

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 31.08.2023 11:52:11

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Физико-химия и технология композиционных материалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль Физико-химия процессов и материалов

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 74

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 3

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.тн, доцент, Ермолаев А.А.*

Рабочая программа

**Физико-химия и технология композиционных материалов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-6.plx Физико-химия процессов и материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСиС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физико-химия процессов и материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСиС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 17.06.2020 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель – получить знания, умения и навыки в области разработки и изучения свойств композиционных материалов, технологических процессов их получения.
1.2	Задачи - научить:
1.3	1. теоретическим и практическим основам разработки различных композиционных материалов;
1.4	2. выбирать технологические схемы получения композиционных материалов с заданными свойствами.
1.5	3. анализировать процессы, протекающие при получении и эксплуатации композиционных материалов;
1.6	4. контролировать физико-химические свойства при получении и эксплуатации композиционных материалов.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Методология и практика определения размерных характеристик материалов	
2.1.2	Методы защиты металлов и металлопродукции	
2.1.3	Практика перевода и редактирования	
2.1.4	Производственная практика	
2.1.5	Фазовые превращения при получении металлов и соединений	
2.1.6	Физико-химия эволюции твердого вещества	
2.1.7	Энерго- и ресурсосберегающие технологии в производстве и использовании материалов	
2.1.8	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.9	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.10	Спектроскопические (и зондовые) методы исследования материалов	
2.1.11	Учебная практика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 Принципы создания композиционных материалов с заданными свойствами
<b>ПК-3: Способен самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на физико-химические, механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, а также взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Модели (закономерности), описывающие связи между параметрами внешних условий эксплуатации и обработки и параметрами строения (состава и структуры)
<b>ПК-2: Понимает и самостоятельно использует физико-химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 Модели, характеризующие связь между эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и параметрами состава и структуры материала
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 Модели описания эволюции структуры материала на различных масштабных уровнях в терминах физики, химии и механики твердого тела

<b>ПК-2: Понимает и самостоятельно использует физико-химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Разрабатывать рекомендации по изменению состава, структуры, режимов и способов обработки материалов
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У1 Применять знания физико-химических основ процессов получения композиционных материалов и взаимосвязи их свойств со строением в профессиональной деятельности
<b>ПК-3: Способен самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на физико-химические, механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, а также взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Анализировать результаты проведенных испытаний образцов материалов
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Формулировать основные достижения и задачи в области современных композиционных материалов
<b>ПК-3: Способен самостоятельно использовать современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на физико-химические, механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, а также взаимодействия материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Информацией о современном уровне развития композиционных материалов
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Навыками разрабатывать рекомендации по изменению состава, структуры, режимов и способов обработки материалов
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В1 Навыками проведения расчетов физико-механических параметров композиционных материалов
<b>ПК-2: Понимает и самостоятельно использует физико-химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Навыками управления рабочими параметрами лабораторного технологического оборудования таким образом, чтобы они обеспечивали максимальное соответствие технологического процесса, проводимого в ходе лабораторного моделирования, производственному технологическому процессу

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Теоретические основы композиционных материалов</b>							

1.1	Основные понятия, термины и определения. Анализ состояния и перспективы развития композиционных материалов. Классификация КМ. /Лек/	3	1	ОПК-1-У1 ОПК-5-У1 ПК-3-В1	Л1.4 Л1.5Л2.1			
1.2	Упругие и прочностные характеристики анизотропных материалов. Модули упругости композиционных материалов. КМ, армированные дискретными и хаотично ориентированными волокнами. Прочность композиционных материалов. Влияние объемной доли волокон на прочностные свойства композиционных материалов. Особенности разрушения композиционных материалов. /Лек/	3	1	ОПК-5-В1 ПК-3-31	Л2.1			
1.3	Расчет физических свойств композиционных материалов по свойствам компонентов. /Лек/	3	1	ОПК-5-31 ОПК-5-В1 ПК-3-31	Л1.2			
1.4	Межфазное взаимодействие в композиционных материалах. Термодинамическая и кинетическая совместимости компонентов КМ. Виды межфазного взаимодействия.  Адгезия и смачивание в композиционных материалах. Формирование межфазного контакта. Смачивание композиционных материалов. /Лек/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-2-У1	Л1.4			
1.5	Расчет объемного и массового содержания армирующих компонентов КМ. /Пр/	3	2	ОПК-5-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л2.1			
1.6	Расчет упругих и прочностных характеристик композиционных материалов по свойствам компонентов. /Пр/	3	2	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-2-У1	Л1.2			
1.7	Определение вида межфазного взаимодействия в КМ в зависимости от материалов и технологических параметров. /Пр/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-В1 ПК-3-У1	Л1.4 Л2.1			

1.8	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	3	26	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.4 Л1.5 Л2.1			
	<b>Раздел 2. Физико-химия получения компонентов композиционных материалов</b>							
2.1	Матричные материалы, используемые при производстве композиционных материалов.  Матричные материалы на основе металлов: алюминия, титана, меди, никеля и кобальта.  Матричные материалы на основе полимеров. Характеристика полимеров.  Материалы матриц на основе керамик: оксиды алюминия и циркония, бескислородная керамика. /Лек/	3	1	ОПК-5-У1	Л1.4			
2.2	Металлические волокна. Технология получения металлических волокон и их свойства.  Стекловолоконные и кварцевые волокна.  Органические волокна. Арамидные и полиэтиленовые волокна.  Волокна тугоплавких соединений. Углеродные волокна. Структура и свойства керамических волокон. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.4			
2.3	Определение содержания армирующего компонента методом микроструктурного анализа. /Пр/	3	1	ПК-2-В1 ПК-3-У1	Л1.3			
2.4	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	3	7	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4			
	<b>Раздел 3. Технология получения современных композиционных материалов</b>							
3.1	Производство композиционных материалов на основе металлических матриц. Особенности получения, свойства, области применения. /Лек/	3	1	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2 Л2.1			

3.2	Дисперсно-упрочненные композиционные материалы. Общая характеристика ДКМ и механизм упрочнения. Методы получения дисперсно-упрочненных композитов. Области применения ДКМ. /Лек/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.5Л2.1			
3.3	Псевдосплавы. Основные виды псевдосплавов: особенности получения, свойства, области применения. /Лек/	3	1	ОПК-5-31 ПК-3-31	Л1.4			
3.4	Эвтектические композиционные материалы. Технология и свойства ЭКМ. Методы и условия получения эвтектических композиционных материалов. /Лек/	3	2	ПК-2-31	Л1.5			
3.5	Основные технологические процессы получения полимерных композиционных материалов. Получение заготовок для ПКМ в виде препрегов. Наполнители, их классификация в зависимости от природы и структуры. /Лек/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.3 Л1.4			
3.6	Технологические процессы изготовления композиционных материалов на основе металлических матриц.  Особенности технологических процессов изготовления дисперсно-упрочненных композиционных материалов.  Особенности технологических процессов изготовления псевдосплавов.  Особенности технологических процессов изготовления эвтектических композиционных материалов. /Пр/	3	4	ОПК-5-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.5			
3.7	Технологические процессы производства изделий из полимерных композиционных материалов. /Пр/	3	1	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л2.1			
3.8	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	3	21	ПК-2-31	Л1.4 Л1.5 Л2.1			

	<b>Раздел 4. Перспективные композиционные материалы</b>							
4.1	Керамические композиционные материалы. Композиционные материалы, упрочненные частицами и волокнами. Слоистые композиты. Основы технологии получения керамических композиционных материалов. /Лек/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.5			
4.2	Углерод-углеродные композиционные материалы. Основные технологические схемы производства УУКМ. Схемы укладки углеродных волокон. Свойства УУКМ и области применения. /Лек/	3	1	ОПК-1-31 ПК-3-31	Л2.1 Л1.6			
4.3	Композиционные наноматериалы. Нанокompозиты из керамики и полимеров. Слоистые нанокompозиты. Нанокompозиты, содержащие металлы или полупроводники. Молекулярные композиты. /Лек/	3	1	ОПК-1-У1	Л1.1			
4.4	Методы определения механических свойств композиционных материалов. Основные особенности свойств композитов. /Лек/	3	1	ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2			
4.5	Получение керамического композиционного материала, упрочненного частицами, и определение его свойств. Контрольная работа № 1 /Пр/	3	1	ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.6			
4.6	Проектирование и расчет компонентов композиционных материалов с хаотично ориентированными дискретными волокнами. /Пр/	3	2	ОПК-5-В1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2			
4.7	Критерии конструирования композиционных материалов. Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов. /Пр/	3	2	ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2			
4.8	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	3	20	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.5 Л1.6			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Перечень примерных вопросов во время практических занятий:

1. Какие явления и процессы могут происходить в дисперсно-упрочненных композиционных материалах с металлической матрицей? (УК-1-У1;УК-1-В1)
2. Что является причиной растворения тугоплавких соединений в металле матрицы? Каков механизм растворения? (ОПК-5-У1)
3. Какие исходные данные необходимо иметь для определения концентраций элементов тугоплавкого соединения в металлической матрице? (ОПК-5-В1)
4. Какие допущения принимаются при расчете взаимодействия тугоплавких соединений с твердыми металлами? (УК-1-У1;УК-1-В1)
5. Дайте классификацию методов получения композиционных материалов на металлической основе? (УК-1-31)
6. Какие требования предъявляются к процессам получения композиционных материалов на металлической основе? (УК-1-У1;УК-1-В1)
7. Как называется элементная основа, используемая для получения полуфабрикатов и изделий из композиционных материалов? Что она собой представляет и как ее получают? (ОПК-5-В1)
8. Какие требования предъявляются к процессам получения композиционных материалов на органической основе? (ОПК-1-В1)
9. Какие существуют способы получения композиционных материалов на органической основе? (УК-1-31)
10. Предложите принципы классификации композиционных материалов. (УК-1-31)
11. В чем заключается подход при выборе компонентов композиционного материала на металлической основе на стадии его разработки? (УК-1-У1;УК-1-В1)
12. Что позволяет оценить термодинамика на стадии разработки композиционных материалов? (ОПК-1-31)
13. Какие существуют схемы армирования композиционных материалов? (УК-1-31;УК-1-У1)
14. Какие факторы влияют на свойства композиционных материалов? (ОПК-1-31;ОПК-1-У1)
15. Имеются ли ограничения по содержанию наполнителя при различных схемах армирования? (УК-1-У1;УК-1-В1)
16. Дайте определение идеального композиционного материала. (УК-1-31;УК-1-У1)
17. В каких случаях возможна термодинамическая совместимость компонентов композиционного материала? (ОПК-1-31)
18. Какие виды совместимости компонентов композиционного материала вы знаете? (ОПК-1-31)
19. В каких случаях возникает проблема химической совместимости компонентов композиционного материала? (ОПК-5-У1; ОПК-5-В1)
20. Как можно оценить толщину зоны химического взаимодействия на границе раздела композиционного материала? Как она влияет на свойства? (ОПК-5-У1)
21. Нужно ли знать состав зоны химического взаимодействия в композиционном материале? Если да, то почему? (ОПК-5-У1)
22. Влияет ли состав на границе раздела компонентов композиционного материала на термодинамический анализ химического взаимодействия? (ОПК-5-У1;ОПК-1-31)
23. Как можно расчетным путем оценить толщину зоны взаимодействия в композиционном материале на металлической основе? (ОПК-5-У1; ОПК-5-В1)
24. Что такое "борсик"? Как его получают? (УК-1-31)
25. Что такое "вискеризация"? (УК-1-31)
26. Что такое "препрег"? (УК-1-31)
27. Какова роль матрицы в композиционном материале? (ПК-2-У1)
28. Какова роль наполнителя в композиционном материале? (ПК-2-У1)
29. Какие могут быть пути снижения или исключения скорости взаимодействия компонентов композиционного материала? (ОПК-5-У1; ОПК-5-В1)
30. В каких случаях может происходить химическое взаимодействие между компонентами композиционного материала на металлической основе? (ОПК-5-У1; ОПК-5-В1)
31. Какова допустимая предельная толщина продукта взаимодействия компонентов композиционного материала на металлической основе на границе раздела?(ОПК-5-У1)
32. Как решается проблема химической совместимости компонентов композиционного материала? (ОПК-5-У1; ОПК-5-В1)

Вопросы контрольной работы № 1

1. Как решается проблема химической совместимости компонентов композиционного материала? (УК-1-У1;ПК-2-У1)
  - 1) ограничением областей применения
  - 2) снижением температуры процесса получения композиционных материалов
  - 3) заменой наполнителя композиционного материала
  - 4) выбором исходящих материалов компонентов композиционного материала на стадии его разработки
  - 5) увеличением диаметра волокон
2. Какова роль наполнителя в композиционном материале? (УК-1-У1;ПК-2-У1)
  - 1) повысить температуру плавления композиционного материала
  - 2) улучшить технологические свойства материалов
  - 3) повысить прочность характеристики материала

- 4) улучшить обрабатываемость материала  
5) повысить жаростойкость материала
3. Механизм работы волокнистых композиционных материалов заключается в следующем: (УК-1-31;ПК-2-31 )
- 1) в передаче нагрузки через матрицу посредством касательных напряжений  
2) в передаче нагрузки через матрицу посредством сдвиговых напряжений  
3) в торможении дислокаций матричного материала  
4) в передаче нагрузки непосредственно на волокна за счет высокопрочной матрицы  
5) в передачи нагрузки на волокно через матрицу при определенной длине волокна
4. Изделия из конструкционных композиционных материалов на металлической основе можно получить следующими способами: (УК-1-31;ПК-2-31)
- 1) прокатка препрегов  
2) выплавка в электродуговых печах  
3) намоткой волокон на шаблон с последующей пропиткой  
4) методом смешивания волокон порошка материала матрицы с последующим прессованием и спеканием  
5) ковкой и штамповкой препрегов
5. Изделия из дисперсноупрочненных композиционных материалов получают следующими способами: (УК-1-31;ПК-2-31)
- 1) методами классической порошковой металлургии  
2) плазменным напылением  
3) осаждением из газовой фазы  
4) плавкой в электровакуумных печах  
5) распылением расплавов
6. Какие требования предъявляются к конструкционным композиционным материалам? (УК-1-У1;ПК-2-У1)
- 1) выдерживать механические воздействия во время эксплуатации  
2) отсутствие механических нагрузок во время эксплуатации  
3) не допускается сварка деталей при содержании с другими материалами в конструкциях  
4) они не должны быть дисперсноупрочненными  
5) высокая электропроводность
7. Принцип выбора компонентов композиционного материала заключается в следующем: (УК-1-У1;ПК-2-У1)
- 1) сильное различие в свойствах компонентов  
2) компоненты должны обладать близкими значениями прочностных характеристик  
3) компоненты должны обладать высокой стойкостью против окисления  
4) компоненты должны химически взаимодействовать при изготовлении  
5) компоненты должны образовывать твердые растворы с широкой областью гомогенности
8. Механизм работы волокнистых композиционных материалов реализуется при следующих условиях: (УК-1-31;ПК-2-31)
- 1) длина волокна не должна превышать 1000 мкм.  
2) диаметр волокна не должен быть более 1 мкм  
3) материал матрицы должен быть высокопрочным  
4) материал матрицы должен быть пластичным  
5) должна быть непрерывная прочная связь между волокном и матрицей
9. Сохранение целостности волокон и их прочности на стадии изготовления композиционного материала обеспечивается: (УК-1-31;ПК-2-31)
- 1) выбором диаметра волокна  
2) нанесением барьерных покрытий  
3) нанесением технологических покрытий  
4) выбором температуры технологического процесса  
5) ограничением продолжительности технологического процесса
10. Оптимальные параметры технологического процесса получения композиционных дисперсноупрочненных материалов должны обеспечить: (УК-1-31;ПК-2-31)
- 1) взаимодействие компонентов с образованием промежуточной фазы  
2) отсутствие любого взаимодействия компонентов между собой  
3) расплавление матричного материала  
4) укрупнение частиц упрочняющей фазы

5)	получение крупнозернистой структуры
11. Какие факторы влияют на свойства композиционных материалов? (УК-1-31;ПК-2-31)	
1)	величина механической нагрузки воздействующей на материал
2)	способ механической обработки материала при изготовлении изделий
3)	свойства компонентов композиционного материала
4)	способ транспортировки
5)	теплоемкость матричного материала
12. Какие процессы могут протекать в волокнистых композиционных материалах при их получении: (УК-1-31;ПК-2-31)	
1)	взаимодействие компонентов между собой
2)	расплавление волокна
3)	испарение материала волокна
4)	изменение структуры волокна
5)	увеличение диаметра волокна

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Контрольная работа № 1 (УК-1-31;ПК-2-31;УК-1-У1;ПК-2-У1). Вопросы представлены выше.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По данному курсу предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов.

Пример экзаменационного билета представлен в приложении к РПД.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Грахов А. Е., Ю-Винг М., Жонг-Женг Ю.	Полимерные нанокompозиты: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2011
Л1.2	Капитонов А. М., Редькин В. Е.	Физико-механические свойства композиционных материалов: упругие свойства: монография	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2013
Л1.3	Ляхов Н. З.	Металлополимерные нанокompозиты (получение, свойства, применение): монография	Электронная библиотека	Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук, 2005

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Кобелев А. Г., Лысак В. И., Чернышев В. Н., Кузнецов Е. В.	Материаловедение и технология композиционных материалов: учебник для студ. вузов спец. 110600 'Обработка металлов давлением', 110800 'Композиционные и порошковые материалы, покрытия'	Библиотека МИСиС	М.: Интермет инжиниринг, 2006
Л1.5	Варенков А. Н., Донских Н. М.	Композиционные материалы: Учеб. пособие по выполнению курсовой работы для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л1.6	Лаптев А. И., Ермолаев А. А.	Алмазные поликристаллические материалы. Механизм и кинетика синтеза поликристаллического алмаза: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2008

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Блинков И. В., Челноков В. С.	Композиционные материалы: учеб. пособие для студ. вузов напр. 651800-Физическое материаловедение и спец. 070800-Физ.-хим. методы исслед. процессов и материалов	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2004

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	Microsoft Office
П.3	Microsoft PowerPoint

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Интерактивная система Менделеева <a href="http://www.ptable.com">http://www.ptable.com</a>
-----	--

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Холл библиотеки (Б)		25 компьютеров, комплект специализированной мебели

А-104	Лаборатория	<p>рабочее места преподавателя, комплект учебной мебели для обучающихся.</p> <p>Лабораторный стенд для измерения температуры термометрами сопротивления и термопарами; лабораторные установки для измерения температуры оптическим пирометром и его поверки (2 шт); лабораторный стенд для регулирования и контроля малых потоков газа; лабораторный стенд для создания газовых потоков и измерения расхода газа; лабораторный стенд для измерения вакуума датчиками ПМТ и ПМИ с использованием ВИТ; лабораторный стенд для измерения вакуума компрессионным манометром и градуировки термодинамического манометра; лабораторная установка для изучения устройства и принципа работы мембранного насоса; лабораторная установка для изучения устройства и принципа работы диффузионного насоса (вакуумная станция, вакуумная трубчатая печь)</p>
-------	-------------	--

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами физико-химических основ систем и технологических процессов получения материалов. Практические занятия систематизируют и закрепляют теоретический материал путем решения физико-химических задач на занятии, а также самостоятельного выполнения заданий.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

1. Лекции читаются в форме презентаций с использованием компьютерной программы Power Point.
2. На практических занятиях используются имитационные активные методы обучения, например, деловая игра (игровой метод), решение ситуативных задач, анализ конкретной ситуации. Используются также интерактивные технологии обучения, в частности, с использованием ресурсов интернета, электронных учебников и справочников в режиме реального времени.
3. В самостоятельной работе при выполнении домашних заданий, подготовке к практическим занятиям обучающийся использует электронные учебники, учебные пособия, опорные конспекты, тесты.
4. Самостоятельная работа студентов контролируется посредством индивидуальных опросов на практических занятиях и контрольных работ, проводимых в часы практических занятий.