

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива

\_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** очная

\_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** специалитет

\_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)

\_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных  
двигателей

\_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Проектирование ракетных двигателей твердого топлива  
(СУОС)

\_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование системы знаний и компетенций в области конструирования ракетных двигателей твердого топлива и расчета ракетных двигателей твердого топлива.

Задачи дисциплины:

- освоение общих основ конструирования и производства РДТТ;
- формирование умения выбирать рациональные конструктивные схемы, удовлетворяющие требованиям аэродинамики, прочности, жесткости, минимальной массы, эксплуатации и технологии производства с учетом назначения ЛА и оформлять законченные проектно-конструкторские работы;
- формирование навыков использования теоретических и практических материалов в работах по проектированию и технологии изготовления ЛА с использованием современных средств автоматизированного проектирования;
- привитие студентам навыков конструирования РДТТ с проведением необходимых расчетов конструкции.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- конструкция РДТТ;
- процессы конструирования РДТТ;
- особенности конструирования РДТТ из композиционных материалов.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.9	ИД-1ПК-2.9	<p>Знает содержание типового технического задания; классификацию РДТТ; требования к топливному заряду; особенности работы теплозащитных материалов; характеристики волокнистых композиционных материалов для несущих конструкций; особенности систем автоматизированного проектирования РДТТ; области применения систем автоматизированного проектирования РДТТ; общие сведения о расчете ВБХ РДТТ; общие сведения о расчете на прочность твердотопливных зарядов РДТТ; общие сведения о тепловом расчете РДТТ.</p>	<p>Знает требования к составлению описаний принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов.</p>	Контрольная работа
ПК-2.9	ИД-2ПК-2.9	<p>Умеет пользоваться справочной литературой, выбирать марку материала с учетом условий эксплуатации изделия и реальных возможностей производства; проводить анализ конструктивных схем РДТТ; проводить расчет корпуса типа «кокон»; осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации в области проектирования, производства и эксплуатации ракетных двигателей твердого топлива; проводить расчет ВБХ РДТТ; проводить расчет на прочность твердотопливных зарядов</p>	<p>Умеет составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий.</p>	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		РДТТ; проводить тепловой расчет РДТТ.		
ПК-2.9	ИД-3ПК-2.9	Владеет основами технологии производства корпусов РДТТ из композиционных материалов; основами расчета металлических элементов конструкций РДТТ; основами расчета элементов конструкций из композиционных материалов; основами работы в современных САПР; информацией о современных САПР РДТТ; навыками разработки конструктивной схемы РДТТ.	Владеет навыками составления описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с научно-техническим и технико-экономическим обоснованием принятых проектно-технических решений.	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	23	23
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен	36	36
Дифференцированный зачет		
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	144	144

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
Основы конструирования РДТТ	10	0	10	33
<p>Введение            Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Место дисциплины в системе подготовки специалиста. Состав дисциплины. Формы промежуточного и заключительного контроля. Рекомендуемая основная и дополнительная литература.</p> <p>Тема 1. Основные сведения о РДТТ            Конструкция двигателя. Из истории развития и применения РДТТ. Классификация РДТТ. Этапы и организация разработки РДТТ. Техническое задание на разработку РДТТ. Взаимосвязь характеристик ракеты и РДТТ.</p> <p>Тема 2. Твердотопливные заряды. Характеристики и конструктивная схема РДТТ            Требования к топливному заряду. Твердые ракетные топлива. Заряды ТРТ. Общие сведения о расчете геометрических параметров зарядов ТРТ. Общие сведения о расчете внутрибаллистических параметров РДТТ. Классификация нагрузок, действующих на РДТТ. Разработка исходной конструктивной схемы РДТТ.</p> <p>Тема 3. Выбор конструкционных материалов для несущих конструкций            Металлы. Волокнистые композиционные материалы.</p> <p>Тема 4. Тепловая защита РДТТ            Особенности условий работы теплозащитных материалов. Теплозащитные и эрозионностойкие материалы. Температурное состояние конструкций РДТТ.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Расчеты РДТТ	8	0	13	30
<p>Тема 5. Расчет и проектирование элементов конструкций РДТТ  Расчет и проектирование металлических элементов конструкций. Расчет и проектирование элементов конструкций из волокнистых композиционных материалов. Расчет и проектирование соединений.</p> <p>Тема 6. Общие сведения о расчете на прочность твердотопливных зарядов  Особенности физико-механических свойств ТРТ. Критерии прочности. Расчетные зоны заряда. Общие сведения о расчете напряжений в заряде. Влияние геометрии заряда на прочность. Общие замечания по прочностным расчетам зарядов.</p> <p>Тема 7. Проектирование специальных элементов конструкции РДТТ  Воспламенители. Способы регулирования тяги. Устройства регулирования тяги.</p> <p>Тема 8. Особенности системы автоматизированного проектирования РДТТ  Требования к алгоритмам САПР. Применение суперкомпьютеров. Методические основы проектирования РДТТ. Практические рекомендации конструктору.</p> <p>Тема 9. Технологичность конструкции РДТТ  Особенности применения конструкционных материалов. Особенности изготовления цилиндрических и слабokonических металлических корпусов РДТТ. Технологичность механически обрабатываемых деталей. Металлоемкость и коэффициент использования материала. Технологичность неметаллических конструкций. Рекомендации конструктору корпуса РДТТ по обеспечению технологичности при изготовлении топливного заряда.</p> <p>Тема 10. Тенденции развития РДТТ</p>				
ИТОГО по 8-му семестру	18	0	23	63
ИТОГО по дисциплине	18	0	23	63

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основные сведения о РДТТ (обзор по макетам)
2	Изучение макета РДТТ №1
3	Изучение макета РДТТ №2

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Расчет и проектирование элементов конструкций РДТТ на примере проектирования корпуса типа «кокон» (по индивидуальному заданию)
5	Общие сведения о САПР РДТТ, применение суперкомпьютерной техники (знакомство с оснащением ВВК ПНИПУ)

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Евграшин Ю. Б. Проектирование и отработка ракетных двигателей на твёрдом топливе : учебное пособие для вузов / Ю. Б. Евграшин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	152

2	Ерохин Б. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей : учебник для вузов / Б. Т. Ерохин. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015.	26
3	Фахрутдинов И. Х. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива : учебник для вузов / И. Х. Фахрутдинов, А. В. Котельников. - Москва: Машиностроение, 1987.	63
4	Фахрутдинов И. Х. Ракетные двигатели твердого топлива / И. Х. Фахрутдинов. - Москва: Машиностроение, 1981.	42
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Абуггов Д. И. Теория и расчет ракетных двигателей твердого топлива : учебник для вузов / Д. И. Абуггов, В. М. Бобылев. - М.: Машиностроение, 1987.	14
2	Шапиро Я.М. Основы проектирования ракет на твердом топливе / Я.М. Шапиро, Г.Ю. Мазинг, Н.Е. Прудников. - М.: Воениздат, 1968.	10
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. Ю. Петрова ; Р. В. Бульбовича. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Дорофеев А. А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчет и проектирование / Дорофеев А. А. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106391">http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106391</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Евграшин Ю. Б. Проектирование и отработка ракетных двигателей на твёрдом топливе : учебное пособие для вузов / Ю. Б. Евграшин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2739">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2739</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Ерохин Б. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей / Ерохин Б. Т. - Санкт-Петербург: Лань, 2015.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lan60037">http://elib.pstu.ru/Record/lan60037</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ



### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 444632 ЦВВС)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978 )
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	SOLIDWORKS Education Edition ( дог.№ L271113-83М от 27.10.2013 каф.РКТЭС АКФ)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	КОМПАС-3D V18 Уч.вер.(АКФ, МКМК, лиц.Иж-17-00089)

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	Компьютер	12

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Специальность:</b>	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
<b>Специализация программы специалитета</b>	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
<b>Квалификация выпускника:</b>	инженер
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Ракетно-космическая техника и энергетические системы
<b>Форма обучения:</b>	очная

Курс: 4

Семестр(ы): 8

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 8 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива». Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Итоговый
	С	ЗПЗ	ИЗ	КР	ИЗ Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>З1.</b> Знает содержание типового технического задания; классификацию РДТТ; требования к топливному заряду; особенности работы теплозащитных материалов; характеристики волокнистых композиционных материалов для несущих конструкций; особенности систем автоматизированного проектирования РДТТ; области применения систем автоматизированного проектирования РДТТ; общие сведения о расчете ВБХ РДТТ; общие сведения о расчете на прочность твердотопливных зарядов РДТТ; общие сведения о тепловом расчете РДТТ.	С	ЗПЗ		КР	ТВ

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Итоговый
	С	ЗПЗ	ИЗ	КР	ИЗ Экзамен
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У1.</b> Умеет пользоваться справочной литературой, выбирать марку материала с учетом условий эксплуатации изделия и реальных возможностей производства; проводить анализ конструктивных схем РДТТ; проводить расчет корпуса типа «кокон»; осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации в области проектирования, производства и эксплуатации ракетных двигателей твердого топлива; проводить расчет ВБХ РДТТ; проводить расчет на прочность твердотопливных зарядов РДТТ; проводить тепловой расчет РДТТ.		ЗПЗ	ИЗ		КЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В1.</b> Владеет основами технологии производства корпусов РДТТ из композиционных материалов; основами расчета металлических элементов конструкций РДТТ; основами расчета элементов конструкций из композиционных материалов; основами работы в современных САПР; информацией о современных САПР РДТТ; навыками разработки конструктивной схемы РДТТ.			ИЗ		КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; ЗПЗ – задачи практических занятий, ИЗ – отчет по индивидуальному заданию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ

предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

## **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении итоговой аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты индивидуальных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита решений на практических занятиях**

Всего запланировано 5 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита решений на практических занятиях проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы.

### **2.2.2. Защита индивидуальных заданий**

Типовые темы индивидуальных заданий приведены в РПД. Индивидуальные задания оформляются в виде отчета.

### **2.2.3. Рубежное тестирование**

Согласно РПД запланировано 2 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основы конструирования РДТТ», вторая КР – по модулю 2 «Расчеты РДТТ».

#### **Типовые задания первой контрольной работы:**

1. Классификация и области применения ракетных двигателей твердого топлива.
2. Этапы развития двигателестроения.
3. Критерии эффективности ракетных двигателей твердого топлива.
4. Конструирование корпусов типа «кокон».

#### **Типовые задания второй контрольной работы:**

1. Назовите основные этапы расчета корпуса типа «кокон».
2. Назовите основные ФМХ конструкционных материалов силовых оболочек РДТТ (сталь, титан, алюминий, стеклопластик, органопластик, углепластик).
3. Назовите способы регулирования тяги.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к итоговой аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Итоговая аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

Пример типовой формы экзаменационного билета приведен в Приложении 1.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Назовите основные этапы расчета корпуса типа «кокон».
2. Назовите основные ФМХ конструкционных материалов силовых оболочек РДТТ (сталь, титан, алюминий, стеклопластик, органопластик, углепластик).
3. Назовите способы регулирования тяги.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Рассчитайте толщину корпуса типа «кокон».
2. Рассчитайте коэффициент использования материала.

3. Проведите расчет толщины ТЗП.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Проанализируйте возможность замены титанового корпуса камеры сгорания РД на композитный.
2. Нарисовать эскиз узла «противоимпульсное сопло».
3. Нарисовать эскиз узла типа «утопленное сопло».

*Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

#### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.



При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1.

Пример типовой формы экзаменационного билета



ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет»

**Специальность**  
24.05.02 «Проектирование авиационных и  
ракетных двигателей»

**Специализация**  
«Проектирование ракетных двигателей  
твердого топлива»

**Кафедра**  
«Ракетно-космическая техника и  
энергетические системы»

**Дисциплина**  
«Основы конструирования РДТТ»

**БИЛЕТ № 1**

1. Классификация и области применения ракетных двигателей твердого топлива.

2. Рассчитайте толщину корпуса типа «кокон»:  $D=500$  мм,  $D_c=250$  мм,  $P=10$  МПа.

3. Провести сравнительный анализ ФМХ конструкционных материалов силовых оболочек РДТТ (сталь, титан, алюминий, стеклопластик, органопластик, углепластик).

Составитель

\_\_\_\_\_ (подпись)

Модорский В.Я.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (подпись)

Соколовский М.И.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г.