. Инструментальные методы диагностики авиационной техники [Текст]: учеб, пособие / О.Ф. Машошин. — М.: Изд-во МГТУ ГА, 2010.- 88 с.
2. Пивоваров В.Л. Диагностика и неразрушающий контроль летательных аппаратов и двигателей [Текст]: учеб, пособие / В.А. Пивоваров, О.Ф. Машошин, С.Г. Хрустиков, А.В. Санников. — М.: Изд-во МГТУ ГА, 2011. - 88 с.

г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет:

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://istu.ru/material/elektronno-bibliotechnaya-sistema-iprbooks>.
2. Электронный каталог научной библиотеки ИжГТУ имени М.Т. Калашникова Web ИРБИС http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS.
3. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.пф>.
4. Мировая цифровая библиотека – <http://www.wdl.org/ru/>.
5. Международный индекс научного цитирования Web of Science – <http://webofscience.com>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.
7. Справочно-правовая система КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>.

д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- 1.OpenOffice (свободное программное обеспечение)
- 2.Компас LT V12 (свободное учебное программное обеспечение)
- 3.SMathStudio (свободное программное обеспечение)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Лекционные занятия.

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

2. Практические занятия

Учебная аудитория (ауд. № 219, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1) для практических занятий укомплектована специализированной мебелью и компьютерными средствами обучения (ПК) с доступом к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

3. Лабораторные работы.

Учебная аудитория (ауд. № 219, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1) для практических занятий укомплектована специализированной мебелью и компьютерными средствами обучения (ПК) с доступом к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ИжГТУ имени М.Т. Калашникова:

- научная библиотека ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (ауд. 201 корпус № 1, адрес: 426069, Удмуртская Республика, г.Ижевск, ул. Студенческая, д.7);
- помещения для самостоятельной работы обучающихся (Библиотека ВФ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 427430, Удмуртская республика, г. Воткинск, ул. Шувалова, д.1.)

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

**Лист согласования рабочей программы дисциплины (модуля) на
учебный год**

Рабочая программа дисциплины «Испытания узлов и агрегатов ракетной техники» по направлению подготовки (специальности) 24.05.01
«Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

код и наименование направления подготовки (специальности)

по специализации «Ракетно-космические композитные конструкции»

наименование направленности (профиля/программы/специализации)

согласована на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись и дата)
2021 – 2022	
2022 – 2023	
2023 – 2024	
2024 – 2025	

УТВЕРЖДАЮ

Директор

_____/Давыдов И.А.

_____ 20__ г.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины (модуля)

«Испытания узлов и агрегатов ракетной техники»

по направлению подготовки (специальности) 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» по специализации «Ракетно-космические композитные конструкции»

на 20__/20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

Дополнения и изменения рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «____» _____ 20__ г., протокол № _____. *(заполняется кафедрой, реализующей данную дисциплину)*

Заведующий кафедрой

_____ Ф.А. Уразбахтин
_____ 20__ г.

Заведующий выпускающей кафедрой

_____ Ф.А. Уразбахтин
_____ 20__ г.

Руководитель образовательной программы

_____ Ф.А. Уразбахтин
_____ 20__ г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Оценочные средства
по дисциплине
«Испытания узлов и агрегатов ракетной техники»
наименование – полностью

направление (специальность) 24.05.01 «Проектирование,
производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических
комплексов»

специализация: «Ракетно-космические композитные конструкции»

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетных
единицы

1. Оценочные средства

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины.

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций, представлены ниже.

№ п/п	Коды компетенции и индикаторов	Результат обучения (знания, умения и навыки)	Формы текущего и промежуточного контроля
1	ПК-3 Испытания и эксплуатация систем и агрегатов ракетной техники	ПК-3.1. Знать: - конструкторская документация на испытания ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, основы теории надежности, а также проектирования, конструирования, производства и испытаний ракетной техники; - системы и методы проектирования и испытаний ракетной техники, а также методы проведения технических расчетов при конструировании экспериментальных установок; - методики проведения испытаний ракетной техники, а также основы теории надежности.	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет.
		ПК-3.2. Уметь: - получать данные с контрольно-измерительных приборов, интерпретировать полученные данные, обрабатывать и анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований для моделирования физических процессов; - готовить предложения по улучшению работоспособности и надежности испытываемой ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также документацию, программы, методики для проведения испытаний; - применять знания	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет.

		естественно-научного и математического цикла, практический опыт при проведении испытаний ракетной техники, ее составных частей, систем и агрегатов, а также специальные методики расчетов при проектировании экспериментальных установок.	
		ПК-3.3. Владеть навыками: - разработки конструкторской и эксплуатационной документации на экспериментальные установки, формирования схем, общих компоновок экспериментальных установок, определения номенклатуры средств и оборудования для проведения испытаний; - отработки программ испытаний и надежности систем и агрегатов на макетах ракетной техники, разработки методик анализа результатов испытаний; - корректировки инструкций по результатам испытаний ракетной техники и по эксплуатации по результатам их наземных испытаний.	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет.
2	ПК-9 Разработка и внедрение новых технологических процессов сборки и испытаний, технологическая подготовка производства и освоение технологии сборки и испытаний новых типов изделий	ПК-9.1. Знать: - конструкцию изделия ракетной техники и перечень критичных и особо ответственных элементов конструкции; - состояние подготовки производства новых изделий в агрегатно-сборочном производстве, а также возможности оборудования, инструмента и оснастка для проведения опытных и экспериментальных работ в агрегатно-сборочном производстве; - технологии сборки и испытаний узлов и агрегатов ракетной техники, а	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет.

		также современные средства автоматизации и проектирования, инструмент и оборудование, применяемые при сборке, монтаже и испытаниях агрегатов и изделий ракетной техники.	
		ПК-9.2. Уметь: - формулировать технические вопросы к конструкторским и технологическим службам организации; - разрабатывать техническое задание на проектирование крупногабаритного стапельно-сборочного оснащения и испытательные стенды, а также на оформление договоров со сторонними организациями для создания и внедрения новых технологий и технологического оборудования; - оформлять карты технологической отработки и технологические документы по организации, технические документы на отработку и внедрение технологических процессов, технологическую документацию на отклонение от конструкторской документации и технологического процесса, изменения на технологические документы.	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет.
		ПК-9.3. Владеть навыками: - разработки технического задания и проектирования стапельного оснащения для сборки крупногабаритных агрегатов и испытательных стендов, оформление заявок на приобретение технологического оборудования, внедрение в производство и аттестация; - проведения сборки, экспериментальных и опытных работ на новых изделиях;	Устный опрос на лекциях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы; Зачет.

		- составления пооперационного маршрута сборки вновь запускаемых в производство агрегатов и изделий при помощи вычислительной техники, директивных технологических процессов сборки и испытаний новых изделий, а также оформление технологических документов организации по проведению экспериментальных и опытных работ на изделиях.	
--	--	--	--

Описание элементов для оценивания формирования компетенций

1. Наименование: зачет

Перечень вопросов для проведения зачета:

Раздел. 1. Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет.

1. Влияние результатов испытаний на проектирование элементов ракет;
2. Запас прочности;
3. Работоспособность и надежность;

Раздел. 2. Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем.

4. Понятие испытания;
5. Цели и задачи испытаний;
6. Классификация испытаний ракетной техники;
7. Контроли за проведением испытаний;

Раздел. 3. Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет.

8. Системный принцип в планировании экспериментальной отработки ЛА;
9. Цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки ЛА;
10. Этапы экспериментальной отработки ЛА;

Раздел. 4. Испытание сложных технических систем с использованием моделей.

11. Программа испытаний как объект моделирования;
12. Источники и носители информации в системе испытаний;

Раздел. 5. Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники.

13. Условия функционирования ЛА;
14. Нагрузки, действующие на ЛА при наземной эксплуатации;
15. Нагрузки, действующие на ЛА в полете;
16. Определение предельных расчетных нагрузок;
17. Случайные внешние и внутренние факторы эксплуатации ракет;

Раздел. 6. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов.

18. Стендовая база для испытаний;
19. Испытания на воздействие механических факторов;
20. Испытания на воздействие термических факторов;
21. Испытания на воздействие климатических факторов;

Раздел. 7. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов.

22. Испытания на воздействие радиации;
23. Испытания на воздействие электрических и магнитных полей;
24. Испытания на воздействие химических и биологических факторов;

Раздел. 8. Летные испытания ракетной техники.

25. Цели и задачи предстартовых и летных испытаний;
26. Принципы проведения предстартовых и летных испытаний;
27. объем летных испытаний;
28. Требования к испытательным базам;
29. Испытания на технической позиции;
30. Испытания на стартовой позиции;

Раздел. 9. Точностные характеристики результатов испытаний ракет.

31. Автоматизация измерений;
32. Методы оценки точности поведения испытаний;
33. Оценка достаточности объема испытаний;

Раздел. 10. Формирование результатов определительных, контрольных, повторных испытаний и испытаний на надежность.

34. Нормативная база для оценки результатов определительных, контрольных, повторных испытаний и испытаний на надежность;
35. Номенклатура показателей надежности;
36. Точечная оценка показателей, верхняя и нижняя доверительная граница и относительная доверительная ошибка;

Раздел. 11. Методы повышения точности результатов испытаний

37. Классификация методов повышения точности измерений;
38. Структурные методы повышения точности.

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2.

2. Наименование: защита лабораторных работ

Варианты заданий:

Лабораторная работа №1. Разработка программы испытаний стабилизаторов ракеты
Задание: Разработать программу испытаний стабилизаторов крылатой ракеты класса «воздух- воздух», типа ракеты Р-33.

Вопросы:

1. Системный принцип в планировании экспериментальной отработки ЛА;
2. Цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки ЛА;
3. Этапы экспериментальной отработки ЛА.

Лабораторная работа №2. Разработка модели испытаний на функционирование элемента топливной системы.

Задание: Разработать модель испытаний на функционирование форсунки камеры сгорания жидкостного двигателя.

Вопросы:

1. Программа испытаний как объект моделирования;
2. Источники и носители информации в системе испытаний.

Лабораторная работа №3. Определение основных силовых воздействий на каждом этапе жизненного цикла ракеты

Задание: определить основные силовые воздействия на каждом этапе жизненного цикла ракеты типа «Минитмен»

Вопросы:

1. Условия функционирования ЛА;
2. Нагрузки, действующие на ЛА при наземной эксплуатации;
3. Нагрузки, действующие на ЛА в полете;
4. Определение предельных расчетных нагрузок;
5. Случайные внешние и внутренние факторы эксплуатации ракет.

Лабораторная работа №4. Разработка программы испытаний на воздействие соляного тумана

Задание: Разработать программу испытаний ракеты морского базирования на воздействие соляного тумана.

Вопросы:

1. Испытания на воздействие радиации;
2. Испытания на воздействие электрических и магнитных полей;
3. Испытания на воздействие химических и биологических факторов.

Лабораторная работа №5. Разработка программы испытаний на воздействие вибрации.

Задание: Разработать программу испытаний и схему стенда для испытаний на вибрацию шасси тягача баллистической ракеты типа «Тополь».

Вопросы:

1. Стендовая база для испытаний;
2. Испытания на воздействие механических факторов;
3. Испытания на воздействие термических факторов;
4. Испытания на воздействие климатических факторов;

Лабораторная работа №6. Разработка программы летных испытаний ракеты-носителя

Задание: Разработать программу летных испытаний межконтинентальной баллистической ракеты.

Вопросы:

1. Цели и задачи предстартовых и летных испытаний;
2. Принципы проведения предстартовых и летных испытаний;
3. объем летных испытаний;
4. Требования к испытательным базам;
5. Испытания на технической позиции;
6. Испытания на стартовой позиции;

Лабораторная работа №7. Определение точности результатов испытаний.

Задание: определить точность результатов испытаний на прочность и устойчивость топливного бака жидкостной ракеты.

Вопросы:

1. Автоматизация измерений;
2. Методы оценки точности поведения испытаний;
3. Оценка достаточности объема испытаний

Лабораторная работа №8. Определение стабильности показателей элемента силового набора корпуса ракеты-носителя.

Задание: определить стабильность показателей элементов силового набора корпуса ракеты-носителя.

1. Нормативная база для оценки результатов определительных, контрольных, повторных испытаний и испытаний на надежность;
2. Номенклатура показателей надежности;
3. Точечная оценка показателей, верхняя и нижняя доверительная граница и относительная доверительная ошибка.

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2.

3. Наименование: устный опрос на лекциях (в соответствии с темой предыдущей лекции)

Лекция 1. Роль испытаний в процессе проектирования и создания ракет.

1. Влияние результатов испытаний на проектирование элементов ракет;
2. Запас прочности;
3. Работоспособность и надежность;

Лекция 2. Основные понятия и классификация контроля и испытаний сложных технических систем.

1. Понятие испытания;
2. Цели и задачи испытаний;
3. Классификация испытаний ракетной техники;
4. Контроли за проведением испытаний;

Лекция 3. Оптимальное планирование экспериментальной отработки частей ракет.

1. Системный принцип в планировании экспериментальной отработки ЛА;
2. Цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки ЛА;
3. Этапы экспериментальной отработки ЛА;

Лекция 4. Испытание сложных технических систем с использованием моделей.

1. Программа испытаний как объект моделирования;
2. Источники и носители информации в системе испытаний;

Лекция 5. Характеристика факторов и условий жизненного цикла изделий ракетной техники.

1. Условия функционирования ЛА;
2. Нагрузки, действующие на ЛА при наземной эксплуатации;
3. Нагрузки, действующие на ЛА в полете;
4. Определение предельных расчетных нагрузок;
5. Случайные внешние и внутренние факторы эксплуатации ракет;

Лекция 6. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие естественных факторов.

1. Стендовая база для испытаний;
2. Испытания на воздействие механических факторов;
3. Испытания на воздействие термических факторов;
4. Испытания на воздействие климатических факторов;

Лекция 7. Наземная отработка изделий ракетной техники на воздействие искусственных факторов.

1. Испытания на воздействие радиации;
2. Испытания на воздействие электрических и магнитных полей;
3. Испытания на воздействие химических и биологических факторов;

Лекция 8. Летные испытания ракетной техники.

1. Цели и задачи предстартовых и летных испытаний;
2. Принципы проведения предстартовых и летных испытаний;
3. объем летных испытаний;
4. Требования к испытательным базам;
5. Испытания на технической позиции;
6. Испытания на стартовой позиции;

Лекция 9. Точностные характеристики результатов испытаний ракет.

1. Автоматизация измерений;
2. Методы оценки точности поведения испытаний;
3. Оценка достаточности объема испытаний;

Лекция 10. Формирование результатов определительных, контрольных, повторных испытаний и испытаний на надежность.

1. Нормативная база для оценки результатов определительных, контрольных, повторных испытаний и испытаний на надежность;
2. Номенклатура показателей надежности;
3. Точечная оценка показателей, верхняя и нижняя доверительная граница и относительная доверительная ошибка;

Лекция 11. Методы повышения точности результатов испытаний

1. Классификация методов повышения точности измерений;
1. Структурные методы повышения точности.

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2.

4. Наименование: практические работы

Варианты заданий:

Практическая работа №1 Определение достаточности объема испытаний.

Задание: определить достаточность объема испытаний в соответствии с основными нагрузками тактической ракеты типа «Точка»

Вопросы:

1. Системный принцип в планировании экспериментальной отработки ЛА;
2. Цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки ЛА;
3. Этапы экспериментальной отработки ЛА.

Практическая работа №2 Разработка математических моделей испытаний.

Задание: Разработать показатели математической модели климатических испытаний.

Вопросы:

1. Программа испытаний как объект моделирования;
2. Источники и носители информации в системе испытаний.

Практическая работа №3 Определение внешних и внутренних факторов, действующих на конструктивные элементы ракеты.

Задание: определить внешние и внутренние факторы, действующих на конструктивные элементы ракеты типа «Восток».

Вопросы:

1. Условия функционирования ЛА;
2. Нагрузки, действующие на ЛА при наземной эксплуатации;
3. Нагрузки, действующие на ЛА в полете;
4. Определение предельных расчетных нагрузок;
5. Случайные внешние и внутренние факторы эксплуатации ракет.

Практическая работа №4 Испытания при наземной отработке.

Задание: Разработать программу испытаний при наземной отработке РДТТ 1 ступени.

Вопросы:

1. Стендовая база для испытаний;
2. Испытания на воздействие механических факторов;
3. Испытания на воздействие термических факторов;
4. Испытания на воздействие климатических факторов;

Практическая работа №5 Определение предельных нагрузок при летных испытаниях.

Задание: определить предельные нагрузки, действующие на ракету типа «Союз».

Вопросы:

1. Цели и задачи предстартовых и летных испытаний;
2. Принципы проведения предстартовых и летных испытаний;
3. объем летных испытаний;
4. Требования к испытательным базам;
5. Испытания на технической позиции;
6. Испытания на стартовой позиции

Практическая работа №6 Применение различных методик повышения точности интерпретации результатов испытаний.

Задание: Определить пути повышения точности испытаний на функционирование привода рулей крылатой ракеты.

Вопросы:

1. Автоматизация измерений;
2. Методы оценки точности поведения испытаний;
3. Оценка достаточности объема испытаний

Критерии оценки:

Приведены в разделе 2.

Пример билета на зачет с оценкой

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т.
Калашникова»

Билет к зачету №
по дисциплине «Испытания узлов и агрегатов ракетной техники»

Вопрос 1. Условия функционирования ЛА;

Вопрос 2. Испытания на стартовой позиции

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры Ракетостроения

« » 20__ г. Протокол №

Зав. кафедрой, _____ / ФИО

2. Критерии и шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

<i>Разделы дисциплины</i>	<i>Форма контроля</i>	<i>Количество баллов</i>	
		<i>min</i>	<i>max</i>
1	2	3	4
1	Устный опрос на лекциях	2	6
2	Устный опрос на лекциях	2	6
3	Устный опрос на лекциях, практических занятиях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы.	2	6
4	Устный опрос на лекциях, практических занятиях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы.	4	8
5	Устный опрос на лекциях, практических занятиях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы.	4	8
6	Устный опрос на лекциях, практических занятиях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы.	4	8

7	Устный опрос на лекциях, практических занятиях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы.	4	8
8	Устный опрос на лекциях, практических занятиях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы.	4	8
9	Устный опрос на лекциях, практических занятиях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы.	4	8
10	Устный опрос на лекциях, практических занятиях; Защита лабораторной работы; Защита практической работы.	2	6
11	Устный опрос на лекциях	2	6
	Зачет	0	10
	Итого 1 семестр	34	88

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

<i>Наименование, обозначение</i>	<i>Показатели выставления минимального количества баллов</i>
Практическая работа	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. На защите практической работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Лабораторная работа	Лабораторная работа выполнена в полном объеме; Представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом при защите лабораторной работы, даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Устный опрос	Даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов. Продемонстрированы знания основного учебно-программного материала

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

<i>Оценка</i>	<i>Набрано баллов</i>
«отлично»	71-88
«хорошо»	56-70
«удовлетворительно»	35-55
«неудовлетворительно»	менее 34

Если сумма набранных баллов менее 34 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного опроса. Время на подготовку: 40 минут.

Билет к зачету включает 2 теоретических вопроса.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкала оценки:

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
«зачтено»	Обучающийся демонстрирует знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, умеет применять его при выполнении конкретных заданий, предусмотренных программой дисциплины
«не зачтено»	Обучающийся демонстрирует значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение