

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: Материаловедение и технологии композиционных материалов
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 288 (8)
(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 материаловедения и технологии композиционных материалов различного вида.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основных видов композиционных материалов и технологий их получения, теоретических основ конструирования композиционных материалов;
- владеть навыками обоснованного выбора армирующих компонентов, методов их получения и способа введения в матрицу;
- формирование умений выбора технологических процессов получения композиционных материалов, а также изделий из них.
- изучение структуры, физики и механики конструкционных полимеров, механических и тепловых свойств полимеров, основ конформационной и статистической теории полимеров.
- формирование умений выбора исходных материалов для получения конструкционных полимеров и связующих для композитов, анализа и прогнозирования свойств полимеров в составе композитов.
- формирование практических навыков применения теоретических положений физики и механики полимеров при разработке технологических процессов переработки полимеров в связующие композитов и конечные изделия из полимерных композиционных материалов.

1.2. Изучаемые объекты 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

Знание основ курса общей физики для технических университетов, в частности термодинамики, курса общего материаловедения, основ химии полимеров, основ теории упругости.

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	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Должен 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	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Должен владеть навыками анализа и систематизации отраслевой производственной, научной, патентной	Владеет навыками поиска, анализа и систематизации профильной литературы, патентов и авторских свидетельств по неметаллическим компози	Индивидуальн ое задание

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 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-2.2	ИД-1ПК-2.2	Должен знать инженерные методы оценки прочности, устойчивости и деформативности деталей из композиционных материалов, типовые элементы конструкций из КМ.	Знает структуру справочно-информационных баз системы автоматизированного проектирования; материалов; методы задания свойств композиционных материалов и методы построения деталей и конструкций из композиционных материалов в системах автоматизированного проектирования	Зачет
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Должен уметь: - проводить расчеты на прочность, деформативность и устойчивость и оформлять результаты расчетов в виде конструкторских документов; - разрабатывать рабочие чертежи деталей и узлов в современных системах автоматизированного проектирования;	Умеет использовать справочно-информационные базы системы автоматизированного проектирования; при выборе моделей; задавать композиционные материалы с различными структурными параметрами с использованием систем автоматизированного проектирования;	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>- проводить анализ массовых характеристик изделий в системах;</p> <p>- разрабатывать конструкторско-технологические схемы изделий из КМ, включая схемы армирования с учетом силовых нагрузок, технологичности и стоимости.</p>	<p>применять методы построения конструкций из композиционных материалов</p>	
ПК-2.2	ИД-ЗПК-2.2	<p>Должен 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.</p>	<p>Владеет навыками построения твердотельных моделей конструкций и деталей; навыками расчета конструкций и деталей из композиционных материалов в системах автоматизированного проектирования</p>	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	108	54	54
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	18	18
- лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	16	16
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	180	90	90
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет	9	9	
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
5-й семестр				
Введение	1	0	0	10
Анализ состояния и перспективы развития композиционных материалов (КМ) в России и за рубежом. Классификация КМ: по материалу матрицы (металлическая, керамическая, полимерная и др.) и армирующих элементов; по геометрии компонентов, структуре и расположению компонентов; по методу получения и назначению.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы конструирования композиционных материалов.	3	4	6	20
Факторы, определяющие свойства композита. Уравнение аддитивности. Закон Гука для изотропных материалов. Анизотропия прочности. Критерии предельных напряженных состояний и максимальных напряжений и деформаций. Модуль нормальной упругости однонаправленного КМ. КМ, армированные дискретными и хаотично ориентированными волокнами. Предел прочности композита армированного непрерывными волокнами. Влияние ориентации волокон на разрушение композита. Прочность при растяжении композита, армированного дискретными волокнами. Влияние объемной доли волокон на прочностные свойства КМ. Прочность КМ при сжатии. Особенности разрушения композиционных материалов. Расчет физических свойств КМ по свойствам компонентов.				
Межфазное взаимодействие в композиционных материалах.	1	0	0	10
Термодинамическая и кинетическая совместимости компонентов КМ. Виды межфазного взаимодействия. Влияние поверхности раздела на прочность и характер разрушения КМ. Типы связей между компонентами. Термическая и механическая стабильность поверхности раздела композита. Формирование межфазного контакта. Смачивание композиционных материалов.				
Характеристика и основы технологии получения компонентов композиционных материалов.	4	0	0	10
Матричные материалы на основе металлов, керамик и углерода. 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 композиционных материалов на основе металлических матриц.	4	4	4	10
Твердофазные, жидкофазные и газофазные способы производства металлических композиционных материалов. Методы получения дисперсно-упрочненных композитов. Общая характеристика ДКМ и механизм упрочнения. Свойства и методы получения псевдосплавов. Методы и условия получения эвтектических				

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.				
Перспективные композиционные материалы.	4	8	2	15
Керамические композиционные материалы. Углерод-углеродные композиционные материалы. Композиционные наноматериалы.				
Конструирование с применением КМ.	1	0	4	15
Основные требования, предъявляемые к конструкционным композиционным материалам. Критерии конструирования композиционных материалов. Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов. Ограничения при проектировании композитов. Стадии проектирования композитов.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	16	16	90
6-й семестр				
Введение. Полимеры и их классификация.	1	0	0	10
а) органические, неорганические, кремнийорганические полимеры; б) типы структур полимеров; в) особенности и свойства макромолекул.				
Строение и общие физические свойства полимеров	2	2	2	16
а) строение, структура и физические состояния полимеров; б) стеклообразное и кристаллическое состояние полимеров; в) термодинамика и механика полимерных сеток;				
Статистическая физика макромолекул и полимерных сеток	3	2	4	16
а) конформационная статистика макромолекул; б) статистическая теория деформации полимерных сеток; в) уравнения деформации полимерной сетки.				
Реологические свойства полимеров.	4	4	2	16
а) основные закономерности течения аномально вязких систем; б) особенности вязкого течения полимеров при сдвиге и растяжении; в) роль структурной упорядоченности в формировании реологических свойств полимеров.				
Теплофизические свойства полимеров	4	4	4	16
а) теплопроводность, тепловое расширение и теплоемкость полимеров; б) уравнение состояния полимеров; в) кинетические и фазовые переходы в полимерах.				
Прочность и процессы разрушения полимеров	4	4	4	16
а) теоретическая и техническая прочности; б) классификация механизмов разрушения				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
полимеров; в)термофлуктуационная теория разрушения; г)взаимосвязь процессов релаксации и разрушения.				
ИТОГО по 6-му семестру	18	16	16	90
ИТОГО по дисциплине	36	32	32	180

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет объемного и массового содержания армирующих компонентов КМ.
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.
5	Особенности технологических процессов изготовления дисперсно-упрочненных композиционных материалов, псевдосплавов и эвтектических композиционных материалов.
6	Проектирование и расчет компонентов композиционных материалов с хаотично ориентированными дискретными волокнами
7	Проектирование конструкций из композиционных материалов.
8	Внутримолекулярные вращения и гибкость макромолекул.
9	Агрегатные состояния полимеров (жидкое и твердое), фазовые состояния (аморфное и кристаллическое), релаксационные состояния (стеклообразное, высокоэластичное, вязкотекучее). Температуры стеклования и текучести.
10	Оценка температуры стеклования статистических сополимеров и гомогенных смесей полимеров.
11	Вычисление механической работы при деформации высокоэластического материала.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение содержания армирующего компонента методом микроструктурного анализа
2	Получение псевдосплава железо-медь и определение его свойств.
3	Получение керамического композиционного материала, упрочненного частицами и определение его свойств.
4	Конструирование и исследование свойств пространственно-армированных композиционных материалов с углеродной матрицейМАТРИЦЕЙ
5	6 семестр - 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.

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 / М. Л. Кербер [и др.]. - Санкт-Петербург: Профессия, 2019.	19

3	Свисткова Л. А. Физика полимеров : учебное пособие / Л. А. Свисткова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2003.	32
4	Тугов И. И. Химия и физика полимеров : учебное пособие для вузов / И. И. Тугов, Г. И. Кострыкина. - Москва: Альянс, 2017.	21
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Бартенев Г. М., Зеленов Ю. В. Физика и механика полимеров : учебное пособие для втузов. Москва : Высш. шк., 1983. 391 с.	7
2	Бартенев Г. М., Френкель С. Я. Физика полимеров. Л. : Химия, 1990. 430 с.	7
3	Говарикер В.Р., Висванатхан Н.В., Шридхар Дж. Полимеры : пер. с англ. М. : Наука, 1990. 396 с.	3
4	Композиционные материалы : справочник. Киев : Наук. думка, 1985. 592 с.	16
5	Кулезнев В. Н., Шершнев В. А. Химия и физика полимеров : учебник для вузов. Москва : Высш. шк., 1988. 312 с.	24
6	Малбиев С.А., Горшков В.К., Разговоров П.Б. Полимеры в строительстве : учебное пособие для вузов. М. : Высш. шк., 2008. 456 с.	6
7	Мелешко А. И., Половников С.П. Углерод, углеродные волокна, углеродные композиты. Москва : Сайнс-Пресс, 2007. 189 с.	5
8	Мэттьюс Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология : учебник для вузов пер. с англ. Москва : Техносфера, 2004. 407 с.	34
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 : Mashizdat, 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	Перспективные материалы : журнал. Москва : Интерконтакт Наука, 1995 - .	
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	Композиционные материалы / Под ред. Д. М. Карпиноса.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2086	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Батаев А. А., Батаев В. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение	https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2349	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Autodesk AutoCAD 2019 Education Multi-seat Stand-alone (125 мест СТФ s/n 564-23877442)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	КОМПАС-3D V18 Уч.вер.(АКФ, МКМК, лиц.Иж-17-00089)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.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 Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных Wiley Journals	http://onlinelibrary.wiley.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Весы электронные	2
Лабораторная работа	Высокотемпературная печь НТ64/17	1
Лабораторная работа	Испытательная машина «Heckert-10» 1	1
Лабораторная работа	Микроскоп «Neophot-21»	1
Лабораторная работа	Планетарная вариомельница «Пульверизетте»	1
Лабораторная работа	Твердомер ТБ-5004	1
Лабораторная работа	Штангенциркуль	3
Лекция	ноутбук	1
Практическое занятие	столы	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
«Материаловедение и технологии композиционных материалов»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материаловедение и технологии материалов (общий профиль, СУОС)
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Механика композиционных материалов и конструкций
Форма обучения:	Очная
Курс: 3	Семестр: 5, 6
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	8 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	288 ч.
Форма промежуточной аттестации	Зачет: 5 семестр Зачет: 6 семестр

Пермь 2023

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
Усвоенные знания						
3.1 Знать 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.		ТО1		КР2		ТВ
3.2 Знать 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	С1	ТО2		КР1		ТВ
3.3. Знает методы получения неметаллических композиционных материалов; технологию производства неметаллических композиционных материалов; современные методы и оборудование для проведения		ТО3		КР2		ТВ

исследований, испытаний и отработки неметаллических композиционных материалов; современные методы и оборудование для проведения 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						
Освоенные умения						
У.1 Уметь 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			ОЛР1	КР2		ПЗ
У.2 Уметь пользоваться стандартным программным обеспечением для обработки данных, подготовки и оформления документации			ОЛР2 ОЛР3	КР1		ПЗ
У.3. Уметь 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			ОЛР4 ОЛР5	КР2		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеть навыками поиска, анализа и систематизации профильной литературы, патентов и авторских свидетельств по неметаллическим композиционным 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 неметаллических композиционных материалов			ОЛР6			КЗ
В.2 Владеть 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,			ОЛР7			КЗ

установленным в сертификационных нормах						
В.3 Владеть навыками анализа условий эксплуатации новых неметаллических 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			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 обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

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

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

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

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

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

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

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных 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 освоенных 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 зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Внутримолекулярные вращения и гибкость макромолекул.
2. Агрегатные состояния полимеров (жидкое и твердое), фазовые состояния (аморфное и кристаллическое), релаксационные состояния (стеклообразное, высокоэластичное, вязкотекучее). Температуры стеклования и текучести.
3. Вычисление механической работы при деформации высокоэластического материала.
4. Тепловое расширение полимеров: сравнение свойств полимеров и других материалов.
5. Ньютоновское и аномально вязкое течение.
6. Безопасное напряжение при термофлуктуационном механизме разрушения.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Провести оценку температуры стеклования статистических сополимеров и гомогенных смесей полимеров.
2. Правило логарифмической аддитивности.
3. Критические напряжения и атермический механизм разрушения.

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.