

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: Реактивные двигатели и энергетические установки

Регистрационный номер **1130.2/48**

**Аннотация
к рабочей программе**

дисциплины

Конструкция и проектирование РДТТ

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.06.01**

Направление подготовки: **24.04.05 Двигатели летательных аппаратов**

Квалификация: **магистр**

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

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

Разработал доцент кафедры РДЭУ к.т.н. А.И.Глазунов

Казань 2017

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

1.1. Цель преподавания учебной дисциплины (модуля).

Целью изучения дисциплины «Конструкция и проектирование РДТТ» является формирование у студентов навыков проектирования элементов конструкции ракетных двигателей твердого топлива, технического и технологического мировоззрения на основе знаний конструкции сложных технических систем.

Изучив дисциплину «Конструкция и проектирование РДТТ» студент должен:

- *знать* общие методы проектирования, принципы оптимального проектирования, современные достижения в области реактивных двигателей на твердом топливе, знать нормативные документы (отраслевые нормы и стандарты).

- *владеть* профессиональными компетенциями об устройстве, материалах и способах обработки таких двигателей, о функционировании систем и подсистем технических объектов, способами испытаний конструктивных элементов и изделий.

1.2. Задачи учебной дисциплины (модуля).

Задачей освоения программы дисциплины «Конструкция и проектирование РДТТ» является приобретение студентом компетенций соответствующих проектно-конструкторской деятельности.

1.3. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.01 «Конструкция и проектирование РДТТ» входит в вариативную часть раздела дисциплины по выбору студента основной образовательной программы подготовки магистров по направлению 24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов».

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

Таблица 1

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Вид учебной работы	Общая трудоемкость		семестры					
	в ЗЕ	в час	2		3		4	
			в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
Общая трудоемкость дисциплины	12	432	3	108	6	216	3	108
<i>Аудиторные занятия</i>	3,33	120	1	36	1,33	48	1	36
Лекции	1,44	52	0.667	24	0.44	16	0.33	12
Лабораторные работы	0,77	28			0.44	16	0.33	12
Практические занятия	1,11	40	0.33	12	0.44	16	0.33	12
<i>Самостоятельная работы студентов</i>	8,66	312	2	72	4,66	168	2	72
Проработка учебного материала	4,66	168	1	36	3,667	132		
Курсовой проект	2	72		-		-	2	72
Курсовая работа	-	-		-				
Подготовка промежуточной аттестации	2	72	1	36	1	36		
Промежуточная аттестация	Экзамен							

1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Формируемые компетенции			
Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<p>ПК-6: способностью проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений и определения показателей технического уровня проектируемых изделий</p>			
<p>Знать источники информации по патентам и показатели технического уровня проектируемых изделий</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> • российскую и международную классификацию патентов 	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> • классификацию патентов, относящихся к ракетным двигателям • показатели технического уровня проектируемых изделий 	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> • источники информации по патентам • классификацию российскую и международную патентов, относящихся к ракетным двигателям
<p>Уметь проводить патентные исследования, определять показатели технического уровня проектируемых изделий</p>	<p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить патентные исследования • определять показатели технического уровня проектируемых изделий 	<p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений • определять показатели технического уровня проектируемых изделий 	<p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить патентные исследования по источникам российской печати и иностранным периодическим изданиям с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений • определять технический уровень проектируемых

			изделий
Владеть навыками ведения патентных исследований и определения показателей технического уровня проектируемых изделий	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • навыками ведения патентного поиска • навыками определения показателей технического уровня проектируемых изделий 	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • навыками ведения патентного поиска с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений • навыками определения показателей технического уровня проектируемых изделий 	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • навыками ведения патентного поиска для различных классов российских и иностранных патентов с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности проектируемых РДТТ

ПК-7 Способностью разрабатывать конструкторские и организационные мероприятия по минимизации воздействия ракетных двигателей на биосферу Земли в процессе всего жизненного цикла.

Знать порядок составления описаний принципов действия узлов и агрегатов и двигателя в целом.	Знать <ul style="list-style-type: none"> • принципы действия основных устройств и узлов машконструкций и основы составления описаний технических решений 	Знать <ul style="list-style-type: none"> • принципы действия основных устройств и узлов машконструкций и основы составления описаний технических решений • способы представления конструкторской документации на узлы и устройства • параметры обоснования принятия решений по 	Знать <ul style="list-style-type: none"> • принципы действия основных устройств и узлов машконструкций и основы составления описаний технических решений • способы представления конструкторской документации на узлы и устройства • параметры обоснования принятия решений по техническим проектам • современные аналоги
---	--	--	--

		техническим проектам	конструкционных устройств и агрегатов <ul style="list-style-type: none"> • виды конструкторских документов, в которых приводятся описания принципов действия и обоснования принятых и спроектированных технических параметров и технических решений
Уметь обосновать технические решения при проектировании узлов, агрегатов, систем и подсистем основных и вспомогательных агрегатов.	Уметь <ul style="list-style-type: none"> • грамотно аргументировать принципы оценки технических решений • распознавать логику устройства сложных технических систем 	Уметь <ul style="list-style-type: none"> • грамотно аргументировать принципы оценки технических решений, • распознавать логику устройства сложных технических систем • аргументированно выстраивать техническую документацию по описанию принципов действия и конструктивного устройства технических образцов проектируемой техники 	Уметь <ul style="list-style-type: none"> • грамотно аргументировать принципы оценки технических решений • распознавать логику устройства сложных технических систем • аргументированно выстраивать техническую документацию по описанию принципов действия и конструктивного устройства технических образцов проектируемой техники • аргументированно доказывать правильность технических решений при проектировании и

			далее при описании конструкции и принципа действия современных и проектируемых изделий, узлов, систем и подсистем
Владеть навыками средствами оценки технических решений при проектировании узлов, агрегатов и систем двигателей на твёрдом топливе.	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • навыками составления описания принципов действия и устройства узлов машконструкций, • навыками составления обоснованных решений 	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • навыками составления описания принципов действия и устройства узлов машконструкций, • навыками составления обоснованных решений, • средствами составления описания принципов действия, • основами конструкции машиностроительных узлов, • аргументами и нормами принятия технически грамотных решений 	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • навыками составления описания принципов действия и устройства узлов машконструкций, • навыками составления обоснованных решений, • средствами составления описания принципов действия, • основами конструкции машиностроительных узлов, • аргументами и нормами принятия технически грамотных решений, • навыками работы на современной технике составления описания конструкции и принципов действия современных аналогов и разрабатываемых агрегатов и узлов, • современными

			критериями технической эффективности разрабатываемых технических проблем
ПК-8 способность разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сложных изделий с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий			
Знать этапы разработки конструкции двигателя на всем жизненном цикле и конструкторскую документацию на проектируемый двигатель.	Знать <ul style="list-style-type: none"> • автоматизированные средства проектирования, • виды проектов, • уровень разработок ракетно-космической техники (РКТ) 	Знать <ul style="list-style-type: none"> • автоматизированные средства проектирования, • виды проектов, • уровень разработок ракетно-космической техники (РКТ), • содержание видов проектных этапов, сроки исполнения, конструкторские документы на все виды проектирования, • основные требования по форме и содержанию конструкторской документации 	Знать <ul style="list-style-type: none"> • автоматизированные средства проектирования, • виды проектов, • уровень разработок ракетно-космической техники (РКТ), • содержание видов проектных этапов, сроки исполнения, конструкторские документы на все виды проектирования, • основные требования по форме и содержанию конструкторской документации, • современный уровень технических средств автоматизированного проектирования, • возможности программных комплексов и конкурирующие параметры передовой технической

			отрасли, какой является РКТ
Уметь пользоваться компьютерными средствами при проектировании элементов конструкции двигателя на твердом топливе.	Уметь аргументированно <ul style="list-style-type: none"> • применять соответствующие средства автоматизированного проектирования, • заимствовать передовой опыт разработок изделий 	Уметь аргументированно <ul style="list-style-type: none"> • применять соответствующие средства автоматизированного проектирования, • заимствовать передовой опыт разработок изделий, • обосновывать основные проектные параметры на всех этапах разработки сложных изделий, • давать обоснование техническим положениям как по проектированию, так и по технологии 	Уметь аргументированно <ul style="list-style-type: none"> • применять соответствующие средства автоматизированного проектирования, • заимствовать передовой опыт разработок изделий, • обосновывать основные проектные параметры на всех этапах разработки сложных изделий, • давать обоснование техническим положениям как по проектированию, так и по технологии, • доказывать, анализировать, оптимизировать как отдельные этапы проектирования, так и разработку основных видов проектов в целом
Владеть навыками работы со стандартными средствами автоматизированного проектирования и конструирования двигателя на твердом топливе.	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • практическими навыками работы с прикладными графическими и математическими пакетами, • средствами ведения проектных работ и исполнения 	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • практическими навыками работы с прикладными графическими и математическими пакетами, • средствами ведения проектных работ и исполнения 	Владеть <ul style="list-style-type: none"> • практическими навыками работы с прикладными графическими и математическими пакетами, • средствами ведения проектных работ и исполнения конструкторской

	конструкторской документации	конструкторской документации, • навыками ведения проектных работ всех уровней, • нормативными данными по единой системе конструкторской документации (ЕСКД)	документации, • навыками ведения проектных работ всех уровней, • нормативными данными по единой системе конструкторской документации (ЕСКД), • современным уровнем ведения этапов проектирования, сохраняя конкурентоспособность на всех этапах конструирования опыт передовых технологий в проектировании
--	------------------------------	---	---

ПК-9: способностью проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций

Знать конструкцию двигателя твердого топлива, нормы проектирования на этапе эскизных разработок.	Знать • основные методы расчетов деталей и узлов с технико-экономическим и эффективным анализом интегральных изделий в целом	Знать • основные методы расчетов деталей и узлов с технико-экономическим и эффективным анализом интегральных изделий в целом, • критерии применимости расчётных методик, их допустимые области в проектах с технико-экономическим стоимостным анализом при проектировании отдельных	Знать • основные методы расчетов деталей и узлов с технико-экономическим и эффективным анализом интегральных изделий в целом, • критерии применимости расчётных методик, их допустимые области в проектах с технико-экономическим стоимостным анализом при проектировании отдельных
---	---	---	---

		конструкций и изделий в целом	конструкций и изделий в целом, <ul style="list-style-type: none"> • вероятностную оценку достоверности расчётных и проектных методик, учитывающих техническую и экономическую составляющую при комплексном анализе проектных решений по современным образцам новой техники
Уметь находить компромисс между различными требованиями, предъявляемыми к проектируемому двигателю и его агрегату.	Уметь <ul style="list-style-type: none"> • аргументированно обосновать методы проектирования с учётом технической и экономической целесообразности 	Уметь <ul style="list-style-type: none"> • аргументированно обосновать методы проектирования с учётом технической и экономической целесообразности, • грамотно и аргументированно вести многовариантные расчёты технических изделий в проектах, учитывающих экономическую эффективность 	Уметь <ul style="list-style-type: none"> • аргументированно обосновать методы проектирования с учётом технической и экономической целесообразности, • грамотно и аргументированно вести многовариантные расчёты технических изделий в проектах, учитывающих экономическую эффективность, • аргументированно доказывать основные выводы, • делать анализ спроектированной конструкции с учётом технической, функциональной и

			экономической целесообразности, <ul style="list-style-type: none"> практически давать оценку различным проектным вариантам
Владеть основами технико-экономического анализа при эскизном проектировании двигателя на твердом топливе.	Владеть <ul style="list-style-type: none"> методикой ведения расчётных и проектных работ, основными техническими и экономическими параметрами в проектах разных этапов 	Владеть <ul style="list-style-type: none"> методикой ведения расчётных и проектных работ, основными техническими и экономическими параметрами в проектах разных этапов, навыками применения модификации расчётных и проектных работ при создании типовой конструкции со стоимостным и техническим анализом выполненных проектов 	Владеть <ul style="list-style-type: none"> методикой ведения расчётных и проектных работ, основными техническими и экономическими параметрами в проектах разных этапов, навыками применения модификации расчётных и проектных работ при создании типовой конструкции со стоимостным и техническим анализом выполненных проектов, современными методиками технических расчётов и их модернизаций, оценками погрешностей, вероятностными характеристиками в средствах проектирования эффективных конструкций

ПК-10: способностью разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных проектов и программ			
Знать нормативные показатели, применяемые при проектировании двигателя.	Знать • методические, нормативные документы для реализации в проектах и программах	Знать • методические, нормативные документы для реализации в проектах и программах, • виды технической, нормативной методической документации, • номенклатуру и технологию реализации проектов	Знать • методические, нормативные документы для реализации в проектах и программах, • виды технической, нормативной и методической документации, • номенклатуру и технологию реализации проектов, • современные виды документации, определяющих техническую и методическую базу разработанных проектов и программ, • современный технический уровень обеспечения, выполнения и контроля нормативных показателей разработанности проектов и программ
Уметь формировать предложение по реализации проектов и программ испытаний.	Уметь • выстроить последовательность и форму представления	Уметь • выстроить последовательность и форму представления документации на	Уметь • выстроить последовательность и форму представления документации на

	я документации на основные виды проектных работ	основные виды проектных работ, • сформулировать основные требования методического характера в проектах и программах по реализации разработанных конструктивных продуктов	основные виды проектных работ, • сформулировать основные требования методического характера в проектах и программах по реализации разработанных конструктивных продуктов, • формулировать современные требования на разрабатываемые документы, входящие в проекты всех видов, • последовательно выстроить систему нормоконтроля технического проекта
Владеть навыками составления нормативных документов и технических условий на сборку, испытание и утилизацию проектируемого двигателя твердого топлива.	Владеть • навыками практической работы с техническими, нормативными и методическими документами, способствующими реализации проектов и программ	Владеть • навыками практической работы с техническими, нормативными методическими документами, способствующими реализации проектов программ, • навыками разработке рацпредложений и комплекса мероприятий по реализации разработанных	Владеть • навыками практической работы с техническими, нормативными и методическими документами, способствующими реализации проектов программ, • навыками по разработке рацпредложений и комплекса мероприятий по реализации разработанных

		проектов программ и проектов программ, • современными средствами, нормами и методиками по формированию необходимого и достаточного пакета документов в различных программах и пакетах, • современным уровнем сравнительной оценки завершённых проектов с технической, и нормативной методической составляющей
--	--	---

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

2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Таблица 3

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 их компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Конструкция и проектирование корпуса и соплового блока РДТТ						<i>ФОС ТК-1</i>	
Тема 1.1. Введение. Классификация ракетных двигателей.	2	2				ПК-7.3 ПК-8.3	
Тема 2.1. Характеристики топливных зарядов. Конструкция вкладного и скрепленного зарядов.	6	2			4	ПК-6.3 ПК-6.У ПК-7.У ПК-9.3	
Тема 2.2. Проектирование и конструкция контактных элементов.	8	2		2	4	ПК-8.В ПК-9.У ПК-9.В	Отчет по практическим занятиям <i>ФОС ТК-1</i>
Тема 3.1. Типовые элементы металлического корпуса.	10	4		2	4	ПК-6.В ПК-7.3 ПК-7.В	Отчет по практическим занятиям
Тема 3.2. Корпус из полимерно-композиционного материала.	8	2		2	4	ПК-7.У ПК-7.В ПК-8.3 ПК-8.В	Отчет по практическим занятиям
Тема 3.3. Проектирование днищ и ТЗП корпуса.	18	6		4	8	ПК-9.В ПК-8.В ПК-10.У ПК-10.В	Отчет по практическим занятиям <i>ФОС ТК-2</i>

Тема 4.1. Проектирование контура сопла.	10	2		2	6	ПК-8.У ПК-9.У	Отчет по практическим занятиям	
Тема 4.2. Конструкция соплового блока.	10	4			6	ПК-6.В ПК-8.В	Отчет по практическим занятиям	
Экзамен	36				36		<i>ФОС ПА-1</i>	
Всего за семестр	108	24		12	72			
<i>Раздел 2. Системы управления вектором тяги, соединения и газогенераторы.</i>								
Тема 5.1. Схемы управления вектором тяги РДТТ.	16	2	4		10	ПК-8.3 ПК-8.В ПК-10.У		
Тема 5.2. Управление вектором тяги газодинамическими рулями и вдувом газа.	44	4	4	6	30	ПК-6.3 ПК-6.У ПК-8.В ПК-9.В	<i>ФОС ТК-3</i>	
Тема 6.1. Конструкция и проектирование фланцевого соединения.	24	2		2	20	ПК-6.В ПК-9.3 ПК-9.В	Отчет по практическим занятиям	
Тема 6.2. Конструкция и проектирование штифто-болтового соединения.	38	2	4	2	30	ПК-6.3 ПК-8.3 ПК-8.У ПК-8.В ПК-9.3	Отчет по практическим занятиям	
Тема 6.3. Конструкция и проектирование клинового соединения.	22	2		2	18	ПК-6.В ПК-8.В	<i>ФОС ТК-4</i>	
Тема 7.1. Конструкция и проектирование газогенераторов.	36	4	4	4	24	ПК-6.В ПК-9.У ПК-8.3	Отчет по практическим занятиям	
Экзамен	36				36		<i>ФОС ПА-2</i>	
Всего за семестр	216	16	16	16	168			
<i>Раздел 3. Прочность и устойчивость элементов ракетных двигателей твердого топлива</i>								
Тема 8.1. Системы и этапы разработки РДТТ.	14	2			12	ПК-6.3 ПК-8.3 ПК-10.3 ПК-10.У	Отчет по практике	25%

Тема 9.1. Конструкция и прочность заряда твердого топлива.	16	2		2	12	ПК-7.В ПК-8.В ПК-9.В	Отчет по практическим занятиям ФОС ТК-5	
Тема 10.1. Конструкция и прочность корпуса РДТТ.	20	2	4	2	12	ПК-6.3 ПК-7.3 ПК-7.В ПК-8.3 ПК-8.В	Отчет по лаб. работам и практическим занятиям	50%
Тема 10.2. Конструкция и прочность композитного корпуса.	22	2	4	4	12	ПК-6.3 ПК-7.В ПК-8.3 ПК-8.В	Отчет по лаб. работам и практическим занятиям	
Тема 11.1. Устойчивость корпуса РДТТ.	16	2		2	12	ПК-8.3 ПК-8.В ПК-9.У ПК-9.В	Отчет по практическим занятиям ФОС ТК-6	75%
Тема 11.2. Конструкция, прочность и устойчивость днищ корпусов.	20	2	4	2	12	ПК-8.3 ПК-9.У ПК-10.3 ПК-10.В	Отчет по лаб. работам и практическим занятиям	
Курсовой проект	72				72		Защита курсового проекта ФОС ПА-3	100%
Всего за семестр	180	12	12	12	144			
Общая трудоемкость (кол-во часов) зачетных единиц ЗЕ	432	52	28	40	312			
	12 ЗЕ	1,44 ЗЕ	0,78 ЗЕ	1,11 ЗЕ	8,66 ЗЕ			

Курсовое проектирование. Перечень компетенций, которые должны быть освоены в ходе самостоятельной работы по выполнению курсового проекта под руководством преподавателя кафедры или научного сотрудника одной из лабораторий: ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9. ПК-10.

Курсовой проект по твердотопливным двигателям является завершающей стадией в изучении специальных дисциплин. Проект выполняется студентом в 3 семестре под руководством преподавателей и научных сотрудников кафедры РДиЭУ.

Объем и содержание курсового проекта по РДТТ предполагает знания и навыки студента по естественнонаучным, обще-профессиональным и специальным дисциплинам. Студенту известны основополагающие учебно-методические и справочные источники, включая необходимые для конструирования государственные, межгосударственные и отраслевые стандарты.

При выполнении курсового проекта студент отвечает за обоснованность проектных и конструкторских решений, за качество выполняемых расчетов и оформление конструкторской документации, а также за выполнение проекта в срок.

Перечень рекомендуемых тем курсового проектирования.

Темы курсовых проектов, которые часто выдаются студентам для выполнения:

- Двигатель на твердом топливе для 1-й ступени летательного аппарата.
- Твердотопливный двигатель для 2-й ступени ЛА.
- Двигатель на твердом топливе для летающей мишени.
- Твердотопливная энергетическая установка для теплового воздействия на нефтеносный грунт.

Тематика курсовых проектов может включать различные двигатели на твердом топливе. Это маршевые двигатели, различные энергоустановки (газогенераторы, двигатели специального назначения и т.д.), ускорители, вспомогательные двигатели на твердом топливе.

Проект содержит графическую и текстовую документацию. В качестве графической части студент представляет разработанную конструкцию двигательной установки, поперечный разрез камеры двигателя в сборе, конструкторский вариант типового агрегата и рабочие чертежи двух нестандартных сопрягаемых между собой деталей, относящихся к камере двигателя или к типовому агрегату. Специальной частью проекта является агрегат из технических систем РДТТ, который проектируется по прототипу.

Общий объем графической части курсового проекта составляет 4-5 листов формата А1.

Текстовая документация курсового проекта представляется студентом в виде расчетно-пояснительной записки, содержащей задание на проект, необходимые расчеты и описание элементов конструкции и принципы работы двигательной установки. В пояснительную записку включаются необходимые схемы, графики, таблицы, спецификации на схемы и на сборочные чертежи. Записка оформляется на стандартных листах формата А4. Примерный объем пояснительной записки составляет 40-50 листов.

Консультации по курсовому проекту проводятся еженедельно по согласованию между студентом и руководителем в часы, свободные от аудиторных занятий. При выполнении курсового проекта студенту может быть рекомендована руководителем специальная литература, не входящая в нижеуказанный перечень.

Законченный курсовой проект, подписанный руководителем и студентом, представляется к защите в комиссии, которую утверждает заведующий кафедрой. Защита происходит по расписанию кафедры.

На самостоятельную работу студента над курсовым проектом по дисциплине «Конструкция и проектирование РДТТ» учебным планом отводится 72 часа.

Методическое обеспечение курсового проектирования

1. Кузьмин М.А., Лебедев Д.Л., Попов Б.Г. Прочность, жесткость, устойчивость элементов конструкции. Теория и практика. Расчеты на прочность элементов многослойных композитных конструкций / Под ред. В.Л. Данилова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 341с.
2. Ерохин Б.Т. Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ. М.: Машиностроение, 1991. – 560с.
3. Шишков А.А., Панин С.Д., Румянцев Б.В. Рабочие процессы в ракетных двигателях твердого топлива: Справочник. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
4. Термодинамические и теплофизические свойства твердых ракетных топлив и их продуктов сгорания./ Соколов Б.И. и др. Учебное пособие под ред. В.Е. Алемасова. Министерство обороны СССР. 1977. – 318с
5. Соколов Б.И., Черенков А.С. Смесевые твердые ракетные топлива / Под редакцией проф. В.Е. Алемасова. – Казань: КАИ, 1981. – 76 с.
6. Проектирование двигателей летательных аппаратов. Учебное пособие / В.М. Ермолаев, Абрамов Ю.Н., Магсумов Т.М. и др. – Казань: КАИ, 1972. – 206 с.

7. Белов В.П. Расчет параметров и характеристик ракетных двигателей. Практическое пособие. — Санкт-Петербург.: Балт. гос. техн. ун-т, 2013. — 47 с.
8. Тепловое проектирование элементов конструкции ракетных двигателей. Методические указания к выполнению домашнего задания. /Сост. Белов В.П. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т., 2010. — 38 с.
9. Белов, В.П. Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: учебное пособие для вузов. /СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. — 51 с.
10. Конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов: Метод. указания к курсовому проектированию / П.В. Семенихин, В.М. Ермолаев, А.И. Глазунов. Под ред. проф. А.Ф. Дрегаллина.- Казань: Изд-во КАИ, 1992.- 28 с.
11. Проектирование двигателей летательных аппаратов. Учебное пособие / В.М. Ермолаев, Абрамов Ю.Н., Магсумов Т.М. и др. – Казань: КАИ, 1972. – 206 с.
12. Семенихин П.В. выбор оптимальных параметров и расчет размеров и массы твердотопливного двигателя. – КАИ, 1988, учебное пособие, 1бс., *рук.*
13. Калинин В.В., Ковалев Ю.А., Липанов А.М. Нестационарные процессы и методы проектирования узлов РДТТ. М.: Машиностроение, 1986. – 21бс.
14. Управляемые энергетические установки на твердом топливе./ В.И. Петренко и др.- М.: Машиностроение, 2003. – 464с.
15. Воробей В.В., Маркин В.Б. Основы технологии и проектирование корпусов ракетных двигателей. Новосибирск. Изд.-во «Наука», 2003. – 164с.

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.

Таблица 9

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	Раздел №1		
2	Модули №1,2	ФОС ТК-1	Контроль индив. задания на лаб. и практ. занят.
3	Модуль №3	ФОС ТК-2	Контроль индив. задания на лаб. и практ. занят.
4	Аттестация 1	ФОС ПА-1	Тесты промежуточной аттестации
5	Раздел №2		
6	Модуль №5	ФОС ТК-3	Контроль индив. задания на лаб. и практ. занят.
7	Модуль №6	ФОС ТК-4	Контроль индив. задания на лаб. и практ. занят.
8	Аттестация 2	ФОС ПА-2	Тесты промежуточной аттестации
9	Раздел №3		
10	Модули №8,9	ФОС ТК-5	Контроль индив. задания на лаб. и практ. занят.
11	Модули №10,11	ФОС ТК-6	Контроль индив. задания на лаб. и практ. занят.
12		ФОС ПА-3	Защита курсового проекта

Примерные контрольные вопросы для самопроверки по теме 2.1. Твердые топлива:

1. Типы твердых топлив для заряда РДТТ.
2. Какие группы свойств характеризуют твердое топливо?
3. Основные элементы конструкции твердотопливного заряда.
4. Способы устройства топливного заряда в корпусе РДТТ.
5. Требования к твердотопливному заряду в корпусе двигателя.
6. Исходные данные для расчета на прочность заряда.
7. Варианты прочностных расчетных схем заряда.
8. Схема определения контактной прочности твердотопливного заряда.
9. Особенности физико-механических свойств твердотопливного заряда.
10. Схема расчета на прочность скрепленного заряда.
11. Сравнительная характеристика прочности баллистического и смесового топлива.
12. Краевые контактные зоны твердотопливного заряда.

3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

Таблица 10

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации(ФОСПА)

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1	Раздел 1	ФОС ПА-1	Тесты промежуточной аттестации
2	Раздел 2	ФОС ПА-2	Тесты промежуточной аттестации
3	Раздел 3	ФОС ПА-3	Защита КП

3.3 Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Промежуточная аттестация студентов (экзамен) проводится в письменной форме в специализированной аудитории №109 б, 7 учебное здание, где накануне проводится консультация.

3.4 Критерии оценки промежуточной аттестации

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

Таблица 11

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	Отлично
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Неудовлетворительно

Промежуточный контроль успеваемости по дисциплине «Конструкция и проектирование РДТТ» предполагает две аттестации, которые проводятся в конце 2-го и 3-го семестров. С учетом балльно-рейтинговой системы, реализуемой в АСУ «Деканат», возможен вариант показанный в таблице 12.

Аттестации по курсовой проекту проводятся на 12-ой и 18-ой неделях семестра.

Надо, дополнить, что по балльно-рейтинговой системе при аттестациях, когда третьей является экзамен существует возможность применить 10 дополнительных баллов. Эти баллы, по усмотрению преподавателя, могут

стимулировать студента к более высоким уровням освоения компетенций при аттестациях 1 и 2, либо на экзамене.

Дополнение к таблице 11 для проведения защиты курсового проекта (зачет с оценкой) можно сконструировать отдельную таблицу 12. При этом конструкторские документы (чертежи и пояснительная записка по курсовому проекту) выполнены и подписаны руководителем.

Таблица 12

Критерии оценок освоения компетенций при выполнении курсового проекта

Словесное выражение	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
Отлично	Освоен превосходный уровень всех составляющих компетенций ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10
Хорошо	Освоен продвинутый уровень всех составляющих компетенций ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10
Удовлетворительно	Освоен пороговый уровень всех составляющих компетенций ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10
Неудовлетворительно	Не освоен пороговый уровень всех составляющих компетенций ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10 курсового проекта (не выполнен курсовой проект в необходимом объеме)

Пользуясь правом преподавателя, более чем с сорокалетним стажем, хочу предостеречь от догматичного подхода к оценке самостоятельной работы студента над курсовым проектом по трем первым оценкам таблицы 12. Составляющие компетенций и сами компетенции, указанные в строках положительных оценок, у конкретного студента могут очень широко отличаться. Поэтому для снижения субъективизма защита студентом курсового проекта проходит в комиссии из трех преподавателей, где предпочтение в оценке работы и знаний студента надо отдавать руководителю курсового проекта.

Таблица 13

Критерии оценок промежуточной аттестации по курсовому проекту

I аттестация	II аттестация	Цифровое выражение	Выражение в баллах БРС:
Баллы 0..30	Баллы 0..70		
≥ 26	≥ 60	5	от 86 до 100
$20 \leq \text{бал.} < 26$	$51 \leq \text{бал.} < 60$	4	от 71 до 85
$15 \leq \text{бал.} < 20$	$36 \leq \text{бал.} < 51$	3	от 51 до 70
< 15	< 36	2	до 51

Критерии оценок освоения компетенций на экзамене

Словесное выражение	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
1	2
Отлично	Освоен превосходный уровень компетенций ПК-26, ПК-28, ПК-29, ПК-30, ПК-31 для модулей 1-9
Хорошо	Освоен продвинутый уровень компетенций ПК-26, ПК-28, ПК-29, ПК-30, ПК-31 для модулей 1-9
Удовлетворительно	Освоен пороговый уровень компетенций ПК-26, ПК-28, ПК-29, ПК-30, ПК-31 для модулей 1-9
Неудовлетворительно	Не освоен пороговый уровень компетенций ПК-26, ПК-28, ПК-29, ПК-30, ПК-31 для модулей 1-9 (не выполнен курсовой проект в необходимом объеме)

Необходимо отметить, что в том случае, когда студент не защищает курсовой проект во время зачетной недели (или до экзамена), то он не допускается к экзамену. Относительно таблицы 14 можно также повторить, что это описание требований к уровню и объему компетенций носит приблизительный характер.

Таблица 16

Критерии оценок успеваемости промежуточной аттестации (экзамена)

I аттестация	II аттестация	III аттестация	Цифровое выражение	Выражение в баллах БРС:
Баллы 0..20	Баллы 0..30	Баллы 0..50		
≥ 17	≥ 26	≥ 43	5	от 86 до 100
$14 \leq \text{бал.} < 17$	$21 \leq \text{бал.} < 26$	$35 \leq \text{бал.} < 43$	4	от 71 до 86
$10 \leq \text{бал.} < 14$	$15 \leq \text{бал.} < 21$	$26 \leq \text{бал.} < 36$	3	от 51 до 71
< 10	< 15	< 26	2	до 51

РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

4.1.1 Основная литература

1. Ерохин, Б.Т. Теория и проектирование ракетных двигателей. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 608 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/60037>
2. Твердотопливные регулируемые двигательные установки / Ю. С. Соломонов [и др.] ; под ред.: А. М. Липанова, Ю. С. Соломонова ; РАН. - М. : Машиностроение, 2011. - 416 с. - (Справочная библиотека разработчика-исследователя)

4.1.2 Дополнительная литература

3. Энергетика ракетных двигателей на твёрдом топливе / Ю.М. Милёхин, А.Н. Ключников, Г.В. Бурский, Г.С. Лавров – [Электронный ресурс] —М.: Наука, 2013. — 207 с.
4. Теория устройства ракетных двигателей. Учебное пособие. / Яскин А.В. — [Электронный ресурс] — Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2013. — 262 с.
5. Яскин А.В. Конструкция и отработка ракетных двигателей на твердом топливе. Учеб. пособие. —Бийск. Изд-во АГТУ им. И.И.Ползунова.2010.-200с.
6. Липанов А.М., Алиев А.В. Проектирование ракетных двигателей твёрдого топлива: Учебник для студентов вузов. — М.: Машиностроение, 1995. — 400 с.
7. Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь. /Под ред. акад. Б.П. Жукова Издание второе, исправленное. — М.: «Янус-К» 2000—596 с.
8. Основы проектирования твердотопливных управляемых баллистических ракет. В двух частях. Часть 1. Учебное пособие / Ю.М. Николаев, С.Д. Панин, Ю.С. Соломонов - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. - 104 с.
9. Основы проектирования твердотопливных управляемых баллистических ракет. В двух частях. Часть 2. Учебное пособие / Ю.М. Николаев, С.Д. Панин, Ю.С. Соломонов - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 140 с.
10. Калинин В.В., Ковалев Ю.А., Липанов А.М. Нестационарные процессы и методы проектирования узлов РДТТ. М.: Машиностроение, 1986. – 216с.
11. Управляемые энергетические установки на твердом топливе /В.И. Петренко и др М.: Машиностроение , 2003. – 464с.

12. Фахрутдинов И.Х., Котельников А.В. Конструкция и проектирование двигателей твердого топлива. М.: Машиностроение, 1987. – 328с.
13. Конструкция ракетных двигателей на твердом топливе / Лавров Л.Н. и др. Под общ. ред. чл.- корр. РАН Лаврова Л.Н. / М.: Машиностроение, 1993. – 215с.
14. Проектирование зенитных управляемых ракет. / Архангельский И.И. и др. /Под ред. Голубева И.С. и Светлова В.Г. Изд 2-е, перераб. и доп. М.: МАИ–2001-732 с.
15. Прочность ракетных конструкций. Учебное пособие / В.И. Массакровский и др. – М.: Высшая школа, 1990.-359 с.
16. Шишков А.А., Румянцев Б.В. Газогенераторы ракетных систем. М.: Машиностроение.- 1981. -152с.
17. Лизин В.Т. Проектирование тонкостенных конструкций: Учебное пособие для студентов вузов. [Электронный ресурс] / В.Т. Лизин, В.А. Пяткин. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2003. — 448 с.
18. Справочное пособие по расчету машиностроительных конструкций на прочность./ А.А. Лебедев, Б.И. Ковальчук, С.Э. Уманский и др.- Киев:Тэхника,1990.-240 с
19. Авдонин А.С. Прикладные методы расчета оболочек и тонкостенных конструкций. — М. : Машиностроение, 1969. — 402 с.
20. Погорелов В.И. Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций. Учебное пособие. — Изд. 2-е, испр. и доп. — СПб: Балт. гос. техн. ун-т., 2005. — 154 с.
21. Григолюк Э.И., Кабанов В.В. Устойчивость оболочек. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1978. - 360 с.
22. Елпатьевский А.Н., Васильев В.В. Прочность цилиндрических оболочек из армированных материалов. – М.: Машиностроение, 1972. - 168 с.

4.1.5. Фонд оценочных средств уровня освоения компетенций

Фонд оценочных средств уровня освоения компетенций по дисциплине «Конструкция и проектирование РДТТ» состоит:

- из фонда оценочных средств, предназначенных для текущего контроля во 2-ом и 3-ем семестрах , а также для самостоятельной работы студентов в период между аттестациями ФОС ТК-1,ФОС ТК-6;

- из фонда оценочных средств,предназначенных для аттестации курсового проекта;

- из фонда оценочных средств для проведения экзаменов во 2-м и 3-м семестрах ФОС ПА-1 и ФОС ПА-2 (экзаменационные билеты).

В качестве примера ниже приводятся некоторые контрольные вопросы для аттестации III.

КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ

Дисциплина Конструкция и проектирование РДТТ
(Направление 24.04.05)

Экзаменационный билет №7

1. Критерии прочности твердого топлива.
2. Основы проектирования газоведа и фильтра продуктов сгорания.
3. Конструкция фланцевого соединения днища с корпусом двигателя.

Утверждаю

Зав. кафедрой РДиЭУ _____

4.2. Информационное обеспечение.

4.2.1. Основное информационное обеспечение.

<http://frpc.secna.ru>

<http://www.iskra.perm.ru>

4.2.2. Дополнительное информационное обеспечение.

www.yuzhnoye.com

4.3. Кадровое обеспечение.

4.3.1. Базовое образование.

Базовое образование в предметной области «Двигатели ракетные на твердом топливе» с дипломом инженера-механика по ДЛА; магистра со специализацией «Проектирование ракетных двигательных установок твердого топлива»

4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей.

Наличие научных и методических работ по направлению подготовки двигателя ЛА и знание цикла предметов и владение современным уровнем информации о ДЛА на твердом топливе.

4.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей.

Чтение лекций – как минимум – старший преподаватель, практика – ассистент и т.д.

РАЗДЕЛ 5. ВНОСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ

5.1 Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)

Лист регистрации изменений

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					