

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 разработка технологии создания конструкций  
из композиционных материалов

(наименование)

**Форма обучения:** очная

(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 324 (9)

(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, умений и практических навыков в области проектирования конструкций из полимерных композиционных материалов и разработки технологий изготовления этих конструкций.

Задачи учебной дисциплины

- изучение типовых элементов конструкций из композиционных материалов, методов соединения деталей из КМ, инженерных методик оценки работоспособности, основных технологических процессов изготовления и обработки;

- формирование умений выбора исходных материалов (связующие, препреги, армирующие наполнители), проектирования типовых деталей из КМ, разработки технологических процессов изготовления;

- формирование практических навыков разработки конструкторской и технологической документации для проектирования и производства изделий из КМ.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Детали и узлы летательных аппаратов и энергетических установок из полимерных композиционных материалов

### 1.3. Входные требования

Знание основ теории упругости анизотропных материалов, основ взаимозаменяемости в машиностроении, основ инженерной графики.

## 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	Знать основные характеристики применяемых в аэрокосмической промышленности полимерных композиционных материалов, виды и свойства армирующих наполнителей и связующих, паспорта и технические условия на материалы разработки ВИАМ и других ведущих организаций, нормы прочности на узлы из КМ, типовые рекомендуемые разработчиками материалов процессы переработки.	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	Контрольная работа
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Уметь осуществлять поиск новых и перспективных ПКМ в соответствии с требованиями технических заданий к тактико-техническим характеристикам разрабатываемых изделий аэрокосмической техники, выбирать оптимальное технологическое оборудование для реализации процессов изготовления изделий.	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	Индивидуальное задание
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеть навыками анализа и систематизации отраслевой производственной, научной, патентной	Владеет навыками поиска, анализа и систематизации профильной литературы, патентов и авторских свидетельств по неметаллическим компози	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		литературы, конструкторской и технологической документации, направления и результаты поисковых НИР и ОКР ведущих предприятий аэрокосмического комплекса Пермского края и России, мировые достижения в области проектирования и производства изделий из КМ.	-ционными материалам с улучшенными характеристиками, анализом передового опыта, новых технологий 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	
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знать инженерные методы оценки прочности, устойчивости и деформативности деталей из композиционных материалов, типовые элементы конструкций из КМ	Знает основные сведения о свойствах конструкционных материалов; основы технологии производства изделий из композиционных материалов; технические требования, предъявляемые к материалам для изготовления изделий из ПКМ; основные требования к производственной среде при проектировании технологических процессов	Курсовой проект
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Уметь проводить расчеты на прочность, деформативность и устойчивость и оформлять результаты расчетов в виде конструкторских документов. Уметь разрабатывать рабочие чертежи деталей и узлов в современных системах	Умеет пользоваться стандартным программным обеспечением для обработки данных, подготовки и оформления документации	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		автоматизированного проектирования, проводить анализ массовых характеристик изделий в системах, разрабатывать конструкторско-технологические схемы изделий из КМ, включая схемы армирования с учетом силовых нагрузок, технологичности и стоимости.		
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеть навыками разбиения проектируемой конструкции на модули, узлы, сборочные единицы и детали, составления комплектов конструкторской документации на изделия аэрокосмической техники из полимерных композиционных материалов, разработки директивных техпроцессов изготовления типовых конструкций, комплектов технологической документации.	Владеет навыками разбиения производственной схемы агрегата на директивные технологические процессы для каждого этапа производства; определения перечня ключевых параметров технологического процесса; разработки схемы производственного процесса изделия и ПКМ; разработки директивных технологических процессов для каждого этапа производства; анализа соответствия технологического процесса требованиям, установленным в сертификационных нормах	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знать современное отечественное и зарубежное (ведущих мировых фирм) технологическое оборудование для производства изделий из полимерных композиционных материалов, возможности этого оборудования по обеспечению точности размеров, обеспечения выкладки препрегов с большой кривизной	Знает методы получения неметаллических композиционных материалов; технологию производства неметаллических композиционных материалов; современные методы и оборудование для проведения исследований, испытаний и отработки неметаллических композиционных материалов; современные методы и оборудование для проведения	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			исследований, испытаний и отработки неметаллических композиционных материалов; методы расчета и оптимизации проведения эксперимента; физико–химические, физико–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	Уметь составлять программы испытаний образцов, конструктивных элементов, деталей и узлов для целей анализа стабильности технологии, паспортизации, назначения ресурса деталей и узлов.	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	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеть навыками анализа условий эксплуатации	Владеет навыками анализа условий эксплуатации новых неметаллических	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>проектируемых изделий и рационального выбора основных и вспомогательных материалов для их изготовления, разработки технических отчетов по научно-исследовательским, опытно-конструкторским и опытно-технологическим работ.</p>	<p>композиционных материалов для определения технических 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	8
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	129	63	66
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	47	27	20
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	74	32	42
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	159	81	78
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет	9		9
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	324	180	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
7-й семестр				
Основные стадии проектирования изделий.	2	0	0	5
а) техническое предложение;				
б) эскизный проект;				
в) технический (рабочий) проект;				
г) организация стадий проектирования во времени.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Особенности проектирования конструкций из КМ. Понятие конструктивно-технологической схемы изделия.	4	0	4	12
а) тесная взаимосвязь конструирования, технологии изготовления и расчетов на прочность, устойчивость и деформативности изделий из КМ; б) отсутствие унифицированных технологий, большое количество необходимой нестандарт-ной технологической оснастки; в) учет пониженной по сравнению с металлами предельно достижимой точности исполнения размеров, границы достижимой точности для разных конструктивно–технологических схем. г) влияние деформативности и теплового расширения технологической оснастки и изделия на конечные размеры д) учет особенностей мехобработки деталей из КМ е) особенности в задании размеров, допусков формы и расположения, выборе конструкторских баз и т.д. ж) технологические припуски.				
Основные факторы, влияющие на принятие конструкторских решений.	6	0	4	12
а) функциональное назначение; б) силовые факторы, температура эксплуатации, действие агрессивных сред и др.; в) анизотропия КМ; г) возможности существующих технологий, наличие основного и вспомогательного оборудования, необходимость проектирования спецоснастки, требуемая точность исполнения размеров и ее достижимость, относительная нестабильность размеров КМ, доступность основных и вспомогательных материалов; д) стоимость, окупаемость инвестиций (evenpoint) на примере известных изделий; е) сроки осуществления проекта; ж) тиражируемость.				
Инженерные методы оценки прочности, устойчивости и деформативности конструкций из КМ	7	0	12	12
Биргер, Лизин, сравнение с металлическими аналогами. Примеры: -схема кольца для шпангоутов -безмоментные оболочки вращения при осесимметричном нагружении -безмоментные оболочки вращения при неосесимметричном нагружении.				
Основные типы конструкций из КМ	4	0	8	20
а) баллоны давления				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
б) отсеки и др. оболочечные конструкции, работающие на устойчивость в) трехслойные панели и оболочки (сэндвичи) г) сопловые блоки д) оболочечные конструкции ЛА, работающие на прочность и жесткость (на примере узлов авиадвигателей ПС-90А, CFM56, Д30КУ-154, воздухозаборники самолета ЯК-42) е) люки, технологические вырезы и отверстия ж) узлы крепления навесных агрегатов з) другие типы конструкций.				
Типовые элементы конструкций из КМ	4	0	4	20
а) силовая оболочка б) подкрепляющие элементы (ребра жесткости, стрингеры) в) соединительные элементы (шпангоуты, фланцы, законцовки) г) типы соединений деталей из КМ, их преимущества и недостатки.				
ИТОГО по 7-му семестру	27	0	32	81
8-й семестр				
Ознакомление с проектами реальных конструкций узлов авиадвигателей	4	0	8	12
- обтекатели мотогондолы; - звукопоглощающие панели и кожухи; - узлы вентиляторной группы; - узлы реверса тяги.				
Инженерные оценки прочности, устойчивости и деформативности деталей из КМ при действии технологических нагрузок на различных технологических стадиях изготовления изделий.	4	0	6	12
- изменение размеров при отверждении и формовании; - учет термоупругих напряжений; - устойчивость тонкостенных элементов при отверждении под давлением.				
Основные технологии производства изделий из композиционных материалов.	4	0	8	12
-выкладка препрега (ручная и автоматизированная) -пропитка под давлением -напыление рубленым волокном -процессы RTM -процессы формования (автоклавное, в прессформах, вакуумное и др.).				
Механическая обработка изделий из композиционных материалов.	4	0	12	18
- особенности механического сверления отверстий в КМ разных типов;				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
- обработка резанием фланцевых узлов; - лазерная и водоструйная резка и сверление.				
Типовые технологические дефекты и дефекты механической обработки.	2	0	4	12
- непрочности, смоляные карманы; - расслоения; - пористость; - непропитка армирующих наполнителей; - выкрашивания связующих и волокон в отвержденных изделиях.				
Мероприятия по оценке и назначению ресурса, паспортизации и сертификации конструкций из КМ.	2	0	4	12
- нормативно-техническая документация, регламентирующая процедуры оценки и назначения ресурса изделий, паспортизации и сертификации конструкций из КМ - методы оценки ресурса; - типа ресурсов наработки изделий, методики назначения ресурса; - методы подтверждения ресурса изделий из КМ.				
ИТОГО по 8-му семестру	20	0	42	78
ИТОГО по дисциплине	47	0	74	159

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	ЕСКД: -виды изделий; -виды и комплектность конструкторских документов; -стадии разработки КД изделий и этапы выполнения работ ЕСТД: общие положения, виды и комплектность технологических документов.
2	Технологические припуски, назначение, характеристики материалов, определяемые на технологических припусках.
3	Деформативность при изготовлении, термосиловое взаимодействие изделий и технологической оснастки при изготовлении изделий из КМ.
4	Инженерный расчет напряжений в силовых шпангоутах.
5	Инженерный расчет напряжений в силовых оболочках.
6	Инженерный расчет напряжений в соединительных фланцах кожухов авиадвигателя при неосесимметричной нагрузке кожухов.
7	Нормы прочности изделий авиационной техники.
8	Изучение рабочих чертежей типовых узлов авиадвигателя из КМ: обтекатели мотогондолы двигателя (реверса, сопла).
9	Изучение рабочих чертежей типовых узлов авиадвигателя из КМ: кожухи подвески, силовые корпуса реверса тяги.
10	Изучение рабочих чертежей типовых узлов авиадвигателя из КМ: звукопоглощающие панели и узлы, вентиляторная группа.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
11	Расчет усилий и давлений на технологическую оснастку при различных технологических переделах изделий из КМ.
12	Изучение оборудования и технологии ручной, автоматизированной и роботизированной выкладки препрегов в цеховых условиях.
13	Изучение оборудования и технологии формования под давлением в цеховых условиях.
14	Изучение оборудования и технологии RTM, вакуумного формования цеховых условиях

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Пректирование силового элемента конструкции из ПКМ.

## 5. Организационно-педагогические условия

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

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

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

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

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

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Васильев В. В. Механика конструкций из композиционных материалов / В. В. Васильев. - Москва: Машиностроение, 1988.	14
2	Воробей В. В. Соединения конструкций из композиционных материалов / В. В. Воробей, О. С. Сироткин. - Ленинград: Машиностроение, 1985.	8
3	Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	48
4	Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.]. - Санкт-Петербург: Профессия, 2008.	25
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	48
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

### 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Заикин, А. Е. Полимерные композиционные материалы. Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks95010">http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks95010</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Ковтунов А. И., Мямин С. В., Семистенова Т. В. Слоистые композиционные материалы [электронный ресурс] электронное учебное пособие Тольятти : ТГУ, 2017	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-139739">http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-139739</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks1971">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks1971</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Андрюшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве лета-тельных аппаратов: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / А.Ю.Андрюшкин, В.К.Иванов. – Элек-трон.дан. СПб.: БГТУ «Военмех» им. Д.Ф.Устинова, 2010. – 136 с.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 444632 ЦВВС)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978 )
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	AutoCAD Design Suite Ultimate, академическая лиц., Education Network 3000 concurrent users, ПНИПУ ОЦНИТ 2019

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Springer Nature e-books	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных Wiley Journals	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Компьютеры	10
Лекция	Компьютер	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютер	10
Практическое занятие	Современное технологическое оборудование: комплексы выкладки препрегов, раскроя, вакуумного и автоклавного формования, RTM.	15

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

Описан в отдельном документе
------------------------------

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Проектирование и разработка технологии создания конструкций из  
композиционных материалов»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Конструирование и производство изделий из композиционных материалов
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Бакалавр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Механика композиционных материалов и конструкций
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 4	<b>Семестр:</b> 7, 8
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	9 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	ч.
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Экзамен: 7 семестр Зачет: 8 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся 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 (7, 8-го семестров учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

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

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 Знать основные характеристики применяемых в аэрокосмической промышленности полимерных композиционных материалов		ТО1		КР2		ТВ
3.2 Знать инженерные методы оценки прочности, устойчивости и деформативности деталей из композиционных материалов, типовые элементы конструкций из КМ	С1	ТО2		КР1		ТВ
3.3.Знать современное отечественное и зарубежное (ведущих мировых фирм) технологическое оборудование для производства изделий из полимерных композиционных материалов, возможности этого оборудования по обеспечению точности размеров, обеспечения выкладки препрегов с большой кривизной		ТО3		КР2		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У.1 Уметь осуществлять поиск новых и перспективных ПКМ в соответствии с требованиями технических заданий к тактико-техническим характеристикам разрабатываемых изделий аэрокосмической техники, выбирать оптимальное технологическое оборудование для реализации процессов изготовления изделий.			ОЛР1	КР2		ПЗ

У.2 Уметь проводить расчеты на прочность, деформативность и устойчивость и оформлять результаты расчетов в виде конструкторских документов. Уметь разрабатывать рабочие чертежи деталей и узлов в современных системах автоматизированного проектирования, проводить анализ массовых характеристик изделий в системах, разрабатывать конструкторско-техно-логические схемы изделий из КМ, включая схемы армирования с учетом силовых нагрузок, технологичности и стоимости.			ОЛР2 ОЛР3	КР1		ПЗ
У.3. Уметь составлять программы испытаний образцов, конструктивных элементов, деталей и узлов для целей анализа стабильности технологии, паспортизации, назначения ресурса деталей и узлов.			ОЛР4 ОЛР5	КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеть навыками анализа и систематизации отраслевой производственной, научной, патентной литературы, конструкторской и технологической документации, направления и результаты поисковых НИР и ОКР ведущих предприятий аэрокосмического комплекса Пермского края и России, мировые достижения в области проектирования и производства изделий из КМ.			ОЛР6			КЗ
<b>В.2</b> Владеть навыками разбиения проектируемой конструкции на модули, узлы, сборочные единицы и детали, составления комплектов конструкторской документации на изделия аэрокосмической техники из полимерных композиционных материалов, разработки директивных техпроцессов изготовления типовых конструкций, комплектов технологической документации.			ОЛР7			КЗ
<b>В.3</b> Владеть навыками анализа условий эксплуатации проектируемых изделий и рационального выбора основных и вспомогательных материалов для их изготовления, разработки технических отчетов по научно-исследовательским, опытно-конструкторским и опытно-технологическим работ.			ОЛР8 ОЛР9			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.

## **1. 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 обучающегося 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 обучающимися отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

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

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

- контроль остаточных знаний.

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

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

### **2.2. Рубежный контроль**

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

### **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, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС

образовательной программы.

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

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

##### **1. ЕСКД:**

-виды изделий;

-виды и комплектность конструкторских документов;

-стадии разработки КД изделий и этапы выполнения работ

2. ЕСТД: общие положения, виды и комплектность технологических документов.

3. Деформативность при изготовлении, термосиловое взаимодействие изделий и технологической оснастки при изготовлении изделий из КМ.

4. Инженерный расчет напряжений в соединительных фланцах кожухов авиадвигателя при неосесимметричной нагрузке кожухов.

5. Технологические припуски, назначение, характеристики материалов, определяемые на технологических припусках.

6. Расчет усилий и давлений на технологическую оснастку при различных технологических переделах изделий из КМ.

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

1. Провести оценку деформативности технологической оснастки при изготовлении изделий из КМ.

2. Выполнить инженерный расчет напряжений в соединительных фланцах кожухов авиадвигателя при неосесимметричной нагрузке кожуха.

3. Составить план мониторинга основных работ проекта.

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

1. Спроектировать силовой элемент реверсивного устройства авиационного двигателя.

*. 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.