

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » мая 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Материаловедение и композиционные материалы
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

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

Направленность: Проектирование, производство и эксплуатация беспилотных летательных аппаратов из композиционных материалов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для решения стандартных задач профессиональной деятельности в области материаловедения и композиционных материалов различного вида.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основных видов композиционных материалов и технологий их получения, теоретических основ конструирования композиционных материалов;
- формирование умений выбора исходных материалов для получения конструкционных композитов, анализа и прогнозирования их свойств;
- формирование навыков обоснованного выбора армирующих компонентов, методов их получения и способа внедрения в матрицу.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объекты учебной дисциплины

- матрицы и армирующие элементы композиционных материалов;
- технологии получения армирующих элементов и композиционных материалов различного вида;
- состав, структура, свойства и области применения композиционных материалов различного вида;
- теоретические основы конструирования композиционных материалов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знать основные характеристики применяемых в аэрокосмической промышленности 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 композиционных материалов, 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	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Уметь осуществлять поиск новых и перспективных композиционных материалов 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	Курсовая работа

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 композиционных материалов	-ционные 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	
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знать основные методы и особенности испытаний композиционных материалов	Знает основные закономерности протекания химических процессов и гетерогенных взаимодействий, законы физикохимии конденсированного состояния, свойства основных типов матриц, волокон, границ раздела и схемы армирования композиционных материалов, особенности физико-химических процессов при создании и деформировании композиционных материалов	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Уметь проводить расчеты физико-механических свойств композиционных материалов.	Умеет выполнять термодинамические расчеты, описывать кинетику химических процессов, применять основные законы и теории физического материаловедения в экспериментальных исследованиях и профессиональной	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			деятельности; прогнозировать упругие и прочностные свойства квазиизотропных однонаправленно армированных композитов, композитов слоистой структуры, объемно-армированных композитов и статистических смесей	
ПК-1.2	ИД-ЗПК-1.2	Владеть навыками выполнения структурного анализа, измерений и испытаний композиционных материалов. Владеет навыками обработки данных, полученных при испытаниях композиционных материалов. Владеет навыками оформления отчетов по результатам испытаний композиционных.	Владеет навыками использования методов физической химии, физического материаловедения к описанию, анализу и экспериментальному исследованию физических и химических систем, процессов и явлений	Курсовая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	26	26	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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
5-й семестр				
Классификация и критерии конструирования композиционных материалов	4	0	4	14
<p>Тема 1. Определение и примеры композиционных материалов. Анализ состояния и перспективы развития композиционных материалов в России и за рубежом.</p> <p>Тема 2. Классификация композиционных материалов.</p> <p>Классификация по материалу матрицы (металлическая, керамическая, полимерная и др.) и армирующих элементов; по геометрии компонентов; структуре и расположению компонентов; по методу получения и назначению.</p> <p>Тема 3. Критерии конструирования композиционных материалов. Основные требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Свойства некоторых современных композиционных материалов.</p>				
Межфазное взаимодействие, совместимость компонентов и стабильность границы раздела композиционного материала	2	0	2	6
<p>Тема 4. Межфазное взаимодействие и совместимость компонентов композиционного материала.</p> <p>Химическая совместимость компонентов. Основные термодинамические представления о совместимости материалов. Классификация композитов на основе межфазного взаимодействия.</p> <p>Тема 5. Типы связей и стабильность границы раздела композиционного материала. Типы связей на границе раздела между компонентами композита.</p> <p>Термическая и механическая стабильность поверхности раздела композита. Прочность границы и характер разрушения композита.</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
Упругие и прочностные свойства композиционных материалов	2	0	2	8
Тема 6. Упругие свойства композиционных материалов. Упругие свойства композита, армированного непрерывными волокнами. Упругие свойства порошковых композитов. Тема 7. Прочностные свойства композиционных материалов. Прочность композита, армированного непрерывными волокнами. Влияние ориентации волокон на разрушение композита. Прочность при растяжении композита, армированного дискретными волокнами. Вязкость разрушения композита.				
Характеристика и основы технологии получения компонентов композиционных материалов	2	0	2	6
Тема 8. Матричные материалы. Металлические матрицы. Полимерные матрицы. Керамические матрицы. Тема 9. Армирующие элементы. Технологии получения металлических волокон и их свойства. Технологии получения стекло- и кварцевых волокон и их свойства. Технологии получения и свойства органических волокон. Методы получения борных, углеродных, поликристаллических и монокристаллических керамических волокон и их свойства. Методы получения нитевидных кристаллов, природа их прочности и свойства.				
Производство металлических композиционных материалов	4	0	4	14
Тема 10. Твердофазные, жидкофазные и газофазные способы производства металлических композиционных материалов. Тема 11. Методы получения дисперсно-упрочненных композитов. Общая характеристика дисперсно-упрочненных композитов и механизм упрочнения. Тема 12. Свойства и методы получения псевдосплавов. Методы и условия получения эвтектических композиционных материалов. Тема 13. Основные виды металлических композиционных материалов. Свойства, методы получения и области применения.				
Производство полимерных композиционных материалов	4	0	4	14
Тема 14. Основные технологические процессы получения полимерных композиционных материалов. Тема 15. Методы формования полимерных				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
композиционных материалов. Тема 16. Получение заготовок для полимерных композиционных материалов в виде препрегов и премиксов. Получение препрегов методом пропитки арматуры в смолах. Получение препрегов с использованием порошковых дисперсных полимеров. Объединение упрочняющих элементов. Тема 17. Основные виды полимерных композиционных материалов. Свойства, методы получения и области применения.				
Перспективные композиционные материалы	2	0	2	6
Тема 18. Керамические композиционные материалы. Тема 19. Углерод-углеродные композиционные материалы. Композиционные наноматериалы.				
Методы определения механических свойств композиционных материалов	2	0	2	6
Тема 20. Испытания композиционных материалов на растяжение, сжатие и сдвиг.				
Конструирование с применением композиционных материалов	4	0	4	16
Тема 21. Сплошные соединения. Клеевые соединения. Формовочные соединения. Сварные соединения. Тема 22. Механические соединения. Резьбовые соединения. Клепанные соединения. Самозаклинивающиеся соединения. Сшивные соединения. Игольчатые соединения. Тема 23. Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов. Тема 24. Ограничения при проектировании композитов. Стадии проектирования композитов.				
ИТОГО по 5-му семестру	26	0	26	90
ИТОГО по дисциплине	26	0	26	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет объемного и массового содержания армирующих компонентов композиционного материала.
2	Расчет упругих и прочностных характеристик композиционных материалов по свойствам компонентов.
3	Расчеты прочностных характеристик непрерывно-армированных композиционных материалов.
4	Технологические процессы изготовления композиционных материалов на основе металлических матриц.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
5	Выбор технологического процесса создания металлического дисперсноупрочнённого порошкового материала.
6	Особенности технологических процессов изготовления дисперсно-упрочненных композиционных материалов, псевдосплавов и эвтектических композиционных материалов.
7	Классифицирование структур дисперсноупрочнённых материалов.
8	Жаропрочные композиционные металлические материалы.
9	Исследование структуры и электросопротивления псевдосплавов системы Cu — Cr электротехнического назначения.
10	Структура, свойства и применение карбидосталей.
11	Механизм упрочнения композиционных материалов волокнами.
12	Технологические процессы производства изделий из полимерных композиционных материалов.
13	Проектирование и расчет компонентов композиционных материалов с хаотично ориентированными дискретными волокнами.
14	Проектирование конструкции из композиционных материалов.
15	Диагностика свойств композиционных материалов.

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Выбор технологического процесса создания металлического дисперсноупрочнённого порошкового материала.
2	Проектирование конструкции из композиционных материалов.
3	Проектирование и расчет компонентов композиционных материалов с хаотично ориентированными дискретными волокнами.
4	Расчеты прочностных характеристик непрерывно-армированных композиционных материалов.
5	Расчет упругих и прочностных характеристик композиционных материалов по свойствам компонентов.

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.

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.

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, 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	Батаев А. А., Батаев В. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение : учебное пособие. Москва : Логос, 2006. 398 с.	17

2	Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учебное пособие для вузов / Кербер М. Л., Виноградов В. М., Головкин Г. С., Горбаткина Ю. А. Санкт-Петербург : Профессия, 2008. 557 с.	25
3	Производство изделий из полимерных материалов : учебное пособие для вузов / Крыжановский В. К., Кербер М. Л., Бурлов В. В., Панаматченко А. Д. Санкт-Петербург : Профессия, 2008. 460 с.	28
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Батаев А. А., Батаев В. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение : учебное пособие. Москва : Логос, 2006. 398 с.	17
2	Бочкарев С. В. Технология производства полимерных композитных материалов и конструкций на их основе : учебное пособие. Пермь : ПГТУ, 1999. 204 с.	32
3	Композиционные материалы : справочник. Киев : Наукова думка, 1985. 592 с.	16
4	Костиков В.И., Варенков А.Н. Сверхвысокотемпературные композиционные материалы. Москва : Интернет Инжиниринг, 2003. 559 с.	16
5	Курганова Ю. А., Колмаков А. Г. Конструкционные металломатричные композиционные материалы : учебное пособие для вузов. Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. 142 с. 9,0 усл. печ. л.	5
6	Мелешко А. И., Половников С.П. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты. Москва : Сайнс-Пресс, 2007. 189 с.	5
7	Мэттьюс Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология : учебник для вузов пер. с англ. Москва : Техносфера, 2004. 407 с.	34
8	Полимерные нанокompозиты : пер. с англ. Москва : Техносфера, 2011. 687 с. 43,0 усл. печ. л.	6
2.2. Периодические издания		
1	Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия : журнал. Москва : Калвис, 2007 - .	
2	Композиты и наноструктуры : научно-технический журнал. Москва : Машиздат, 2009.	
3	Конструкции из композиционных материалов : межотраслевой научно-технический журнал. Москва : ВИМИ : ГРЦ КБ им. В. П. Макеева : НПО ПМ им. М. Ф. Решетнева, 1981 - .	
4	Материаловедение : научно-технический и производственный журнал. Москва : Наука и технологии, 1997 - .	
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	Батаев А. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2349	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Вотинов А. М. Технология композиционных материалов	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2198	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Композиционные материалы / Под ред. Д. М. Карпиноса.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2086	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)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

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/
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/
Образовательная платформа Юрайт	https://urait.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
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
Курсовая работа	компьютеры	15
Лекция	компьютеры	1
Лекция	проектор	1
Практическое занятие	высокотемпературная печь НТ64/17	1
Практическое занятие	испытательная машина «Heckert-10»	1
Практическое занятие	маятниковый копер	1
Практическое занятие	микроскоп «Neophot-21»	1
Практическое занятие	планетарная вариомельница «Пульверизетте»	1
Практическое занятие	полировальный станок «Нерис»	1
Практическое занятие	твердомер ТБ-5004	1
Практическое занятие	штангенциркуль	3
Практическое занятие	электронные весы	2

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе