

**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**

## **АННОТАЦИЯ**

**к рабочей программе**

**дисциплины**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТВЕРДОГО ТОПЛИВА**

Индекс по учебному плану **Б1.Б.32.01**

Специальность

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

Квалификация: **инженер**

Специализация №4 **«Проектирование ракетных двигателей твердого топлива»**

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

Разработана доцентом кафедры РДЭУ к.т.н. Глазуновым А.И.

Казань 2017

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

### **1.1 Цель преподавания учебной дисциплины (модуля).**

Целью изучения дисциплины «Проектирование ракетных двигательных установок твердого топлива» является:

- ознакомление студентов с концептуальными основами проектирования основных элементов конструкции ракетных двигателей твердого топлива, как современной отрасли науки об уникальных энергосистемах;
- формирование технического и технологического мировоззрения на основе знания особенностей сложных технических систем;
- приобретение навыков проектных работ.

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- общие методы проектирования, как составная часть основ конструирования;
- принципы оптимального проектирования сложных технических систем и подсистем;
- основные методы проектирования;
- современные достижения в области реактивных двигателей на твердом топливе.

### **1.2 Задачи учебной дисциплины (модуля).**

**Задачей** освоения программы дисциплины «Проектирование ракетных двигательных установок твердого топлива» является приобретение студентом компетенций соответствующих проектно-конструкторской деятельности выпускника:

- изучение основ конструирования, знакомство с конструкцией различных энергоустановок на твердом топливе;
- формирование представлений о функционировании систем и подсистем сложных устройств;
- изучение взаимосвязей между отдельными системами и элементами конструкции;
- знание нормативных документов (норм, государственных и отраслевых стандартов).

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

Дисциплина «Проектирование ракетных двигательных установок твердого топлива» входит в учебный план, как одна из профилирующих в специализации №4 «Проектирование ракетных двигательных установок на твердом топливе» Б.1.Б.32.01 основной образовательной программы подготовки по направлению 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

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

Таблица № 1

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:					
	в ЗЕ	в час	8		9		10	
			в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	13	468	3	108	7	252	3	108
<i>Аудиторные занятия</i>	4,5	162	1,5	54	2,5	90	0,5	18
Лекции	1,5	54	0,5	18	1	36		
Лабораторные работы	1	36	0,5	18	0,5	18		
Практические занятия	2	72	0,5	18	1	36	0,5	18
<i>Самостоятельная работа студента</i>	8,5	306	1,5	54	4,5	162	2,5	90
Проработка учебного материала	4,5	162	0,5	18	3,5	126	0,5	18
Курсовой проект	2	72					2	72
Курсовая работа								
Подготовка к промежуточной аттестации	2	72	1	36	1	36		
Промежуточная аттестация:			экзамен		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
<b>ОПК-2</b> Способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, осознанием опасности и угроз, возникающих в этом процессе, соблюдением основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны			
<b>Знать</b> сущность и значение информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.	<b>Знать</b> сущность и значение информационной безопасности во время проектной, исследовательской и конструкторской проработки документов на технические решения по узлу или агрегату авиационной, или ракетно-космической техники.	<b>Знать:</b> - сущность и значение информационной безопасности во время проектной, исследовательской и конструкторской проработки документов на технические решения по узлу или агрегату авиационной, или ракетно-космической техники; - возможные каналы утечек информации при разработке конструкторской документации и документооборота, в том числе методы защиты государственной тайны.	<b>Знать:</b> - сущность и значение информационной безопасности во время проектной, исследовательской и конструкторской проработки документов на технические решения по узлу или агрегату авиационной, или ракетно-космической техники; - возможные каналы утечек информации при разработке конструкторской документации и документооборота, в том числе методы защиты государственной тайны; - методы, средства и комплекс мероприятий по защите от угроз информации, касающейся проектных и конструкторских работ, в том числе и сохранение государственной тайны.
<b>Уметь</b> осознать угрозу информационной безопасности в производственной деятельности.	<b>Уметь</b> осознать угрозу информационной безопасности в производственной деятельности, в документообороте в условиях испытаний и производства авиационной и ракетно-космической техники.	<b>Уметь:</b> - осознать угрозу информационной безопасности в производственной деятельности, в документообороте в условиях испытаний и производства авиационной и ракетно-космической техники; - оценить уровень информационной безопасности при проектировании, сопровождении в процессе производства и испытания деталей, узлов и агрегатов авиационной и ракетно-космической техники.	<b>Уметь:</b> - осознать угрозу информационной безопасности в производственной деятельности, в документообороте в условиях испытаний и производства авиационной и ракетно-космической техники; - оценить уровень информационной безопасности при проектировании, сопровождении в процессе производства и испытания деталей, узлов и агрегатов авиационной и ракетно-космической техники; - установить достаточный уровень защищенности, сохранности обеспеченности средствами защиты.

<p><b>Владеть</b> информацией по защите от угроз в процессе конструкторской и технологической разработок, в том числе по защите государственной тайны.</p>	<p><b>Владеть</b> методами и средствами сохранности и защиты информации при создании конструкторской документации.</p>	<p><b>Владеть:</b> - информацией по защите от угроз и опасностей методами и средствами, отвечающих требованиям информационной безопасности; -владеть методами оценки уровня информационной безопасности при проектировании, сопровождении в процессе производства и испытания деталей, узлов и агрегатов авиационной и ракетно-космической техники.</p>	<p><b>Владеть:</b> - информацией о возможных каналах утечки информации при разработке конструкторской документации и документооборота, в том числе методы защиты государственной тайны; - методами, средствами и комплексом мероприятий по защите от угроз информации, касающейся проектных и конструкторских работ, в том числе и сохранение государственной тайны</p>
--	--	---	---

**ПСК-4.1** Способность осуществлять технический контроль и управление качеством при производстве деталей и агрегатов ракетных двигателей на основе отраслевых нормативных документов качества.

<p><b>Знать</b> виды технического контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов ракетных двигателей на основе отраслевых нормативных документов качества.</p>	<p>Знать основные виды контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов РД. Знать нормативные документы по качеству.</p>	<p>Знать основные виды контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов РД. Знать нормативные документы по качеству; Знать технические средства, применяемые при контроле на производстве, правильно применять нормативные документы по качеству.</p>	<p>Знать основные виды контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов РД. Знать нормативные документы по качеству. Знать технические средства, применяемые при контроле на производстве, правильно применять нормативные документы по качеству. Знать современные и перспективные виды технического контроля и способов управления качеством при производстве деталей и агрегатов РД, с широким применением нормативных документов по качеству производства.</p>
<p><b>Уметь</b> применять технический контроль и управление качеством при производстве деталей и агрегатов ракетных двигателей на основе отраслевых нормативных документов качества.</p>	<p>Уметь выполнять элементарный контроль качества при производстве деталей РД, с применением отраслевых норм качества.</p>	<p>Уметь выполнять элементарный контроль качества при производстве деталей РД, с применением отраслевых норм качества. Уметь выполнять технический контроль изготовленных деталей и собранные агрегаты РД. Уметь правильно использовать отраслевое нормирование по качеству.</p>	<p>Уметь выполнять элементарный контроль качества при производстве деталей РД, с применением отраслевых норм качества. Уметь выполнять технический контроль изготовленных деталей и собранные агрегаты РД. Уметь правильно использовать отраслевое нормирование по качеству. Уметь правильно выбирать способы технического контроля и методы управления качеством при производстве отдельных деталей и агрегатов</p>

			РД. Уметь на практике правильно применять нормы отраслевых стандартов качества.
<b>Владеть</b> навыками применения технического контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов ракетных двигателей на основе отраслевых нормативных документов качества.	Владеть навыками поиска и хранения информацией по видам и средствам контроля качества на основе отраслевых норм.	Владеть навыками поиска и хранения информацией по видам и средствам контроля качества на основе отраслевых норм. Владеть средствами контроля на уровне хорошей информированности о качестве производства деталей и узлов РД; владеть нормами оценки качества.	Владеть навыками поиска и хранения информацией по видам и средствам контроля качества на основе отраслевых норм. Владеть средствами контроля на уровне хорошей информированности о качестве производства деталей и узлов РД; владеть нормами оценки качества. Владеть средствами поиска, хранения и способами применения межотраслевых норм качества и управления качеством производства деталей и агрегатов РД.

**ПСК-4.2** Способность разрабатывать конструкторские и организационные мероприятия по минимизации воздействия ракетных двигателей на биосферу Земли в процессе всего жизненного цикла.

<b>Знать</b> современное состояние и тенденции развития исследований в области улучшения экологических показателей РДТТ.	Знать некоторые перспективные направления улучшения экологических показателей РДТТ.	Знать цель и последовательность исследований улучшения экологических показателей РДТТ.	Знать комплексную программу расчетно-теоретических и экспериментальных исследований улучшения экологических показателей РДТТ.
<b>Уметь</b> выполнять анализ физических и математических моделей определения экологических показателей РДТТ.	Уметь объяснить физическую модель.	Уметь объяснить физико-математическую модель.	Уметь дать полный анализ физико-математической модели и предложить пути её модификации.
<b>Владеть</b> методами решения задач нахождения экологических показателей в теории рабочих процессов РДТТ..	Владеть методиками определения качественного уровня экологических показателей.	Владеть способами применять инженерные подходы для сопоставления экологических показателей.	Владеть навыками работы под современные подходы для сопоставления экологических показателей.

**ПСК-4.3** способностью обеспечивать выполнение международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия

<b>Знать</b> международные обязательства по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия	Знать международные обязательства по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия	Знать международные обязательства по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия, основные параметры и такого вида оружия	Знать международные обязательства по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия, его классификацию, основные параметры и поражающие факторы, способы воздействия на
--	---	--	---

			ограничение и контроль
<b>Уметь</b> обеспечивать выполнение международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия	Уметь обеспечивать выполнение международных обязательств по контролю за нераспространением	Уметь прогнозировать поражающие факторы, классифицировать ракетно-ядерное оружие, составлять и применять факторы, способствующие нераспространению такого оружия	Уметь составлять и применять факторы, способствующие нераспространению ракетно-ядерного оружия, классифицировать такое оружие и прогнозировать последствия применения ракетно-ядерного оружия
<b>Владеть</b> методами и средствами по обеспечению международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия	Владеть элементарными навыками составлять условия выполнения международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия	Владеть навыками поиска и хранения информации по обеспечению выполнения международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия	Владеть навыками работы с условиями и средствами обеспечения выполнения международных обязательств по контролю за нераспространением ракетно-ядерного оружия

**ПСК-4.5** Способность участвовать в подготовке и утилизации ракетных двигателей твердого топлива.

<b>Знать</b> основные способы утилизации РДТТ, зарядов и продуктов сгорания РДТТ.	Знать существующие способы утилизации.	Знать перспективные способы утилизации.	Знать эффективность того или иного способа утилизации.
<b>Уметь</b> применять теоретические и практические знания в области РДТТ для реализации способа утилизации.	Уметь аргументировано и грамотно излагать цели и задачи разрабатываемых методик проведения испытаний.	Уметь аргументировано и грамотно излагать цели и задачи современных исследований, разрабатываемой методики проведения экспериментов, обработки и анализа результатов исследований.	Уметь аргументировано и грамотно излагать существо разрабатываемой методики и организации проведения эксперимента, методику обработки и анализа результатов испытаний.
<b>Владеть</b> навыками осуществления поиска информации о способах утилизации РДТТ, зарядов ТТ и продуктов сгорания.	Владеть навыками проводить поиск возможных способов проведения утилизации.	Владеть навыками проводить поиск возможных способов утилизации при заданных условиях.	Владеть навыками критического анализа получаемой информации.

**ПСК-4.7** Способность выполнять термо-прочностные расчеты и осуществлять конструирование деталей, узлов и элементов ракетных двигателей.

<b>Знать</b> теоретические основы термо-прочностных расчетов, физические и математические модели, современные методы расчета температурных полей.	Знать теоретические основы термо-прочностных расчетов.	Знать теоретические основы физических и математических моделей для термо-прочностных расчетов.	Знать границы применимости физических и математических моделей для выполнения термо-прочностных расчетов.
<b>Уметь</b> применять теоретические знания для проведения термо-прочностных расчетов элементов конструкции РДТТ.	Уметь выполнять простейшие инженерные расчеты.	Уметь выполнять комплексные инженерные расчеты.	Уметь выполнять комплексные инженерные расчеты, проводить анализ результатов.

<p><b>Владеть</b> навыками термопрочностных расчетов для проектирования тепловой защиты РДТТ.</p>	<p>Владеть способностью ставить цели и задачи термопрочностных расчетов, проводить поиск справочной информации для термопрочностных расчетов.</p>	<p>Владеть способностью выбрать целесообразный метод расчета и проводить поиск информации по физическим и математическим моделям для термопрочностных расчетов.</p>	<p>Владеть способностью проводить расчеты и критически оценивать возможность практического использования физических и математических моделей для термопрочностных расчетов.</p>
---	---	---	---

Компетенции, получаемые студентами при изучении дисциплины Б.1.Б.32.01. «Проектирование ракетных двигательных установок твердого топлива», могут быть использованы при выполнении научно-исследовательской работы.

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

### 2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование ракетных двигательных установок твердого топлива» составляет 12 З.Е. (ФГОС-3+); 9 З.Е. без текущей и промежуточной аттестации, т.е. 324 часа, аудиторных занятий 144 часа, из них лекций 54 часа, лабораторных работ – 18 часов, практических занятий - 72 часов.

Объем часов учебной работы по формам обучения, по видам занятий и по самостоятельной работе студента представлен в таблице в соответствии с учебным рабочим планом:

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 компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>Раздел 1. Проектирование корпуса РДТТ</i>							
1. <b>Модуль №1. Методология проектирования двигателей на твердом топливе.</b>	12	4	2	2	6		Собеседование
Тема 1.1. Введение. Классификация РД.	4	2			2	ПСК-4.1-3 ПСК-4.2-3 ПСК-4.3-3 ОПК-2-3	Собеседование
Тема 1.2. Схемы, компоновка РД в летательных аппаратах.	8	2	2	2	4	ПСК-4.1-3 ПСК-4.1-у ПСК-4.1-в ПСК-4.2-3 ПСК-4.3-3 ПСК-4.5-3 ОПК-2-3 ОПК-2-у ОПК-2-в	Отчёт по практической работе №1

2.	<b>Модуль №2. Проектирование и конструкция твердотопливного заряда.</b>	24	6	8	6	12		ФОС ТК-1
	Тема 2.1 Характеристики топливных зарядов. Конструкция вкладного заряда.	8	2		2	4	ПСК-4.1-з ПСК-4.1-у ПСК-4.1-в ПСК-4.2-у ПСК-4.2-в ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в ПСК-4.2-з	Отчёт по практической работе
	Тема 2.2 Формы топливных зарядов. Конструкция скрепленного заряда с корпусом.	8	2	4	2	4	ПСК-4.2-з ПСК-4.7-з ПСК-4.2-у ПСК-4.2-в ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчёт по практической работе
	Тема 2.3 Проектирование и конструкция контактных элементов топливного заряда и корпуса.	8	2	4	2	4	ПСК-4.2-з ПСК-4.2-у ПСК-4.2-в ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчёт по практической работе и по лаб. работам
3.	<b>Модуль №3. Конструкция и проектирование корпуса твердотопливных двигателей.</b>	36	8	8	10	18		ФОС ТК-2, 12-ая неделя
	Тема 3.1 Схемы и типовые элементы металлического корпуса.	8	2	2	2	4	ПСК-4.2-з ПСК-4.2-у ПСК-4.2-в ПСК-4.5-в ПСК-4.7-в	Отчёты по практическим занятиям
	Тема 3.2 Проектирование узлов стыковки, транспортировки и установки датчиков.	8	2		2	4	ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчёты по практическим занятиям
	Тема 3.3 Корпус из полимерно-композиционного материала.	8	2	2	2	4	ПСК-4.2-з ПСК-4.2-у ПСК-4.2-в ПСК-4.5-з	Контроль отчетов по лабор работам и практическим занятиям.
	Тема 3.4 Проектирование днищ и ТЗП.	12	2	4	4	6	ПСК-4.2-з ПСК-4.2-у ПСК-4.5-з ПСК-4.5-в ПСК-4.7-з	Контроль лабораторных отчетов и практических занятий.
	<b>Экзамен</b>	36				<b>36</b>		ФОС ПА-1 Экзаменационные билеты
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>		

*Раздел 2. Проектирование сопловых блоков и технических систем.*

4.	<b>Модуль №4. Конструкция и проектирование соплового блока.</b>	48	8	4	8	28		
	Тема 4.1 Назначение, классификация, схемы	10	2		2	6	ПСК-4.3-з ПСК-4.7-з	Отчёт по практике
	Тема 4.2 Проектирование контура сопла.	10	2		2	6	ПСК-4.2-в ПСК-4.5-з ПСК-4.7-в	Отчёт по практике
	Тема 4.3 Теплообмен и проектирование ТЗП сопла.	12	2		2	8	ПСК-4.2-з ПСК-4.5-з ПСК-4.7-з	Отчёт по практике
	Тема 4.4 Конструкция, геометрия и материалы элементов сопла.	16	2	4	2	8	ПСК-4.2-з ПСК-4.2-у ПСК-4.2-в ПСК-4.5-з ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям
5.	<b>Модуль №5. Система управления вектором тяги двигателя.</b>	48	8	4	8	28		ФОС ТК-3
	Тема 5.1 Схемы управления вектором тяги РДТТ.	10	2		2	6	ПСК-4.5-з ПСК-4.5-у ПСК-4.5-в	Отчет по практическим занятиям.
	Тема 5.2 Управление вектором тяги газодинамическими рулями.	10	2		2	6	ПСК-4.2-з ПСК-4.2-у ПСК-4.2-в ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Контроль индивидуальных заданий.
	Тема 5.3 Управление дефлекторами, интерцепторами и вдувом.	12	2		2	8	ПСК-4.3-з ПСК-4.3-у ПСК-4.3-в ПСК-4.5-з ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у	Контроль практических занятий.
	Тема 5.4 Конструкция газопроводов, клапанов и фильтров.	16	2	4	2	8	ПСК-4.5-з ПСК-4.5-у ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Контроль лабораторных работ и практических занятий.
6.	<b>Модуль 6. Соединения элементов конструкции РДТТ.</b>	50	8	4	8	30		
	Тема 6.1 Проектирование фланцевого соединения.	10	2		2	6	ПСК-4.5-з ПСК-4.7-з	Контроль практических занятий.
	Тема 6.2 Конструкция и проектирование резьбового соединения	12	2		2	8	ПСК-4.2-з ПСК-4.6-з ПСК-4.7-з	Отчет по индивидуальным заданиям практи-

							ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	ческих занятий.
	Тема 6.3 Конструкция и проектирование штифтоболтового соединения.	16	2	4	2	8	ПСК-4.1-у ПСК-4.1-в ПСК-4.6-3 ПСК-4.6-у ПСК-4.6-в ПСК-4.7-3 ПСК-4.7-у	Контроль лабораторных работ и практических занятий.
	Тема 6.4 Конструкция и проектирование клинового соединения.	12	2		2	8	ПСК-4.7-3 ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	ФОС ТК-4
7.	<b>Модуль 7. Двигатели специального назначения.</b>	24	4	2	4	14		
	Тема 7.1 Классификация, устройство и параметры ДСН.	14	2	2	2	8	ПСК-4.1-3 ПСК-4.2-3 ПСК-4.5-3 ПСК-4.7-3 ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Контроль индивидуального задания и отчета по практическим занятиям.
	Тема 7.2 Проектирование ДСН.	10	2		2	6	ПСК-4.2-у ПСК-4.2-в ПСК-4.5-3 ПСК-4.6-3 ПСК-4.6-у ПСК-4.7-у	Контроль лабораторных работ и практических занятий.
8.	<b>Модуль 8. Газогенераторы (ГГ) твердого топлива.</b>	26	4	4	4	14		
	Тема 8.1 Классификация. Типовые и специальные ГГ.	10	2		2	6	ПСК-4.2-3 ПСК-4.5-3 ПСК-4.7-3 ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Контроль практических занятий.
	Тема 8.2 Конструкция и проектирование газогенераторов твердого топлива.	16	2	4	2	8	ПСК-4.1-3 ПСК-4.1-у	Контроль лабораторных работ и индивидуальных заданий.
9.	<b>Модуль 9. Технические системы РДТТ.</b>	20	4		4	12		
	Тема 9.1 Системы запуска и останова. Система измерения.	10	2		2	6	ПСК-4.2-3 ПСК-4.5-3 ПСК-4.5-у ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Контроль практических занятий.
	Тема 9.2 Проектирование элементов систем управления РДТТ.	10	2		2	6	ПСК-4.1-3 ПСК-4.1-у ПСК-4.5-3 ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчет по практическим занятиям.
	<b>Экзамен</b>	36				<b>36</b>		ФОС ПА-2 Экзаменационные билеты

	<b>Всего за семестр</b>	<b>252</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>162</b>		
--	-------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	------------	--	--

<i>Раздел 3. Прочность и устойчивость элементов ракетных двигательных установок твердого топлива</i>									
10.	<b>Модуль 10. Прочность заряда твердого топлива.</b>	20			4	4/16			% выполнения КП
	Тема 10.1 Прочность заряда баллистического топлива.	10			2	2/8	ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчет по практическим занятиям	
	Тема 10.2 Прочность заряда смесевоего топлива.	10			2	2/8	ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчет по практическим занятиям	
11.	<b>Модуль 11. Прочность корпуса РДТТ.</b>	30			6	6/24			
	Тема 11.1. Прочность металлического корпуса двигателя.	10			2	2/8	ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчет по практике.	
	Тема 11.2 Прочность корпуса из ПКМ.	10			2	2/8	ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчет по практике.	25%
	Тема 11.3 Устойчивость корпуса РДТТ при внутреннем нагружении.	10			2	2/8	ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчет по практике.	
12.	<b>Модуль 12. Прочность днищ корпусов РДТТ.</b>	20			4	4/16			
	Тема 12.1 Прочность пластикового днища (шар-баллона).	10			2	2/8	ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчет по практике.	
	Тема 12.2 Прочность днищ из конструкционного сплава.	10			2	2/8	ПСК-4.6-з ПСК-4.6-у ПСК-4.6-в ПСК-4.7-з	Отчет по практике.	50%
13.	<b>Модуль 13. Устойчивость днищ РДТТ.</b>	20			4	4/16			
	Тема 13.1 Устойчивость сферического днища.	10			2	2/8	ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчет по практическим занятиям	75%
	Тема 13.2 Устойчивость эллиптического днища.	10			2	2/8	ПСК-4.7-з ПСК-4.7-у ПСК-4.7-в	Отчет по практическим занятиям	
	<b>Курсовой проект</b>	18				18/72		Защита курсового проекта. ФОСПА-3	100%
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108</b>			<b>18</b>	<b>18/72</b>			

<b>Общая трудоемкость (кол-во часов) зачетных единиц ЗЕ</b>	<b>(468)</b> 13 ЗЕ	<b>(54)</b> 1,5 ЗЕ	<b>(36)</b> 1 ЗЕ	<b>(72)</b> 2 ЗЕ	<b>(306)</b> 8,5 ЗЕ		
---	--------------------------	--------------------------	------------------------	------------------------	---------------------------	--	--

\* 2/8 - Количество часов самостоятельной работы студента/количество часов самостоятельной работы студента по курсовому проекту.

### 2.3. Лабораторные работы, практические занятия и курсовое проектирование

**Лабораторные работы** проводятся на пятом курсе в 9-м семестре. Количество и наименование лабораторных работ представлено в таблице № 5.

Таблица № 5

#### Лабораторный практикум

№ п/п	Номер темы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (в час)
1	4.4	Спецтема. Сопбл.	4
2	5.4	Спецтема. УВТ.	4
3	6.3	Конструкция и уплотнения разъемных соединений элементов двигателя (штифтоболтовое соединение)	2
4	7.1	Спецтема. ДСН.	4
5	8.2	Спецтема ГГ.	4

Лабораторные занятия проводятся в специализированных аудиториях-боксах. На лабораторных занятиях используются плакаты и специальные учебные пособия. Контроль выполнения работ проводится на каждом занятии путем собеседования и индивидуального опроса.

Литература к лабораторным работам:

#### 1. Спецлитература.

**Практические занятия** по дисциплине «Проектирование ракетных двигательных установок твердого топлива» проходят в восьмом, девятом и десятом семестрах. Номера тем, наименование практических занятий и трудоемкость в часах указаны в таблицах №№ 6, 7 и 8.

Практические занятия по разделу № 1 проводятся в восьмом семестре.

Таблица № 6

№п/п	№ темы	Наименование практических занятий по разделу № 1	Трудоемкость (час)
1.	1.2.	Схема и компоновка РДТТ с летательным аппаратом. Выбор и обоснование твердого топлива.	2

2.	2.1.	Геометрия заряда. Конструкция вкладного заряда.	2
3.	2.2.	Конструкция заряда скрепленного с корпусом. Расчет поверхности горения заряда.	2
4.	2.3.	Проектирование контактных элементов корпуса и топливного заряда.	2
5.	3.1.	Схемы и типовые элементы металлического корпуса.	2
6.	3.2.	Проектирование узлов стыковки и установки датчиков.	2
7.	3.3.	Проектирование корпуса из полимерно-композиционного материала.	2
8.	3.4.	Проектирование днищ из конструкционного материала.	2
9.	3.4.	Проектирование теплозащитных покрытий.	2

Практические занятия по разделу № 2 дисциплины «Проектирование ракетных двигательных установок твердого топлива» выполняются в девятом семестре.

Таблица № 7

№п/п	№ темы	Наименование практических занятий по разделу № 2	Трудоемкость (час)
1.	4.1.	Назначение, классификация и конструкционные схемы сопловых блоков.	2
2.	4.2.	Проектирование газодинамического контура сопла РДТТ.	2
3.	4.3.	Расчетная схема определения теплового потока в контуре сопла.	2
4.	4.3.	Проектирование теплозащитного покрытия сопла.	2
5.	5.1.	Сравнительный анализ схем управления вектором тяги РДТТ.	2
6.	5.2.	Проектирование УВТ газодинамическими рулями.	2
7.	5.3.	Проектирование УВТ дефлекторами, инжерцепторами.	2
8.	5.3.	Проектирование УВТ вдувом вторичного рабочего тела.	2
	5.4.	Схема клапана вдува.	
9.	6.1.	Проектирование фланцевого соединения.	2
10.	6.2.	Проектирование резьбового соединения.	2
11.	6.3.	Проектирование штифто-болтового соединения.	2
12.	6.4.	Проектирование клинового (шпоночного) соединения.	2
13.	7.1.	Устройство и параметры ДСН.	2
14.	7.2.	Проектирование двигателей специального назначения ДСН.	2
15.	8.1.	Выбор твердого топлива для газогенератора.	2
16.	8.2.	Проектирование газогенератора твердого топлива.	2
17.	9.1.	Проектирование воспламенителя РДТТ.	2
18.	9.2.	Проектирование узла отсечки двигателя.	2

Практические занятия по разделу № 3 «Прочность и устойчивость элементов ракетных двигательных установок твёрдого топлива (11 семестр) выполняются параллельно с самостоятельной работой студента над курсовым проектом

Таблица № 8

№п/п	№ темы	Наименование практических занятий по разделу № 3	Трудоемкость (час)
1	11.1.	Прочность заряда баллиститного топлива (вкладной заряд).	2
2	11.2.	Прочность заряда смесового топлива (скрепленный с корпусом заряд).	2
3	11.1.	Прочность металлического корпуса двигателя.	2
4	11.2.	Прочность корпуса двигателя из ПКМ.	2
5	11.3.	Устойчивость корпуса РДТТ от внутреннего давления.	2
6	12.1.	Прочность пластикового днища (шар-баллона).	2
7	12.2.	Прочность днищ из конструкционных сплавов.	2
8	13.1.	Устойчивость сферических днищ РДТТ.	2
9	13.2.	Устойчивость эллиптического днища.	2

Литература к практическим занятиям 8, 9 и 11 семестров:

1. Прочность материалов и элементов конструкций в экстремальных условиях. В 2-х томах. Под ред. Г.С. Пономаренко. Т.2. Киев: «Наук. Думка».1980. – 771с.
2. Прочность материалов и элементов конструкций в экстремальных условиях. В 2-х томах. Под ред. Г.С. Писаренко. Т.1. Киев: «Наук. Думка».1980. – 535с.
3. Основы конструирования и расчет химической аппаратуры. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. М.: Машиностроение. 1970. – 752с.
4. Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций. Учеб. Пособие для студентов ВУЗов. – 3-е изд., переработанное и дополненное. М.: Машиностроение. 1994. – 384с.
5. Елпатьевский А.Н., Васильев В.В. Прочность цилиндрических оболочек из армированных материалов. – М.: Машиностроение. 1972. – 168с.
6. Расчет термонапряженных конструкций из композиционных материалов / В.В. Воробей, Е.В. Морозов, О.В. Татарников. М.: Машиностроение. 1992. – 240с.
7. Погорелов В.И. Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций. Учеб. Пособие. Изд. 2-е, исправленное и дополненное. В.И. Погорелов. Балт. Гос. Техн. Ун-т. – СПб., 2005. – 154с.

8. Николаев Ю.Л. Основы проектирования твердотопливных управляемых баллистических ракет. Часть II. Учебн. Пос. / Николаев Ю.Л. и др. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2000. – 140с.

9. Конструкция ракетных двигателей на твердом топливе / Лавров Л.Н. и др. Под общ. ред. член-корр. РАН Лаврова Л.Н. / М.: Машиностроение. 1993. – 215с.

10. Справочное пособие по расчету машиностроительных конструкций / А.А. Лебедев, Б.И. Ковальчук, С.Э. Уманский и др. Киев: Тэхника. 1990. – 240с.

11. Фахрутдинов И.Х., Котельников А.В. Конструкция и проектирование двигателей твердого топлива. М: Машиностроение. 1987. – 328с.

**Курсовое проектирование** проводится на пятом курсе в 9-м семестре.

Перечень компетенций, которые должны быть освоены в ходе самостоятельной работы по выполнению курсового проекта под руководством преподавателя кафедры или научного сотрудника одной из лабораторий: ПСК-4.2.3, ПСК-4.2.У, ПСК-4.3.3, ПСК-4.5.3, ПСК-4.5.В, ПСК-4.7.3, ПСК-4.7.У, ПСК-4.7.В.

Курсовой проект по твердотопливным двигателям является завершающей стадией в изучении специальных дисциплин. Проект выполняется студентом в 10 семестре под руководством преподавателей или научных сотрудников кафедры РДиЭУ.

Объем и содержание курсового проекта по РДТТ предполагает знания и навыки студента по естественнонаучным, общепрофессиональным и специальным дисциплинам. Студенту известны основополагающие учебно-методические и справочные источники литературы, 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:

- Проектирование двигателя на твердом топливе для 1-й ступени летательного аппарата.
- Проектирование твердотопливного двигателя для 2-й ступени ЛА.

- Проектирование двигателя на твердом топливе для летающей мишени.
- Проектирование твердотопливной энергетической установки для теплового воздействия на нефтеносный грунт.

Тематика курсовых проектов включает различные двигатели на твердом топливе. Это маршевые двигатели, различные энергоустановки, двигатели специального назначения, ускорители, вспомогательные двигатели на твердом топливе, стартовые двигатели твердого топлива, РДТТ для летающих мишеней, самолетные ускорители многократного применения, газогенераторы.

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. Проектные расчеты прочности основных силовых элементов конструкции двигателя и агрегата по специальной части курсового проекта. 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 «Проектирование ракетных двигательных установок на твердом топливе» учебным планом отводится 72 часа.

### Литература к курсовому проектированию:

1. Ермолаев В.М. Расчет и проектирование камер ДЛА : учебное пособие / В.М. Ермолаев.- Казань: Изд-во КАИ, 1983.- 67
2. 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. Дрегалина.- Казань: Изд-во КАИ, 1992.- 28 с.
3. Проектирование двигателей летательных аппаратов. Учебное пособие / В.М. Ермолаев, Абрамов Ю.Н., Магсумов Т.М. и др. – Казань: КАИ, 1972. – 206 с.
4. Семенихин П.В. выбор оптимальных параметров и расчет размеров и массы твердотопливного двигателя. – КАИ, 1988, учебное пособие, 16с., рук.
5. Соколов Б.И., Черенков А.С. Смесевые твердые ракетные топлива / Под редакцией проф. В.Е. Алемасова. – Казань: КАИ, 1981. – 76 с.
6. Соколов Б.И. Черенков А.С. Газогенераторные твердые топлива. Учебн. пособие. Казань, КАИ. 1980.-82с.
7. Калинин В.В., Ковалев Ю.А., Липанов А.М. Нестационарные процессы и методы проектирования узлов РДТТ. М.: Машиностроение, 1986. – 216с.
8. Основы проектирования твердотопливных управляемых баллистических ракет. Часть II. Учебное пособие / Николаев Ю.Л., Панин С.Д., Соломонов Ю.С., Сычев М.П. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 140с.
9. Конструкция ракетных двигателей на твердом топливе / Лавров Л.Н. и др. Под общ. ред. чл.-корр. РАН Лаврова Л.Н. / М.: Машиностроение, 1993. – 215с.
10. Управляемые энергетические установки на твердом топливе / В.И. Петренко и др М.: Машиностроение , 2003. – 464с.
11. Фахрутдинов И.Х., Котельников А.В. Конструкция и проектирование двигателей твердого топлива. М.: Машиностроение, 1987. – 328с.
12. Ерохин Б.Т. Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ. М.: Машиностроение, 1991.-560с.

13. Воробей В.В., Маркин В.Б. Основы технологии и проектирование корпусов ракетных двигателей. Новосибирск. Изд.-во «Наука», 2003. – 164с.
14. 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
15. Яскин А.В. Конструкция и отработка ракетных двигателей на твердом топливе. Учеб.пособие. Бийск. Изд-во АГТУ им. И.И.Ползунова.2010.- 200с.
16. Шишков А.А.,РумянцевБ.В. Газогенераторы ракетных систем. М.: Машиностроение. - 152с.
17. Губертов А.М., Миронов В.В., Борисов Д.М. и др. Газодинамические и теплофизические процессы в ракетных двигателях твердого топлива. Под ред. А.С. Коротева. М.: Машиностроение. 2004. – 512с.

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

#### 3.1 Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств текущего контроля

№п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1.	Модуль № 1, 2	ФОС ТК-1	Контроль инд. задания на практ. занят.
2.	Модуль № 3	ФОС ТК-2	Контроль инд. задания на практ. занят.
	<b>Аттестация 1</b>	ФОС ПА-1	Тесты промежуточного контроля. Экзамен.
3.	Модуль № 4, 5	ФОС ТК-3	Контроль инд. задания на лаб. и практ. занят.
4.	Модуль № 6, 7	ФОС ТК-4	Контроль инд. задания на лаб. и практ. занят.
5.	Модуль № 8, 9		Контроль инд. задания на лаб. и практ. занят.
	<b>Аттестация 2</b>	ФОС ПА-2	Тесты промежуточного контроля. Экзамен.
6.	Модуль № 10	ФОС ТК-5	Контроль инд. задания и курсового проектирования
7.	Модуль № 11, 12	ФОС ТК-6	Контроль инд. задания и курсового проектирования
8.	Модуль №13		Контроль инд. задания и курсового проектирования
	<b>Аттестация 3</b>	ФОС ПА-3	Защита курсового проекта (зачёт с оценкой)

Типовые оценочные средства для текущего контроля:

- Типы твердых топлив для заряда РДТТ.
  - гибридные;
  - баллиститные и смесевые;
  - комплексируемые.
- Какая группа свойств характеризует твердотопливный заряд?
  - межфазная;
  - гетерогенная;
  - физико-химическая.

## Типовые вопросы по самостоятельной работе студентов

1. Для ракеты МХ оцените массу потребного топлива, если использовать только один РДТТ. Оценку сделать для вариантов  $J_{уд}=2500$  м/с и  $J_{уд}=3000$  м/с.
2. Формы зарядов для ДУ на твёрдом топливе.
3. Устройство заряда в корпусе двигателя из композиционного материала.

### **3.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации.**

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: вопросы к комплексному заданию:

- ✓ Теоретические навыки.
- ✓ Практические навыки – решение задачи из экзаменационного билета.

### **3.3 Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

По итогам освоения дисциплины проведение промежуточной аттестации проводится в два этапа: **тестирование** и **письменный ответ**.

Первый этап проводится в виде тестирования. Тестирование ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а так же знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки превосходного и продвинутого уровня усвоения компетенций проводится второй этап в виде письменного ответа на контрольные вопросы и решение задач.

### **3.4 Критерии оценки промежуточной аттестации**

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

## РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

**4.1.1. Основная литература:**Ерохин, Б.Т. Теория и проектирование ракетных двигателей. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. : <http://e.lanbook.com/book/60037>— СПб. : Лань, 2015. — 608 с.

2. Соломонов Ю.С. Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. [Электронный ресурс] /— Электрон. дан. : Ю.С. Соломонов, А.М. Липанов, А.В. Алиев, А.А. Дорофеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2011. — 776 с.
3. Энергетика ракетных двигателей на твёрдом топливе / Ю.М. Милёхин, А.Н. Ключников, Г.В. Бурский, Г.С. Лавров –[Электронный ресурс] — Электрон. дан. : М.: Наука, 2013. — 207 с.
4. Теория устройства ракетных двигателей. Учебное пособие. / Яскин А.В. —[Электронный ресурс] — Электрон. дан. : Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2013. — 262 с.

### 4.1.2. Дополнительная литература:

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 твёрдотопливных 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 твёрдотопливных 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.

## **4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **4.2.1. Основное информационное обеспечение**

Электронные ресурсы:

<http://www.chemport.ru/datenews.php?news=3487>

<http://www.vevivi.ru/best/Proektirovanie>

<http://qoraknia.org/tehnika/>

<http://www.booksgoogle.ru/books/about>

<http://www.booksgoogle.ru/books?id=dID->

<http://www.allbeton.ru/wiki>

<http://www.findpatent.ru/patent/234/2345283.html>

<http://www.seu.ru/ci/lib/books/tehdevat/sessia2/03.html>

<http://vestnikmach.bmstu.ru/articles/107/html/files/assets/basic-html/index.html#1>

<http://bankpatentov.ru/node/525044>

<http://www.ecoterminal.ru/statii/problemy-utilizacii-mbr/>

<http://militaryrussia.ru/blog/topic-671.html>

#### **4.2.2. Дополнительное справочное обеспечение**

1. Ягодников, Д.А. Ракетные двигательные установки. Термины и определения: учеб. пособие. [Электронный ресурс] / Д.А. Ягодников, Н.Я. Ирьянов. – Электрон. дан. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 84 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58406>
2. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. Справочник. В 10-ти т. / Под ред. акад. В. П. Глушко. – М.: ВИНТИ, 1971 – 1980 гг.

#### **4.2.3. Дополнительное информационное обеспечение (зарубежное).**

[www.yuzhnoye.com](http://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 "Двигатели 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 – доцент, как минимум – старший преподаватель, практика – ассистент и т.д.

## Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменения	Краткое содержание изменений (основание)
1	1	01.02. 2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»