

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 12 » ноября 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной
техники из композиционных материалов
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 288 (8)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
(код и наименование направления)

Направленность: Перспективные технологии создания конструкций
газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных
материалов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: Изучение передовых производственных технологий производства изделий из полимерных композиционных материалов для производства авиационной техники.
Основная задача курса освоение студентом знаний основных современных технологий производства изделий из полимерных композиционных материалов, освоение умений применять различные технологические приемы при проектировании и изготовлении изделий авиационной техники из полимерных композиционных материалов, владеть основными навыками разработки технологического процесса производства изделий из ПКМ.

Задачи:

- освоение студентом знаний основных современных технологий производства изделий из полимерных композиционных материалов;
- освоение умений применять различные технологические приемы при проектировании и изготовлении изделий авиационной техники из полимерных композиционных материалов;
- владеть основными навыками разработки технологического процесса производства изделий из ПКМ.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Основные принципы и технологии композиционных материалов;
- Принципиальная схема технологических процессов изготовления конструкций из КМ.

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
ПК -1.1	ИД-1ПК-1.1	Знать основные характеристики композиционных материалов и современные методы их исследований	Знает основные механические характеристики композиционных материалов и экспериментальные методы их определения; современные методы исследований материалов	Зачет

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-2ПК-1.1	Уметь подбирать методики исследования композиционных материалов, включенных в состав авиационной техники	Умеет подбирать методики лабораторных исследований неметаллических композиционных материалов в соответствии с поставленной задачей и проводить испытания по заданным методикам, обрабатывать и анализировать результаты, в т.ч. статистическими методами	Зачет
ПК -1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть навыками контроля правильности анализа и качества композиционных материалов	Владеет навыками инженерного сопровождения проведения физико-химических анализов на соответствие качества материалов действующим стандартам, техническим условиям, технологической документации	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.4	ИД-1ПК-3.4	Знать технологии автоклавного формования изделий из препрега, технологии пропитки под давлением, технологии вакуумной инфузии, технологии изготовления оснастки, технологии ремонта изделий, технологии соединения изделий. Понятийные основы композиционного материала, его особенности, виды, отличия друг от друга и традиционных.	Знает требования к отечественным и зарубежным полимерным композиционным материалам и технологиям изготовления изделий из них	Экзамен
ПК-3.4	ИД-2ПК-3.4	Уметь разрабатывать принципиальную схему технологического процесса для изготовления конструкций из КМ с помощью различных технологических методов, рассчитывать параметры технологических	Умеет наладить и поставить производство элементов конструкций газотурбинных двигателей и мотогондолы из полимерных композиционных материалов	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		процессов. Проводить экспериментальные исследования по определению ФМХ, ФХХ и ТФХ композиционных материалов.		
ПК-3.4	ИД-3ПК-3.4	Владеть основами разработки типовых конструкций, навыками работы в специализированных программных пакетах. Навыками изготовления изделий по препреговой технологии, пропитки под давлением, вакуумной инфузии, изготовления оснастки, ремонта и соединений изделий из КМ.	Владеет навыками производства элементов конструкций газотурбинных двигателей и мотогондолы из полимерных композиционных материалов	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	144	72	72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	64	32	32
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	72	36	36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	72	36
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	288	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
2-й семестр				
Понятие ЕСТД	2	0	0	9
Понятие ЕСТД и виды руководящих документов для разработки технической документации				
Технологическая документация	6	0	2	9
Структура технологического процесса, типовые разделы и их содержание. Правила разработки технологической документации. Типовая структура КД на узлы из ПКМ и типовые технологические документы, в нее входящие (ТИ, ТУ). Краткое содержание, назначение документов и наполнение. Изучение основных руководящих технических документов для разработки ТП, ТУк, ТУ и ТР.				
Типовой технологический процесс (пошаговый разбор)	4	0	4	9
Применение стандартов системы менеджмента качества, ЕСКД, ЕСТД. Система разработки и постановки изделий на производство.				
Виды применяемых технологий	2	0	0	9
- автоклавное формование - вакуумное формование - прямое прессование - пропитка под давлением - термокомпрессионное формование - ручная выкладка препрега и средства малой механизации ручной выкладки. - Контактное формование - технология автоматизированной выкладки препрега - применяемые конструкционные клеи, сотовые наполнители, пенопласты, Синтактные материалы сферопластики.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Технология пропитки под давлением и инфузия	2	0	12	9
<ul style="list-style-type: none"> - Применение технологии RTM на примере изделий авиационной, ракетно-космической, автомобильной и морской техники. - Применение технологии на примере изделий авиационной, ракетно-космической, автомобильной и морской техники. - Принципиальная схема технологического процесса RTM и процесса инфузии; - Используемое оборудование для RTM и процесса инфузии. Номенклатура, конструктивная схема и устройство оборудования. - Типовые конструктивные элементы и особенности их проектирования и изготовления. - принципы разработки системы подачи связующего и исключения непропитки материала; - Применяемые основные и технологические материалы и особенности их применения - Типовые ошибки и дефекты при проектировании и изготовления 				
Технологии изготовления композитной оснастки	4	0	4	9
Технологии изготовления композитной оснастки				
Препреговая технология.	8	0	12	9
<ul style="list-style-type: none"> - понятие препреговой технологии, его основные особенности и принципиальная технологическая схема; - понятие препрега, его химические, механические и технологические свойства; - технологические материалы: виды, назначение, особенности. Технологический пакет. - особенности выкладки препрега и влияние технологии на структуру материала и качество конечного изделия. Выкладка криволинейных поверхностей. - отличия в выкладке тонкостенных и толстостенных деталей. Проведение подформовок и учет температурной истории материала; - Роботизированная выкладка препрега. - устройство технологического пакета и назначение каждого материала - особенностями автоклавного формования оборудование для автоклавного формования, устройство и принцип действия; - принципами принципы выбора режимов формования, диаграмма давление-температура - состояние материала в процессе автоклавного формования. - устройство автоклава - устройство технологического пакета и назначение каждого материала 				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
- принципы установки термопар и их назначение. Влияние на результаты формования. - эффект изотермической реакции. Механизм возникновения, способы исключения. - процедура приемки изделий по образцам-спутникам и образцам-свидетелям; - типовые конструктивные элементы и особенности их проектирования и изготовления, типовые ошибки при проектировании и изготовлении конструкций и разработке техпроцесса; - Роботизированная выкладка препрега. - типовые конструктивные элементы и особенности их проектирования и изготовления. - Процедура контроля качества изделий на образцах-свидетелях				
Принципы проектирования и изготовления оснастки для изделий из ПКМ	4	0	2	9
Металлическая, композиционная, пластиковая оснастка. Принципиальные различия. Влияние КЛТР на качество изготавливаемых изделий. -				
ИТОГО по 2-му семестру	32	0	36	72
3-й семестр				
Организация приемки изделий из ПКМ в рамках специального технологического процесса.	2	0	2	6
Организация приемки изделий из ПКМ в рамках специального технологического процесса.				
Применяемые технологические процессы изготовления деталей из полимерных термопластичных композиционных материалов	4	0	8	6
<ul style="list-style-type: none"> • изготовление консолидированных плит • изготовление изделий из консолидированных плит. • Изготовление изделий из термопластичных препрегов • Формование термопластичных композиционных материалов в прессе • Формование термопластичных композиционных материалов в автоклавном комплексе • автоматизированная выкладка • аддитивное выращивание армированным и неармированным термопластичным материалом; 				
Сварка термопластичных материалов	4	0	2	4
Ультразвуковая сварка, индукционная сварка, термоконтактная сварка.				
Теоретические основы ремонта изделий из композиционных материалов	6	0	6	4

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Технологии ремонта в лабораторно-цеховых условиях. Технологии ремонта в полевых условиях.				
Технологии ре-инженеринга инжиниринга авиационных конструкций из полимерных композиционных материалов	4	0	6	4
Технологии ре-инженеринга инжиниринга авиационных конструкций из полимерных композиционных материалов				
Технология прямого прессования типовых изделий из реактопластичных и термопластичных матриц.	4	0	6	4
Технология прямого прессования типовых изделий из реактопластичных и термопластичных матриц.				
Технология намотки изделий из реактопластичных композиционных материалов.	4	0	0	4
Технология намотки изделий из реактопластичных композиционных материалов.				
Технология металлических композиционных материалов	4	0	6	4
Технология металлических композиционных материалов				
ИТОГО по 3-му семестру	32	0	36	36
ИТОГО по дисциплине	64	0	72	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основы разработки технологических процессов. Основные понятия о ТУк, ТИ, ТП. Ознакомление с нормативно-технологической документацией. Требования системы СМК, ЕСТД.
2	Технология пропитки под давлением и инфузия. Изготовление элемента переменного сечения из стеклопластика по технологии вакуумной инфузии. Изготовление пластины из стеклопластика по технологии пропитки под давлением (RTM)
3	Препреговая технология. Разработка типового технологического указания на изготовление пластины из ПКМ по технологии автоклавного формования. Изготовление толстостенной и тонкостенной плиты-заготовки для определения ФМХ и ФХХ по технологии автоклавного формования.
4	Типовой технологический цикл формования изделий из полимерных композиционных материалов на примере стандартизированных изделий: - фланец - сотовый сэндвич с ЗПК - тонкостенная оболочка с ребром - толстостенный элемент конструкции - трубчатая конструкция (пример термокомпрессионного формования) - клеевое соединение - элементы с равновесной и неравновесной схемой армирования
5	Организация входного и выходного контроля материалов и изделий из ПКМ. Организация приемки изделий из ПКМ в рамках специального технологического процесса.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
6	Применяемые технологические процессы изготовления деталей из полимерных термопластичных композиционных материалов. Разработка типового технологического указания на изготовление пластины из ТКМ. Изготовление плиты из армированных термопластичных композиционных материалов для определения ФМХ и ФХХ
7	Технология прямого прессования типовых изделий из реактопластичных и термопластичных матриц. Разработка типового технологического указания на изготовление пластины из ПКМ. Изготовление плиты-заготовки для определения ФМХ и ФХХ по прямого прессования.
8	Технология намотки типовых изделий из реактопластичных матриц. Разработка типового технологического указания на изготовление кольцевого образца из ПКМ. Изготовление кольцевых образцов по технологии мокрой намотки
9	Практические занятия по работе с технологическим оборудованием. Освоение навыков по подготовке управляющей программы для лазерного проектора. Подготовка программы для раскройного плоттера. Освоение технологического оборудования

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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, лабораторным работам 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	Болотин В. В., Новичков Ю. Н. Механика многослойных конструкций. М. : Машиностроение, 1980. 323 с.	11
2	Костиков В. И. Физико-химические основы технологии композиционных материалов: теоретические основы процессов создания композиционных материалов : учебное пособие для вузов. Москва : Издат. дом МИСиС, 2011. 239 с. 15 усл. печ. л.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Буланов И. М., Воробей В. В. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов : учебник для вузов. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. 514 с.	8
2	Композиционные материалы : справочник / Васильев В. В., Протасов В. Д., Болотин В. В., Алфутов Н. А. Москва : Машиностроение, 1990. 510 с.	48
3	Научные основы технологии композиционно-волоконных материалов. Ч.1. Пермь : Пермское книжное издательство, 1974. 317 с.	10
4	Научные основы технологии композиционно-волоконных материалов. Ч.2. Пермь : Пермское книжное издательство, 1975. 276 с.	12
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	
2	Механика композиционных материалов и конструкций : всероссийский научный журнал. Москва : Ин-т прикл. механики РАН, 1995 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Адашкин А. М., Зуев В. М. Материаловедение и технология материалов : учебное пособие для среднего профессионального образования. Москва : ФОРУМ, 2013. 334 с. 27,09 усл. печ. л.	4
2	Богодухов С.И., Гребенюк В.Ф., Синюхин А.В. Курс материаловедения в вопросах и ответах : учебное пособие для вузов. М. : Машиностроение, 2003. 255 с.	14
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Рогов В.А., Позняк Г. Г. Современные машиностроительные материалы и заготовки : учебное пособие для вузов. М. : Академия, 2008. 330 с.	10

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	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.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6407	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ 32794-2014 КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ Термины и определения	https://docs.cntd.ru/document/1200113813	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 50583-93 «Материалы композиционные полимерные. Номенклатура показателей»	https://docs.cntd.ru/document/1200027079	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 54072-2010 «Изделия космической техники. Материалы композиционные полимерные. Номенклатура показателей	https://docs.cntd.ru/document/1200082850	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 56975-2016 Композиты полимерные. Показатели внешнего вида изделий из многослойных стеклокомпозитов	ГОСТ Р 56975-2016 Композиты полимерные. Показатели внешнего вида изделий из многослойных стеклокомпозитов	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 57970-2017 Композиты углеродные. Углеродные композиты, армированные углеродным волокном. Классификация	https://docs.cntd.ru/document/1200157749	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2083	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Гид по композиционным материалам Carbon Studio 2020 год	https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1674910820&tld=ru&lang=ru&name=2-99-2022-WEB.pdf&text=%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Современные технологии производства изделий из полимерных композиционных материалов 2022-2023 г.	https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1674910820&tld=ru&lang=ru&name=2-99-2022-WEB.pdf&text=%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Каблов, В.Ф. Современные проблемы полимерной науки и технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Каблов, А.Ю. Александрина ; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5,5 МБ). – Волжский, 2018. – Режим доступа: http://lib.vol	http://lib.volpi.ru:57772/csp/lib/PDF/595001252.pdf	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Маркин, В. Б. Современные проблемы наук о материалах и процессах : Учебное пособие для студентов и магистрантов направлений «Материаловедение и технологии материалов» и «Техническая физика» / В. Б. Маркин ; МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙС	https://elibrary.ru/item.asp?id=42515761	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Рогов В.А. Современные машиностроительные материалы и заготовки: Учебное пособие для вузов / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. - М.: Академия, 2008. - 330с	https://libcats.org/book/1503688	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Сироткин, О. С. Основы современного материаловедения [Электронный ресурс] : учебник/О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 364 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: 9 http://www.znanium.com/catalog.php , ограниченный.	https://viewer.rusneb.ru/ru/000199_000009_02000012849?page=1&rotate=0&theme=white	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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 Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.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	https://elib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRsmart	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Автоклавный комплекс	1
Практическое занятие	Испытательные машины	10
Практическое занятие	Комплект ручного инструмента	1
Практическое занятие	Компьютер	10
Практическое занятие	Лаборатория композитных звукопоглощающих авиационных конструкций и технологий" в составе инв.№ 0485887	1
Практическое занятие	Лазерный проектор	11
Практическое занятие	Основные и вспомогательные материалы	12
Практическое занятие	Раскроечный плоттер	1
Практическое занятие	СИЗ	12
Практическое занятие	Технологическая оснастка	12
Практическое занятие	Формовочный пресс	1

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 по дисциплине
«Передовые технологии производства конструкций авиационной
техники из композиционных материалов»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль) образовательной программы: Перспективные технологии создания конструкций ГТД и мотогондол из композиционных материалов

Квалификация выпускника: «Магистр»

Выпускающая кафедра: Механика композиционных материалов и конструкций

Форма обучения: Очная

Курс: 1

Семестр: 1, 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 8 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 288 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Диф. Зачет: 2 семестр

Экзамен: 3 семестр

Пермь 2023

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.

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (1-го и 2-го семестра учебного плана) и разбито на несколько учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, 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 промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим и лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
3.1 Знать основы разработки технологических процессов, технологических указаний, технологических рекомендаций	С1	ТО1		КР1		ТВ
3.2 знать особенности технологических процессов изготовления изделий из ПКМ	С2	ТО2		КР2		ТВ
3.3. знать основы и принципы соединения и ремонта изделий из композиционных материалов						ТВ
3.4. Знать основы менеджмента и контроля качества изделий из полимерных композиционных материалов						ТВ
3.5 основы производства высокотемпературных полимерных композиционных материалов на основе реактопластичных и термопластичных матриц						
Освоенные умения						
У.1 уметь проектировать производство конструкций авиационной техники из композиционных материалов		ТО3		КР2		ПЗ
У.2 уметь разрабатывать технологические процессы, технологические рекомендации, технологические указания				КР1		ПЗ

У.3. уметь применять знания о технологиях производства изделий из КМ при разработке конструкций	С3	ТО4				ПЗ
У.4. уметь изготавливать изделия из КМ по различным технологиям						
Приобретенные владения						
В.1 владеть технологией пропитки под давлением						КЗ
В.2 владеть препреговой технологией по автоклавному методу изготовления						КЗ
В.3 владеть технологией изготовления оснастки методом вакуумной инфузии	С4			КРЗ		КЗ
В.4. владеть технологией прямого прессование и мокрой намотки изделий из КМ						КЗ
В.5. владеть технологиями ре-инженеринга авиационных конструкций из полимерных композиционных материалов						КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; 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 бланчного 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 промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

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

2.2.1. Защита лабораторных работ

Не предусмотрены.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «основы разработки технологических процессов, технологических указаний, технологических рекомендаций», вторая КР – по модулю 2 «особенности технологических процессов изготовления изделий из ПКМ», третья КР – по модулю 3 «технологией изготовления оснастки методом вакуумной инфузии».

Типовые задания первой КР:

1. Основные разделы технологического процесса. Различие технологического процесса и технологического указания.
2. Особенности специальных технологических процессов. Основные контролируемые параметры технологических процессов.

Типовые задания второй КР:

1. Основные технологические переходы изготовления изделий из КМ по препреговой технологии и автоклавным формованием.
2. Технологический пакет, основные материалы, правила сборки.

Типовые задания третьей КР:

1. Технология вакуумной инфузии, основные понятия, область применения.
2. Процесс изготовления оснастки по технологии вакуумной инфузии.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная 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, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основные принципы разработки ТП, ТУ, ТР.
2. Ключевые отличия ТП изготовления изделий из ПКМ от традиционных материалов.
3. Методы и технологии соединения и ремонта изделий из ПКМ.
4. Методы контроля качества изделий из ПКМ.
5. Основные требования системы менеджмента качества.
6. Основные технологии создания высокотемпературных КМ

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Спроектировать участок производства изделий по препреговой технологии
2. Спроектировать участок производства изделий по технологии пропитки под давлением
3. Спроектировать участок производства изделий по технологии вакуумной инфузии

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Разработать директивный технологический процесс по препреговой технологии
2. Разработать директивный технологический процесс по технологии пропитки под давлением
3. Разработать директивный технологический процесс по технологии вакуумной инфузии

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и

владений представлен в приложении 1. *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-х 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 и 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 компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

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.

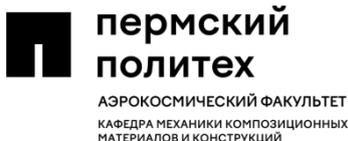
При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1

Список детализированных вопросов для аттестации по дисциплине

1. Основные этапы проектирования конструкции из композиционного материала (КМ).
2. Разработка конструкторско-технологической схемы детали из КМ.

3. Особенности технологии автоклавного формования
4. Особенности технологии вакуумного формования
5. Особенности технологии ручной выкладки препрега
6. Особенности технологии пропитки методом инфузии
7. Особенности роботизированной выкладки препрега
8. Оценка параметров технологического процесса полимеризации конструкций из полимерных композиционных материалов (поле температуры и поле конверсии связующего).
9. Основные этапы типового технологического процесса.
10. Основные принципы разработки ТП, ТУ, ТР.
11. Ключевые отличия ТП изготовления изделий из ПКМ от традиционных материалов.
12. Методы и технологии соединения и ремонта изделий из ПКМ.
13. Методы контроля качества изделий из ПКМ.
14. Основные требования системы менеджмента качества.
15. Основные технологии создания высокотемпературных КМ



Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 1

1. Препреговая технология и автоклавное формование.
2. Патрубок из ПКМ (ПС-90). Металлическая оснастка.

« _____ » _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____



Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 2

1. Препреговая технология и автоклавное формование.
2. Лопатка спрямляющего аппарата. Металлическая оснастка.

« ____ » _____ 20_ г.

Зав. кафедрой _____



Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

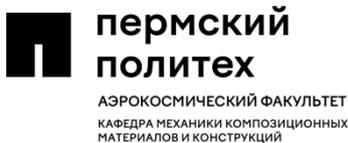
Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 3

1. Препреговая технология и автоклавное формование.
2. Патрубок из ПКМ (ПС-90). Композитная оснастка.

« ____ » _____ 20_ г.

Зав. кафедрой _____



Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

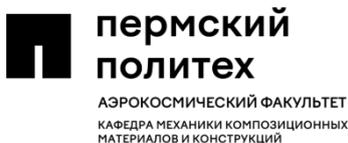
Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 4

3. Препреговая технология и автоклавное формование.
4. Створка реверсивного устройства. Композитная оснастка.

« ____ » _____ 20_ г.

Зав. кафедрой _____



Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 5

1. Препреговая технология и автоклавное формование.
2. Створка капота. Автоматизированная выкладка.

« ____ » _____ 20__ г.

Зав. Кафедрой _____



**пермский
политех**

АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МЕХАНИКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 6

1. Препреговая технология и автоклавное формование.
2. Обтекатель реверса. Автоматизированная выкладка.

« ____ » _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____



**пермский
политех**

АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МЕХАНИКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 7

1. Препреговая технология и автоклавное формование.
2. Лопатка вентилятора. Металлическая оснастка.

« ____ » _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____



**пермский
политех**

АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МЕХАНИКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 8

1. Препреговая технология и автоклавное формование.
2. Лопатка вентилятора. Композитная оснастка.

« ____ » _____ 20_ г.

Зав. Кафедрой _____



**пермский
политех**

АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МЕХАНИКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 9

1. Технология вакуумной инфузии.
2. Технологическая оснастка для створки капота.

« ____ » _____ 20_ г.

Зав. кафедрой _____



**пермский
политех**

АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МЕХАНИКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Кафедра механики композиционных материалов и конструкций

Дисциплина: Передовые технологии производства конструкций авиационной техники из композиционных материалов
22.04.01 профиль «Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов»

БИЛЕТ № 10

1. Технология вакуумной инфузии.
2. Технологическая оснастка для обтекателя реверса.

« ____ » _____ 20_ г.

Зав. кафедрой _____

Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений

Задание № __. (анализ кейс-стади)

Проверяемые результаты обучения: у2; в2

Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного кейса и ответьте на вопросы задания.

Критерии оценки ситуационных заданий

Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.

Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.

Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.

Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.

Ситуация 1. Имеется лопатка спрямляющего аппарата, изготовленная из алюминия. Предложите варианты изготовления данной конструкции из полимерных композиционных материалов по различным технологиям.

Ситуация 2. При изготовлении корпусной детали со схемой армирования $0/90 \pm 45/90$ после изготовления на металлической оснастке произошло изменение формы корпуса с цилиндрической на коническую. Необходимо внести изменения в технологический процесс.

Ситуация 3. При сборке технологического пакета на автоклавное формование процесс проверки вакуума показал падение давления до 0,84 МПа. Необходимо найти причины.

Ситуация 4. Имеется деталь диаметром 3 м. Необходимо описать полный цикл изготовления оснастки.