

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

« 09 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Проектирование и производство изделий аэрокосмической
техники из композиционных материалов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(код и наименование направления)

Направленность: Материаловедение и технологии материалов (общий профиль,
СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение знаний о конструкциях изделий ракетной техники из композиционных материалов и технологических процессов, формирование умений и овладение навыками проектирования конструкций энергетических установок из композиционных материалов, выбора оборудования и технологий производства изделий аэрокосмической техники из композиционных материалов.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний о современных полимерно-композиционных материалах, их свойствах и области применения; об основах проектирования корпусов ракетных двигателей на твердом топливе из композиционных материалов; о требованиях к конструкционным, теплозащитным и эрозионностойким материалам;
- формирование умений разрабатывать технологию производства (маршрутные технологические процессы); проводить тепловые расчеты многослойных стенок, расчет прочности баллонов;
- формирование навыков разработки технических заданий и конструирования узлов и деталей ракетных двигателей на твердом топливе из композиционных материалов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- полимерные композиционные материалы;
- материальные части энергетических установок;
- технология производства изделий из композиционных материалов;
- оборудование для производства изделий аэрокосмической техники из композитов

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	В результате изучения дисциплины студент должен знать: – физико-химические свойства композиционных материалов; – основы устройства и компоновочные схемы ракетных двигателей на твердом топливе; – основные технические и эксплуатационные характеристики изделий аэрокосмической техники; – принципы механизации и автоматизации процессов производства изделий из композиционных материалов.	Знает физико-химические основы и методы получения неметаллических композиционных материалов; действующие в отрасли и производстве государственные и отраслевые стандарты, технические условия и другую нормативную документацию; научные проблемы и перспективные направления развития отрасли неметаллических композиционных материалов; технические требования, применяемые к неметаллическим композиционным материалам; методы проведения лабораторно-исследовательского контроля	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	В результате изучения дисциплины студент должен уметь: – оценивать влияние микро- и наноструктуры на свойства композиционных материалов; – проводить тепловые расчеты многослойных стенок, расчет прочности баллонов; – определять толщины теплозащитных покрытий корпусов ракетных двигателей на твердом топливе; – разрабатывать технические задания при производстве изделий из композиционных материалов; – осуществлять выбор оборудования и оснастки при производстве изделий из композиционных материалов.	Умеет осуществлять поиск новых перспективных неметаллических композиционных материалов и методов их производства; применять основные и вспомогательные вещества и материалы, используемые в лаборатории и производстве; использовать лабораторное оборудование для проведения исследовательских работ; читать и анализировать техническую документацию по получению и применению неметаллических композиционных материалов	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	<p>В результате изучения дисциплины студент должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками проведения экспериментальных лабораторных исследований по определению свойства материалов; – навыками эксплуатации оборудования и оснастки при производстве изделий из композиционных материалов; – навыками работы с нормативно-технической документацией при проектировании изделий аэрокосмической техники из композиционных материалов; - навыками конструирования узлов и деталей ракетных двигателей на твердом топливе из композиционных материалов 	<p>Владеет навыками поиска, анализа и систематизации профильной литературы, патентов и авторских свидетельств по неметаллическим композиционным материалам с улучшенными характеристиками, анализом передового опыта, новых тех-нологий и перспектив развития отрасли; проведения лабораторных испытаний неметаллических композиционных материалов; анализом результатов лабораторных испытаний неметаллических композиционных материалов с разработкой аналитического отчета; разработкой рекомендаций по эффективному достижению заданных свойств не-металлических композиционных материалов</p>	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	<p>В результате изучения дисциплины студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – свойства полимерных композиционных материалов; – основы устройства и компоновочные схемы ракетных двигателей на твердом топливе; – основные технические и эксплуатационные характеристики изделий аэрокосмической техники; – основы конструирования узлов и деталей ракетных двигателей на твердом топливе из композиционных материалов; – методики расчета 	<p>Знает методы получения неметаллических композиционных материалов; технологию производства неметаллических композиционных материалов; со-временные методы и оборудование для проведения исследований, испытаний и отработки неметаллических композиционных материалов; современные ме-тоды и оборудование для проведения исследований, испытаний и отработки неметаллических композиционных материалов; методы расчета и оптимиза-ции проведения эксперимента; физико–химические, физико–</p>	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		теплозащитных покрытий сопел энергетических установок; – традиционные и новые технологические процессы и операции при производстве изделий из композитов; – нормативные и методические материалы о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий из композитов и процессов при их получении.	механические и адгезионные характеристики неметаллических композиционных материалов; Порядок оформления методик комплексного анализа, планов мероприятий; требования, предъявляемые к неметаллическим композиционным материалам; требования техники безопасности и электробезопасности при работе в лаборатории или на производстве	
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	В результате изучения дисциплины студент должен уметь: – разрабатывать технологии производства (маршрутные технологические процессы); – осуществлять выбор оборудования и оснастки при производстве изделий из композиционных материалов; – проводить тепловые расчеты многослойных стенок, расчет прочности баллонов; – определять толщины теплозащитных покрытий корпусов ракетных двигателей на твердом топливе; – разрабатывать технические задания при производстве изделий из композиционных материалов.	Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и отработок; использовать лабораторное оборудование для проведения экспериментальных работ; составлять описания проводимых исследований и анализировать их результаты; применять современные методы и технические средства для проведения исследований и отработки неметаллических композиционных материалов ; систематизировать, обрабатывать и подготавливать данные проведенных работ для составления планов мероприятий и методик	Контрольная работа
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	В результате изучения дисциплины студент должен владеть: – навыками проведения натуральных экспериментов по исследованию	Владеет навыками анализа условий эксплуатации новых неметаллических композиционных материалов для определения технических	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
		<p>свойства композиционных материалов;</p> <p>– навыками работы с оборудованием для изготовления корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов;</p> <p>– навыками работы с оборудованием для изготовления узлов сопел корпусов твердотопливных ракетных двигателей из эрозионностойких материалов на основе пластических масс;</p> <p>– навыками измерения и контроля при стандартизации и сертификации композиционных материалов и при проведении технологического процесса их получения с использованием испытательного и производственного оборудования;</p> <p>– навыками эксплуатации оборудования и оснастки при производстве изделий из композиционных материалов.</p>	<p>характеристик; проведения анализа функциональных и эксплуатационных характеристик неметаллических композиционных материалов с новыми свойствами; разработки и оформления плана мероприятий на проведение исследований; проведения лабораторных испытаний новых основных и вспомогательных неметаллических композиционных материалов; разработки промежуточного отчета о проведенных испытаниях новых неметаллических композиционных материалов с предложениями и рекомендациями ; внесения изменений в существующие методики определения физико–химических, физико–механических, теплофизических и адгезионных характеристик; разработки и оформления новой методики по результатам исследований новых неметаллических композиционных материалов</p>	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

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	
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы устройства и компоновочные схемы ракетных двигателей на твердом топливе и технические требования, предъявляемые к ним	9	0	13	32
<p>Тема 1. Введение. Современные полимерно-композиционные материалы и уровень достигнутых технических характеристик материалов для аэрокосмической техники. Свойства полимерных композиционных материалов.</p> <p>Тема 2. Основы устройства материальной части маршевых твердотопливных ракетных двигателей. Конструкция, основные составные части, назначение, основные технические и эксплуатационные характеристики (перечни и диапазон). Конструктивно-компоновочные схемы маршевых ракетных двигателей. Их развитие и совершенствование.</p> <p>Тема 3. Основы устройства материальной части стартово-разгонной двигательной установки КР. Конструирование твердотопливных ракетных двигателей. Конструкция, основные составляющие части, назначение, основные технические и эксплуатационные характеристики. Конструктивно-компоновочные схемы маршевых твердотопливных ракетных двигателей. Их развитие и совершенствование.</p> <p>Тема 4. Основные технические требования, предъявляемые к конструкциям и характеристикам твердотопливных ракетных двигателей. Общие требования. Требования к конструкционным, теплозащитным и эрозионностойким материалам. Классификация и уровень нагрузок, действующих на РДТТ.</p> <p>Тема 5. Основные устройства материальной части вспомогательных твердотопливных ракетных двигателей и твердотопливных ракетных двигателей космических аппаратов. Конструкция, основные составные части, назначение, основные технические и эксплуатационные характеристики.</p>				
Основы проектирования и конструирования узлов и деталей ракетных двигателей на твердом топливе из композиционных материалов	7	0	8	22
<p>Тема 6. Основы проектирования корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Общие сведения о схемах и принципах проектирования корпусов твердотопливных ракетных двигателей.</p> <p>Тема 7. Основы проектирования тепловой защиты корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Тепловая защита корпусов ракетных двигателей, методика расчета.</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
Тема 8. Основы проектирования тепловой защиты сопел твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Тепловая защита сопел ракетных двигателей, методика расчета.				
Оборудование для изготовления и испытаний элементов твёрдотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов	10	0	0	32
Тема 9. Выбор параметров технологических процессов производства корпусов твердотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Структура процессов. Виды оправок для изготовления корпусов. Изготовление оправок и теплозащитных покрытий. Тема 10. Намотка силовой оболочки корпуса и узлов стыковки его. Основные технологические параметры. Удаление оправки, механосборочные операции. Тема 11. Организация системы измерений выходных геометрических параметров корпусов. Технические средства измерения и контроля, необходимые при стандартизации и сертификации материалов. Тема 12. Методы испытаний корпусов твёрдотопливных ракетных двигателей. Доводочные, зачетные, контрольно-технологические испытания корпусов. Тема 13. Оборудование для изготовления корпусов твёрдотопливных ракетных двигателей из композиционных материалов. Характеристика и классификация оборудования для производства корпусов по системам автоматического управления. Правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда.				
Основы технологических процессов изготовления элементов твердотопливных ракетных двигателей	6	0	15	22
Тема 14. Основные виды технологических процессов изготовления узлов и деталей сопел твёрдотопливных ракетных двигателей из УКММ. Тема 15. Технологические процессы изготовления теплозащитных покрытий корпусов и сопел твёрдотопливных ракетных двигателей. Технология нанесения наружных теплозащитных, лакокрасочных и герметизирующих покрытий, клеевых составов. Тема 16. Технологические процессы, оборудование для изготовления узлов сопел твёрдотопливных ракетных двигателей из эрозионностойких материалов на основе пластических масс.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 7-му семестру	32	0	36	108
ИТОГО по дисциплине	32	0	36	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение истории (этапности) разработки конструкций 1-3 поколения РДТТ . Конструкции корпуса и сопла.
2	Изучение свойств полимерных композиционных материалов
3	Изучение конструкций изделия с выдвигаемыми насадками. Конструкции сопел и органов управления
4	Изучение конструкции изделия ЗД-66. Конструкции корпуса и сборочных единиц. Конструкции сопел и органов управления
5	Изучение конструкции изделия ЗД-66. Конструкции сопел и органов управления.
6	Изучение конструкций хвостовой балки вертолета из стеклопластика. Особенности технологического исполнения
7	Изучение конструкции баллона высокого давления. Освоение методики расчета
8	Изучение конструкций изделия 15Д291. Конструкции соплового блока, включая гидроподвес
9	Изучение конструкций изделия 15Д291. Конструкции сопел и органов управления
10	Расчетное определение толщины теплозащитных покрытий корпусов твердотопливных ракетных двигателей
11	Тепловой расчет сопел твердотопливных ракетных двигателей
12	Изучение технологических процессов изготовления образцов из УКММ
13	Изучение технологических процессов изготовления образцов из теплозащитных покрытий
14	Изучение технологических процессов изготовления образцов из эрозионностойких материалов на основе пластических масс

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.

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
1. Основная литература		
1	Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для вузов / В. Б. Арзамасов [и др.]. - Москва: Академия, 2009.	24
2	Технология и проектирование углерод-углеродных композитов и конструкций / Ю.В. Соколкин [и др.]. - М.: Наука, Физматлит, 1996.	22
3	Технология производства и диагностика качества композитных конструкций ракетно-космической техники. Обеспечение качества производства композитных конструкций : учебник для вузов / М. А. Комков [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2020.	20
2. Дополнительная литература		

2.1. Учебные и научные издания		
1	Буланов И. М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов : учебник для вузов / И. М. Буланов, В. В. Воробей. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998.	10
2	Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	48
3	Конструкции ракетных двигателей на твердом топливе / Л. Н. Лавров [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1993.	7
4	Михайлин Ю. А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. - Санкт-Петербург: Науч. основы и технологии, 2009.	6
2.2. Периодические издания		
1	Механика композиционных материалов и конструкций : всероссийский научный журнал / Российская академия наук. Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления; Институт прикладной механики; Общественная академия знаний. - Москва: Ин-т прикл. механики РАН, 1995 - .	
2	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	Технология и проектирование углерод-углеродных композитов и конструкций / Ю.В. Соколкин [и др.]. - М.: Наука, Физматлит, 1996.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7348	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Кульметьева В. Б. Перспективные композиционные и керамические материалы : учебное пособие / В. Б. Кульметьева, С. Е. Порозова, А. А. Сметкин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3601	локальная сеть; свободный 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.

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	https://www.scopus.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных Wiley Journals	http://onlinelibrary.wiley.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска	1
Лекция	Парты	25
Практическое занятие	Компьютерный стол	12
Практическое занятие	Компьютеры	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»**
Аэрокосмический факультет
Кафедра «Механика композиционных материалов и конструкций»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
**«Проектирование и производство изделий аэрокосмической техники из
композиционных материалов»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль) образовательной программы:	Конструирование и производство изделий из композиционных материалов
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Механика композиционных материалов и конструкций
Форма обучения:	Очная

Курс: 4

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	6 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	216 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 7 семестр

Пермь 2023 г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. 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.

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-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 формируются 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 итогового контроля при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Контролируемые результаты обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Промежуточный
	ТК	КР	ИЗ	ПЗ	Зачет
Усвоенные знания					
– свойства полимерных композиционных материалов	ТК				3
– основы устройства и компоновочные схемы ракетных двигателей на твердом топливе	ТК				3
– основные технические и эксплуатационные характеристики изделий аэрокосмической техники	ТК				3
– виды оправок для изготовления корпусов	ТК				3
– принципы механизации и автоматизации процессов производства изделий из композиционных материалов	ТК				3
– основы конструирования узлов и деталей ракетных двигателей на твердом топливе из композиционных материалов	ТК				3
– методики расчета теплозащитных покрытий сопел энергетических установок	ТК				3
– традиционные и новые технологические процессы и операции при производстве изделий из композитов;	ТК				3
– технологические процессы изготовления	ТК				3

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Промежуточный Зачет
		ТК	КР	ИЗ	
теплозащитных покрытий корпусов и сопел ракетных двигателей					
– компоновочные схемы ракетных двигателей на твердом топливе	ТК				3
– технологию изготовления оправок и теплозащитных покрытий	ТК				3
– нормативные и методические материалы о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий из композитов и процессов при их получении	ТК				3
Освоенные умения					
– разрабатывать технологии производства (маршрутные технологические процессы);		КР	ИЗ	ПЗ	3
– осуществлять выбор оборудования и оснастки при производстве изделий из композиционных материалов		КР	ИЗ	ПЗ	3
– проводить тепловые расчеты многослойных стенок, расчет прочности баллонов		КР	ИЗ	ПЗ	3
– определять толщины теплозащитных покрытий корпусов ракетных двигателей на твердом топливе		КР	ИЗ	ПЗ	3
– разрабатывать технические задания при производстве изделий из композиционных материалов		КР	ИЗ	ПЗ	3
– проводить испытания корпусов ракетных двигателей;		КР	ИЗ	ПЗ	3
– оценивать влияние микро- и нано- структуры на свойства композиционных материалов		КР	ИЗ	ПЗ	3
– работать на оборудовании в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда		КР	ИЗ	ПЗ	3
– работать с нормативными и методическими материалами по технологической подготовке производства при создании изделий из композиционных материалов		КР	ИЗ	ПЗ	3
– разрабатывать технологии производства		КР	ИЗ	ПЗ	
– осуществлять выбор оборудования и оснастки при производстве изделий из композиционных материалов		КР	ИЗ	ПЗ	3
Приобретенные владения					
– навыками проведения экспериментальных лабораторных исследований по определению свойства материалов			ИЗ	ПЗ	3
– навыками эксплуатации оборудования и оснастки при производстве изделий из композиционных материалов			ИЗ	ПЗ	3
– навыками работы с нормативно-технической документацией при проектировании изделий аэрокосмической техники из композиционных материалов			ИЗ	ПЗ	3
– навыками конструирования узлов и деталей ракетных двигателей на твердом топливе из композиционных материалов			ИЗ	ПЗ	3
навыками изготовления образцов из композиционных материалов			ИЗ	ПЗ	3
навыками работы с оборудованием для изготовления узлов сопел корпусов твердотопливных ракетных двигателей из эрозионностойких материалов на основе пластических масс			ИЗ	ПЗ	3
навыками эксплуатации оборудования и оснастки при производстве изделий из композиционных материалов			ИЗ	ПЗ	3

ТК – текущий контроль в форме контрольной работы (контроль знаний по теме);
КР – промежуточная контрольная работа по модулю (оценка умений);
ИЗ – выполнение индивидуального задания (оценка умений и владений);
ПЗ – выполнение практических работ (оценка умений и владений).

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, 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

Текущий контроль усвоения материала в форме текущей контрольной работы по темам занятий. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении итоговой аттестации.

Типовые вопросы для текущего опроса по модулю 1.

1. Проектирование РДТТ из полимерных композиционных материалов.
2. Основные особенности (компоновка из корпуса и сопла, типы подвесов).
3. Виды испытаний в процессов технологического цикла.
4. Схема работы станка с программным управлением для намотки корпусов

- типа «труба».
5. Назначение теплозащитного и барьерного слоев.
 6. Определение теплофизических характеристик.

Типовые вопросы для текущего опроса по модулю 2.

1. Особенности контакта «корпус-заряд».
2. Требования к тепловой защите днища.
3. Химическая совместимость конструкционных материалов и топлива на адгезионной границе и газовой фазе.
4. Разновидности оправок для намотки изделий.
5. Песчано-полимерные оправки, их состав и технология удаления.
6. Оправки складного типа. Преимущества и недостатки.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежной контрольной работы по каждому модулю, отчетов по практическим заданиям, выполнения индивидуальных заданий.

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Рубежный контроль для оценивания освоенных умений в форме рубежной контрольной работы проводится по каждому модулю. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Шкала и критерии оценки приведены в таблице

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного модуля
5	Максимальный уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные умения в рамках усвоенного учебного материала.
4	Средний уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения
3	Минимальный уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного модуля
5	Максимальный уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные умения в рамках усвоенного учебного материала.
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень умений, а также не способен пояснить полученный результат.

Типовые задания для рубежной контрольной работы по модулю 1.

1. Конструктивные особенности сопловых блоков.
2. Назначение УУКМ в конструкции.
3. Виды подвесов и их особенности.
4. Тепло-защитные покрытия вдвинутой части соплового блока.
5. Физико-химические испытания образцов ($\sigma_{\text{раст}}$, $E_{\text{упр.}}$, $\sigma_{\text{отрыва}}$) из полимерных композиционных материалов.
6. Нанотехнологии в ракетно-космической технике.
7. Особенности свойств интеллектуальных материалов (память формы).

Типовые задания для рубежной контрольной работы по модулю 2.

1. Особенности соплового расчета для тепло-защитного покрытия днищ.
2. Методика расчета (ограничения диапазона температур).
3. Модель функционирования тепло-защитного покрытия в многослойной стенке.
4. Сопловой блок — теплозащитное покрытие (коксование, унос, оставшийся живой слой) — топливный наполнитель.
5. Технология компрессионного прессования эрозионно-стойких деталей.
6. Технология литьевого прессования в зазоры.
7. Перспективы применения полиуретанов в ракетно-космической технике.

Полный перечень типовых заданий для рубежной контрольной работы хранится на выпускающей кафедре

2.2.2. Практические задания

Рубежный контроль для оценивания освоенных умений и приобретенных владений в форме практических заданий по каждому модулю. Перечень практических заданий приведены в РПД. По результатам выполнения практических заданий оформляется отчет. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки выполнения практических заданий

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений и приобретенных владений
5	Максимальный	<i>Практическое заданий выполнено в полном объеме. Студент точно</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений и приобретенных владений
	уровень	<i>ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Практическое задание выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в лабораторной работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все практические задания и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты выполнения практических заданий по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2.3. Выполнение индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное задание студенту.

Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Критерии и шкала оценивания результатов выполнения индивидуальных заданий

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня освоенных умений и приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил индивидуальное задание. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил индивидуальное задание с небольшими неточностями. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</i>

3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил индивидуальное задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное умение и владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении индивидуального задания студент продемонстрировал недостаточный уровень умения и владения навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</i>

Результаты выполнения индивидуальных заданий по 4-балльной шкале оценивания знаний, умений и владений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к итоговой (промежуточной) аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех контрольных работ текущего и рубежного контроля, выполнение всех практических и индивидуальных заданий.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине и студенту выставляется по 4-х балльной шкале оценивания интегральная оценка, которая формируется по результатам текущего и рубежного контроля

3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

3 Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам (приложение А). Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и владений всех заявленных компетенций.

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

3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Проектирование РДТТ из полимерных композиционных материалов.
2. Основные особенности (компоновка из корпуса и сопла, типы подвесов).
3. Виды испытаний в процесс технологического цикла.
4. Особенности контакта «корпус-заряд».
5. Требования к тепловой защите днища.
6. Химическая совместимость конструкционных материалов и топлива на адгезионной границе и газовой фазе.
7. Конструктивные особенности сопловых блоков.
8. Назначение УУКМ в конструкции.
9. Виды подвесов и их особенности.
10. Тепло-защитные покрытия вдвинутой части соплового блока.
11. Особенности соплового расчета для тепло-защитного покрытия днищ.
12. Методика расчета (ограничения диапазона температур).
13. Модель функционирования тепло-защитного покрытия в многослойной стенке.
14. Сопловой блок — теплозащитное покрытие (коксование, унос, оставшийся живой слой) — топливный наполнитель.
15. Физико-химические испытания образцов ($\square_{\text{раст}}$, $E_{\text{упр.}}$, $\square_{\text{отрыва}}$) из полимерных композиционных материалов.
16. Нанотехнологии в ракетно-космической технике.
17. Особенности свойств интеллектуальных материалов (память формы)
18. Технология компрессионного прессования эрозионно-стойких деталей.
19. Технология литьевого прессования в зазоры.
20. Перспективы применения полиуретанов в ракетно-космической технике.
21. Схема работы станка с программным управлением для намотки корпусов типа «труба».
22. Назначение теплозащитного и барьерного слоев.
23. Определение теплофизических характеристик.
24. Разновидности оправок для намотки изделий.
25. Песчано-полимерные оправки, их состав и технология удаления.
26. Оправки складного типа. Преимущества и недостатки.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений и владений:

1. Расчетное определение толщины теплозащитных покрытий корпусов твердотопливных ракетных двигателей.
2. Методика проведения теплового расчета сопел твердотопливных ракетных двигателей.
3. Изучение конструкции баллона высокого давления. Освоение методики расчета.
4. Изучение конструкций хвостовой балки вертолета из стеклопластика. Особенности технологического исполнения.
5. Изучение конструкций изделия ЗД-66. Конструкции сопел и органов управления.
6. Изучение конструкции изделия ЗД-66. Конструкции корпуса и сборочных единиц.

7. Изучение конструкций изделия с выдвигаемыми насадками Конструкции сопел и органов управления.

8. Изучение истории (этапности) разработки конструкций 1-3 поколения РДТТ . Конструкции корпуса и сопла.

9. Изучение конструкций изделия 15Д291. Конструкции сопел и органов управления.

10. Изучение конструкций изделия 15Д291. Конструкции соплового блока, включая гидроподвес.

3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

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

4. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

4.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

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

Общая оценка уровня сформированности всех 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-х 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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Форма билета для зачета

<p>Министерство науки и высшего образования РФ ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)</p>	<p><i>Кафедра</i> «Механики композиционных материалов и конструкций»</p> <p><i>Дисциплина</i> «Основы проектирования изделий аэрокосмической техники из композитов»</p>
<p>БИЛЕТ № 1</p>	
<p>1. Химическая совместимость конструкционных материалов и топлива на адгезионной границе и газовой фазе.</p> <p>2. Методика проведения теплового расчета сопел твердотопливных ракетных двигателей.</p> <p>3. Изучение конструкций изделия с выдвигаемыми насадками конструкции сопел и органов управления.</p>	
<p>Составитель _____</p> <p>Заведующий кафедрой _____</p> <p>« ____ » _____ 20 г.</p>	<p>_____ (подпись)</p> <p>_____ (подпись)</p>
<p>Министерство науки и высшего образования РФ ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)</p>	<p><i>Кафедра</i> «Механики композиционных материалов и конструкций»</p> <p><i>Дисциплина</i> «Основы проектирования изделий аэрокосмической техники из композитов»</p>
<p>БИЛЕТ № 1</p>	
<p>1. 1. Физико-химические испытания образцов ($\sigma_{раст}$, $E_{упр.}$, $\sigma_{отрыва}$) из полимерных композиционных материалов.</p> <p>2. Изучение технологических процессов изготовления образцов из УКММ.</p> <p>3. Изучение технологических процессов изготовления образцов из эрозионностойких материалов на основе пластических масс</p>	
<p>Составитель _____</p> <p>Заведующий кафедрой _____</p> <p>« ____ » _____ 20 г.</p>	<p>_____ (подпись)</p> <p>_____ (подпись)</p>