

**Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»**

Институт авиации, наземного транспорта и энергетики
Кафедра Реактивных двигателей и энергетических установок

Регистрационный номер **1130.2/54**

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины

Методы и средства экспериментальной отработки РДТТ

Индекс по учебному плану **Б1.В.ДВ.09.01**

Направление подготовки **24.04.05 Двигатели летательных аппаратов**

Магистерская программа подготовки «**Ракетные двигатели на твердом топливе**»

Квалификация: **магистр**

Вид профессиональной деятельности **научно- исследовательская
проектно-конструкторская**

Разработана профессором кафедры РДиЭУ д.т.н. **Г.А. Глебовым**

Казань 2017

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).

1.1. Цель преподавания учебной дисциплины (модуля).

Целью изучения дисциплины «Методы и средства экспериментальной отработки РДТТ» является формирование у будущих специалистов о методах и средствах измерения основных параметров ракетных двигателей с целью их отработки и отработки.

1.2. Задачи учебной дисциплины (модуля).

Основная задача дисциплины – вооружить знаниями о методах испытаний и экспериментальной отработки РДТТ на модельных и огневых стендах.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО.

Дисциплина «Методы и средства экспериментальной отработки РДТТ» изучается в рамках вариативной части и является одной из завершающих дисциплин изучаемых студентами.

1.4 Объем учебной дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы).

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:	
	в ЗЕ	в час	3	
			в ЗЕ	в час
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	3	108	3	108
<i>Аудиторные занятия</i>	<i>1,33</i>	<i>48</i>	<i>1,33</i>	<i>48</i>
Лекции	0,44	16	0,44	16
Лабораторные работы	0,44	16	0,44	16
Практические занятия	0,44	16	0,44	16
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<i>1,67</i>	<i>60</i>	<i>1,67</i>	<i>60</i>
Проработка учебного материала	<i>1,67</i>	<i>60</i>	<i>1,67</i>	<i>60</i>
Промежуточная аттестация	зачет			

1.5 Планируемые результаты обучения

Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<i>ОК-7: способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями программы магистратуры)</i>			
Знание современного стендового оборудования и приборов измерения, основных параметров	Знание современного стендового оборудования, приборов измерения	Знание современного стендового оборудования, приборов измерения, основных пара-	Знание современного стендового оборудования, приборов измерения, основных парамет-

РДТТ: давления, тяги и др.	ния.	метров РДТТ.	ров РДТТ.
Умение использовать современные стендовые оборудования и приборы измерения в экспериментальной отработке РДТТ.	Умение использовать современные приборы измерения в экспериментальной отработке РДТТ.	Умение использовать современные стендовые оборудования и приборы измерения в экспериментальной отработке РДТТ.	Умение использовать современные стендовые оборудования и приборы измерения в экспериментальной отработке РДТТ; умение рассчитать основные параметры РДТТ.
Владение принципом работы современного стендового оборудования и приборов измерения.	Владение принципом работы современного стендового оборудования и приборов измерения.	Владение принципом работы современного стендового оборудования и приборов измерения, основных параметров РДТТ.	Владение принципом работы современного стендового оборудования и приборов измерения; владение основных параметров РДТТ с целью экспериментальной отработки РДТТ.
<i>ОПК-1: способностью выбирать системы обеспечения экологической безопасности при проведении работ</i>			
Знание современных методов и технических систем, обеспечивающих экологическую безопасность при огневой отработки РДТТ.	Знание современных методов и технических систем.	Знание современных методов и технических систем, обеспечивающих экологическую безопасность при огневой отработки РДТТ.	Знание современных методов и технических систем, обеспечивающих экологическую безопасность и минимальное воздействие на окружающую среду, при огневой отработки РДТТ.
Умение использовать современные методы эксперимента огневой отработки РДТТ, обеспечивающих экологическую безопасность.	Умение использовать современные методы эксперимента огневой отработки РДТТ.	Умение использовать современные методы эксперимента огневой отработки РДТТ, обеспечивающих экологическую безопасность.	Умение использовать современные методы эксперимента огневой отработки РДТТ, обеспечивающих экологическую безопасность и минимальное воздействие на окружающую среду.
Владение современных методов и технических систем с целью безопасной огневой отработки РДТТ.	Владение современных методов и технических систем.	Владение современных методов и технических систем с целью безопасной огневой отработки РДТТ.	Владение современных методов и технических систем с целью экологической безопасной и экономичной огневой отработки РДТТ.
<i>ПК-3: способностью разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов</i>			
Знание об отборе результатов испытаний и анализ основных стендовых испытаний РДТТ.	Знание об отборе результатов испытаний для соответствующего	Знание об отборе результатов испытаний и анализ основных стендовых испытаний	Знание об отборе результатов, обработки экспериментальной информации и анализ ос-

	их анализа.	РДТТ.	новых стендовых испытаний РДТТ.
Умение написать программу основных стендовых испытаний РДТТ и обеспечить автоматизированный сбор экспериментальной информации.	Умение написать программу основных стендовых испытаний РДТТ.	Умение написать программу основных стендовых испытаний РДТТ и обеспечить автоматизированный сбор экспериментальной информации.	Умение написать программу основных стендовых испытаний РДТТ и обеспечить автоматизированный сбор и обработку экспериментальной информации.
Владение навыками отбора экспериментальной информации, анализа основных стендовых испытаний РДТТ.	Владение навыками отбора экспериментальной информации.	Владение навыками отбора экспериментальной информации, анализа основных стендовых испытаний РДТТ.	Владение навыками отбора, обработки экспериментальной информации, анализа основных стендовых испытаний РДТТ.
<i>ПК-9: способностью проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций</i>			
Знание о технико-экономическом и функционально - стоимостном анализе проводимых стендовых испытаний РДТТ.	Знание о технико-экономическом или функционально - стоимостном анализе проводимых стендовых испытаний РДТТ.	Знание о технико-экономическом и функционально - стоимостном анализе проводимых стендовых испытаний РДТТ.	Знание о технико-экономическом и функционально - стоимостном анализе проводимых стендовых испытаний РДТТ, о наиболее эффективных и менее затратных способах ОСИ.
Умение провести технико-экономический и функционально стоимостной анализ проводимых стендовых испытаний РДТТ.	Умение провести технико-экономический или функционально стоимостной анализ проводимых стендовых испытаний РДТТ.	Умение провести технико-экономический и функционально стоимостной анализ проводимых стендовых испытаний РДТТ.	Умение провести технико-экономический и функционально стоимостной анализ проводимых стендовых испытаний РДТТ. Умение находить наиболее эффективный и менее затратный способ ОСИ.
Владение навыками технико-экономического и функционально стоимостного анализа проводимых стендовых испытаний РДТТ.	Владение навыками технико-экономического или функционально стоимостного анализа проводимых стендовых испытаний РДТТ.	Владение навыками технико-экономического и функционально стоимостного анализа проводимых стендовых испытаний РДТТ.	Владение навыками технико-экономического и функционально стоимостного анализа проводимых стендовых испытаний РДТТ; владения знаниями о наиболее эффективных и менее затратных способах ОСИ.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>Раздел 1. Методы и средства измерения основных параметров РДТТ.</i>							<i>ФОС ТК-1</i>
Тема 1.1. Численный, физический и мысленный эксперимент. Основные понятия. Размерные и безразмерные величины. Теория размерностей и теория подобия. π-теорема и её смысл.	3	-	-	-	3	ОК-7 3 У В	Текущий контроль
Тема 1.2. Датчик систем измерений. Примеры активных и пассивных датчиков. Пределы применимости датчиков.	5	2	-	-	3	ОК-7 3 У В	Устный опрос
Тема 1.3. Системы измерений параметров РДТТ. Общие требования к системам измерений. Измерение давления различными методами.	5		-	1	4	ОК-7 3 У В	Текущий контроль
Тема 1.4. Измерение усилий (тяги). Различные типы тягоизмерительных устройств. Измерение температур. Измерение тепловых потоков.	6	2	-	1	3	ОК-7 3 У В	Устный опрос
Тема 1.5. Измерение вибраций. Типы преобразователей вибраций. Регистрация быстропеременных характеристик: акустических колебаний и вибраций.	5	-	-	1	4	ОК-7 3 У В	Текущий контроль

Тема 1.6. Измерение деформаций. Оптические методы исследования. Основы обработки кино- и видеозображений.	11	2	4	1	4	ПК-3 3 У В	Устный опрос
Тема 1.7. Регистрация и обработка результатов холодных и огневых стендовых испытаний (ОСИ). Автоматизированные системы измерений при ОСИ.	4	-	-	1	3	ПК-3 3 У В	Текущий контроль
Тема 1.8. Погрешности измерений. Систематические и случайные погрешности. Природа случайных ошибок. Понятие гистограммы, закона распределения.	7	2	-	1	4	ПК-3 3 У В	Промежуточный контроль самостоятельной работы
Тема 1.9. Проверка данных эксперимента. Исключение разноотклоняющихся значений. Ошибка эксперимента, в которой измеряется параметр, зависящий от нескольких измеряемых величин ($R=k \cdot XY \cdot Z$).	5	-	-	1	4	ПК-3 3 У В	Устный опрос
Тема 1.10. Последовательность испытаний и план эксперимента. Многофакторный эксперимент.	10	2	4	1	3	ПК-3 3 У В	Текущий контроль
Тема 1.11. Анализ экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов. Использование логарифмических и полулогарифмических координат. Подбор многочленов по экспериментальным данным.	4	-	-	1	3	ОК-7 3 У В ПК-3 3 У В	Текущий контроль
Тема 1.12. Холодные испытания на моделях РДТТ. Использование методов аналогии при исследовании динамических процессов.	7	2	-	1	4	ПК-3 3 У В	Текущий контроль. Отчёт о выполнении самостоятельной работы
<i>Раздел 2. Стендовая отработка РДТТ.</i>							<i>ФОС ТК-2</i>
Тема 2.1. Сведения о. Определяемые в результате ОСИ основные параметры. Организация стендовых испытаний РДТТ.	9	-	4	1	4	ПК-3 3 У В	Текущий контроль
Тема 2.2. Испытательные стенды и стапельное оборудование. Имитация работы	6	2	-	1	3	ПК-3 3 У В	Выполнение расчётных заданий

РДТТ на различных режимах работы: с перерасширением, расчётном, с недорасширением.						3 ОПК-1.У В	
Тема 2.3. Имитация работы РДТТ на различных режимах работы: с перерасширением, расчётном, с недорасширением. Имитация работы РДТТ в верхних слоях атмосферы и в водной среде.	4	-	-	1	3	3 ПК-3 У В 3 ОПК-1.У В	Устный опрос
Тема 2.4. Отработка РДТТ, работающих в пульсирующем режиме. Способы подавления пульсирующего режима.	8	-	4	1	3	3 ПК-3 У В 3 ПК-9 У В	Промежуточный контроль выполнения самостоятельной работы.
Тема 2.5. Отработка регулируемых РДТТ. Холодные и горячие испытания. Визуализация процессов в сопловых блоках.	4	-	-	1	3	3 ОПК-1.У В 3 ПК-3 У В 3 ПК-9 У В	Устный опрос
Тема 2.6. Расчёт внутрибаллистических характеристик по результатам ОСИ.	5	2	-	1	2	3 ПК-3 У В	Текущий контроль. Отчет о выполнении самостоятельной работы.
Зачет							ФОС ПА
ИТОГО:	108	16	16	16	60		

РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1 Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью учебно-методического комплекса дисциплины и хранится на кафедре.

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1.	Раздел 1. Методы и средства измерения основных параметров РДГТ.	ФОС ТК-1	Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу (модулю). Отчет о выполнении самостоятельной работы. Реферат.
2.	Раздел 2. Стендовая отработка РДГТ.	ФОС ТК-2	Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (модулю). Отчет о выполнении самостоятельной работы.

3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

Первый этап: типовые тестовые задания.

Второй этап: контрольные вопросы.

Практические навыки: решение задачи из билета.

3.3 Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

По итогам освоения дисциплины проведение зачета проводится в два этапа: тестирование и письменное задание.

Тестирование ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

3.4 Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	зачтено
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	зачтено
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	зачтено
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	не зачтено

РАЗДЕЛ 4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

4.1.1 Основная литература:

1. Твeрдотопливные регулируемые двигательные установки. / Соломонов Ю.С., Липанов А.М., Алиев А.В., Дорофеев А.А. М.: Машиностроение, 2011. – 416 с.

4.1.2 Дополнительная литература:

2. Проектирование испытательных стендов для экспериментальной отработки объектов ракетно-космической техники / А.Г. Галеев, Ю.В. Захаров, В.П. Макаров, В.В. Родченко. – М.: Издательство МАИ, 2014. – 283 с. Режим доступа: http://www.nic-rkp.ru/doc/book_016.pdf

3. Кучкин В.Н., Кучкин К.В., Сайдов Г.Г. Теоретические основы разработки испытательного оборудования для наземной отработки ракетно-космической техники. М.: Машиностроение, 2014. – 358 с.

4. Сайдов Г.Г., Поляхов А.Д., Катенин А. В. / Повышение качества наземной отработки изделий ракетно-космической техники, // Конференция «Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты», Тамбов, 2014.

5. Волков В.Т., Ягодников Д.А. Исследование и стендовая обработка ракетных двигателей на твердом топливе. – М.: Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 296 с. – Режим доступа: <http://www.baumanpress.ru/books/116/116.pdf>.

4.1.3 Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы

Успешное освоение материала студентами обеспечивается посещением лекций, лабораторных и практических занятий, написанием конспекта по темам самостоятельной работы. Работа студента при проведении расчетов будет способствовать освоению практических навыков по безопасности жизнедеятельности.

4.1.4 Методические рекомендации для преподавателей

Успешное освоение материала обеспечивается тесной связью теоретического материала, преподносимого на лекциях и теоретико-экспериментальной работой студентов на практических занятиях. Преподаватель, читающий курс лекций, должен использовать для подготовки к занятиям литературу, указанную в основном и дополнительном списках, а также вновь изданную актуальную доступную литературу по тематике, связанной с различными модулями дисциплины.

Студенты должны иметь возможность с первой недели изучения предмета ознакомиться с информацией о требуемом объеме знаний. Итоговая оценка по дисциплине определяется по сумме баллов, полученных студентом по всем формам текущего контроля и баллов, полученных при сдаче экзамена.

4.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.2.1 Основное информационное обеспечение

1. Репозиторий Самарского университета <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnyeposobiya>

4.2.2 Дополнительное справочное обеспечение

1. Фрактодиагностика разрушения металлических материалов и конструкций. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.В. Клевцов [и др.]. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2007. — 264 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1836>

4.3 Кадровое обеспечение

4.3.1 Базовое образование.

Высшее образование в предметной области *ракетные двигатели* и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области *ракетные двигатели* и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению *ракетные двигатели*, выполненных в течение трех последних лет.

4.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1года); практический опыт работы в области *ракетные двигатели* на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области *ракетные двигатели*, либо в области педагогики.