

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.08.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

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 композиционных материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Порошковые и аддитивные технологии синтеза функциональных материалов и покрытий

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

21

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	7	7	7	7
Практические	27	27	27	27
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	21	21	21	21
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

д.т.н., профессор, Еремеева Жанна Владимировна

Рабочая программа

Физико-химия 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 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Metallurgy, 22.04.02-ММТ-22-4.plx Порошковые и аддитивные технологии синтеза функциональных материалов и покрытий, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallurgy, Порошковые и аддитивные технологии синтеза функциональных материалов и покрытий, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Протокол от 28.03.2022 г., №12

Руководитель подразделения Левашов Е.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины: Научить основам комплексного научного подхода при проектировании и создании различных видов композиционных материалов, обучить выбору составов композиционных материалов различного назначения с учетом требуемых свойств для конкретного применения, теоретическим основам конструирования композиционных материалов, особенностям методов контроля свойств композиционных материалов, управлять технологическими процессами получения композиционных материалов, эксплуатировать оборудование.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Научно-исследовательская практика	
2.1.2	Порошковые конструкционные материалы общемашиностроительного и специального назначения	
2.1.3	Теоретические основы прессования и спекания	
2.1.4	Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах	
2.1.5	Получение металлических порошков	
2.1.6	Свойства порошков и методы их определения	
2.1.7	Методы аттестации наноструктурных поверхностей	
2.1.8	Процессы СВС как основы синтеза неорганических материалов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
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

ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции	
Знать:	
ПК-4-31 пути достижения требуемых свойств композиционных материалов различного назначения	
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований	
Знать:	
ПК-3-31 определять и описывать фазовый состав композиционных материалов	
ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции	
Уметь:	
ПК-4-У1 осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке	
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований	
Владеть:	
ПК-3-В1 навыками проведения измерения физических и эксплуатационных свойств материалов	

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
	Раздел 1. Классификация композиционных материалов							

1.1	Классификация композиционных материалов /Лек/	3	2	ПК-4-31	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2			
1.2	Классификация композиционных материалов по виду материала матрицы, ориентации и типу арматуры, назначению. /Пр/	3	2	ПК-4-31	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2			Р1
1.3	Подготовка к практическим занятиям и контрольной работе /Ср/	3	3	ПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			
	Раздел 2. Теоретические основы процессов создания композиционных материалов							
2.1	Теоретические основы процессов создания композиционных материалов Модули нормальной упругости в направлении оси волокна и в перпендикулярном направлении Коэффициент Пуассона и модуль сдвига для однонаправленно армированных композиционных материалов Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами Формирование и развитие трещин в КМ Межфазное взаимодействие в композиционных материалах Методы контроля свойств композиционных материалов. Контрольная работа №1 "Теоретические основы процессов создания композиционных материалов". /Лек/	3	8	ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2		КМ1	

2.2	Требования, предъявляемые к армирующим волокнам и материалу матриц. Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами Прочность КМ на сжатие Методы определения механических свойств армированных КМ: на растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг Анализ структуры КМ и механизмов ее разрушения Виды межфазного взаимодействия, типы связи между компонентами Методы получения и свойства армирующих материалов Металлические матрицы композиционных материалов /Пр/	3	20	ПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			P2,P3,P4,P5,P6,P7,P8
2.3	Определение основных свойств дискретных армирующих составляющих Определение оптимальной объемной доли углеродных волокон в алюминиевой матрице /Лаб/	3	4	ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			P11,P12
2.4	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям и контрольной работе /Ср/	3	10	ПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.7 Э1 Э2			
	Раздел 3. Технология и свойства металломатричных композиционных материалов							
3.1	Технология и свойства металломатричных композиционных материалов Технологии получения металломатричных композиционных материалов Технологии получения полимерных композиционных материалов Контрольная работа №2 "Технология и свойства металломатричных композиционных материалов" /Лек/	3	7	ПК-4-31	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2		КМ2	
3.2	Композиционные материалы на основе алюминия Композиционные материалы на основе никеля Углерод-углеродные композиционные материалы /Пр/	3	5	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2			P9,P10

3.3	Определение основных свойств матриц и их оценка /Лаб/	3	3	ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.8 Э1 Э2			Р13
3.4	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям и контрольной работе /Ср/	3	8	ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1 "Теоретические основы процессов создания композиционных материалов".	ПК-4-31;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать классификацию КМ по материалу матрицы 2. Дать классификацию КМ по типу армирующих составляющих и их ориентации 3. Дать классификацию КМ по назначению 4. Перечислить основные требования, предъявляемые к КМ 5. Что описывает закон Гука в КМ 6. Как определяется оптимальная объемная доля волокон 7. Как рассчитывают удельная прочность композиции 8. Что называют критической длиной волокна и от чего она зависит 9. Как происходит формирование и развитие трещин в КМ 10. Как можно оценить прочность КМ на сжатие 11. Опишите основные методы определения механических свойств армированных КМ 12. В чем заключается сущность принципа Кавальери 13. Для чего применяется фрактографический анализ КМ. 14. В каких направлениях развивается термодинамический анализ взаимодействия. 15. С чем связаны кинетические оценки взаимодействия между компонентами КМ. 16. Перечислите основные виды межфазного взаимодействия.

КМ2	Контрольная работа №2 "Технология и свойства металломатричных композиционных материалов"	ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none">1. Дайте анализ свойств стальных проволок, как армирующей составляющей и тех-нологии их получения.2. Дайте анализ свойств вольфрамовой и молибденовой проволок, как армирующей составляющей и технологии их получения.3. Дайте анализ свойств титановой и берилловой проволок, как армирующей со-ставляющей и технологии их получения.4. Дайте анализ свойств стеклянных волокон, как армирующих составляющих и технологии их получения.5. Дайте анализ свойств борных волокон, как армирующих составляющих и техно-логии их получения.6. Дайте анализ свойств волокон карбида кремния и борсика, как армирующих со-ставляющих и технологии их получения.7. Дайте анализ свойств стеклянных волокон, как армирующих составляющих и технологии их получения.8. Дайте анализ свойств углеродных волокон, как армирующих составляющих и технологии их получения.9. Дайте анализ свойств нитевидных кристаллов, как армирующих составляющих и технологии их получения.10. Дайте анализ свойств керамических волокон, как армирующих составляющих и технологии их получения.11. Дайте анализ свойств матриц на основе алюминия и технологии их получения.12. Дайте анализ свойств матриц на основе никеля и технологии их получения.13. Дайте анализ свойств матриц на основе титана и технологии их получения.14. Дайте анализ свойств матриц на основе магния и технологии их получения.15. Дайте анализ свойств матриц на основе меди и технологии их получения.
-----	---	---------	--

КМЗ	Экзамен	ПК-4-У1;ПК-4-31;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цели и задачи создания композиционных материалов (КМ) 2. Классификация композиционных материалов по виду материала матрицы, ориентации и типу арматуры, назначению. 3. Требования, предъявляемые к армирующим волокнам и материалу матриц. 4. Макромеханическом подходе рассмотрения КМ. Закон Гука. 5. Модули нормальной упругости в направлении оси волокна и в перпендикулярном направлении. 6. Коэффициент Пуассона и модуль сдвига для однонаправлено армированных композиционных материалов. 7. Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами. 8. Оптимальная объемная доля волокон. 9. Удельная прочность композиции 10. Влияние ориентации волокон на прочность КМ 11. Композиционные материалы, армированные дискретными волокнами. Критическая длина волокон 12. Распределение напряжений по длине волокон 13. Статистическая модель разрушения композиционных материалов 14. Статистическая прочность композиционных материалов 15. Прочность пучка волокон 16. Формирование и развитие трещин в КМ 17. Прочность КМ на сжатие 18. Методы определения механических свойств армированных КМ. Растяжение. 19. Методы определения механических свойств армированных КМ. Сжатие. 20. Методы определения механических свойств армированных КМ. Сдвиг. 21. Методы определения механических свойств армированных КМ. Изгиб. 22. Методы определения механических свойств армированных КМ. Трехточечный изгиб 23. Методы определения механических свойств армированных КМ. Чистый изгиб. 24. Методы определения механических свойств армированных КМ. Четырехточечный изгиб. 25. Испытания кольцевых образцов, растяжение, сжатие, 26. Анализ структуры КМ и механизмов ее разрушения. Микроскопический анализ 27. Анализ структуры КМ и механизмов ее разрушения. Фрактографический анализ 28. Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов в КМ. 29. Виды межфазного взаимодействия. 30. Влияние поверхности раздела на прочность и характер разрушения 31. Типы связей между компонентами 32. Процессы диффузии между компонентами КМ. Уравнения Фика. 33. Диффузия через плоскую поверхность. Диффузия из бесконечно тонкого слоя в неограниченный образец. 34. Смачивание и растекание 35. Поверхностное натяжение 36. Поверхностная энергия твердых тел 37. Свободная поверхностная энергия на границе твердое тело - жидкость 38. Методы получения и свойства армирующих материалов – стальной проволоки. 39. Методы получения и свойства армирующих материалов - вольфрамовой и молибденовой проволоки 40. Методы получения и свойства армирующих материалов – бериллиевой и титановой проволоки. 41. Стеклые волокна 42. Борные волокна 43. Волокна карбида кремния и борсика 44. Углеродные волокна
-----	---------	-------------------------	---

			<p>45. Нитевидные кристаллы 46. Керамические волокна 47. Матрицы на основе алюминия 48. Матрицы на основе магния 49. Матрицы на основе титана 50. Матрицы на основе меди 51. Матрицы на основе никеля 52. Требования, предъявляемые к процессам получения композиционных материалов. 53. Композиционные материалы на основе алюминия 54. Композиционные материалы на основе магния 55. Композиционные материалы на основе титана 56. Композиционные материалы на основе меди 57. Композиционные материалы на основе никеля 58. Эвтектические композиционные материалы 59. Углерод-углеродные композиционные материалы 60. Технология и свойства композиционных материалов на полимерной матрице</p>
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическое занятие "Классификация композиционных материалов по виду материала матрицы, ориентации и типу арматуры, назначению"	ПК-4-З1	Классификация композиционных материалов по виду используемых матриц. Классификация композиционных материалов по типу используемых упрочнителей. Классификация композиционных материалов по технологии получения
P2	Практическое занятие "Требования, предъявляемые к армирующим волокнам и материалу матриц"	ПК-3-В1	Основные требования к упрочнителям для композиционных материалов: небольшая плотность, высокой прочностью во всем интервале рабочих температур, технологичностью, минимальной растворимостью в матрице, высокой химической стойкостью, отсутствием фазовых превращений в зоне рабочих температур и быть нетоксичными при изготовлении и эксплуатации.
P3	Практическое занятие "Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами"	ПК-3-В1	Для проведения расчетов композиционных материалов армированных непрерывными и дискретными волокнами используются три принципа : 1) расчетная модель и созданные на ее основе методы расчета должны исходить из форм исчерпания несущей способности изделия и должны быть подтверждены экспериментально; 2) упрощающая гипотеза о свойствах материала, конструкции и эксплуатационных нагрузках должна обеспечивать некоторый запас прочности, однако без излишнего увеличения массы или преждевременного разрушения; 3) методы расчета должны допускать определенное варьирование свойств и структуры материала с тем, чтобы можно было оптимизировать конструкцию, прежде всего по основному критерию – минимуму массы. Уравнение смесей (правило смесей) и уравнение (правилом) аддитивности. Зависимость прочности композиции от объемной доли волокон. - 4 часа

P4	Практическое занятие "Методы определения механических свойств армированных КМ: на растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг"	ПК-3-В1	Испытание материалов на одноосное растяжение – традиционно самый распространенный вид механических испытаний. При растяжении ортотропных КМ в направлении главных осей симметрии можно определить модули упругости, пределы прочности и коэффициенты Пуассона в этих направлениях. Провести расчет КМ на растяжение. КМ на полимерной и металлической основах состоят из сравнительно малопрочной, низко модульной матрицы и высокопрочных, высоко модульных волокон. Для такого типа материалов характерно слабое сопротивление сдвиговым напряжениям. В первую очередь это относится к армированным пластикам. При испытаниях на сдвиг в плоскости укладки арматуры определяют модуль сдвига G_{xy} и сдвиговую прочность τ_{xy} . Один из наиболее распространенных методов определения их – метод перекашивания пластин в шарнирном четырехзвеннике. Произвести расчет сдвиговой прочности τ_{xy} в плоскости листа углепластика. Изгибными испытаниями изотропных материалов обычно определяют модуль упругости E и предел прочности σ при изгибе, при изгибных испытаниях в зависимости от характера разрушения образца можно определить прочность или по касательным, или по нормальным напряжениям. На практике в образце всегда действуют оба вида напряжений и для анизотропных материалов, определяя свойства при изгибе, следует учитывать их взаимное влияние. Провести расчет КМ на трехточечный изгиб. - 4 часа.
P5	Практическое занятие "Анализ структуры КМ и механизмов ее разрушения"	ПК-3-В1	Микроскопический анализ армированных КМ является важным методом определения их структуры, а следовательно, и эксплуатационных свойств. В процессе изготовления и эксплуатации КМ могут сформироваться разнообразные дефекты структуры: макро- и микропористость (включая различные трещины, скол на отдельных участках КМ, сдвиг, разрывы волокон), изменение фазового состава. Провести анализ структуры КМ.
P6	Практическое занятие "Виды межфазного взаимодействия, типы связи между компонентами"	ПК-3-В1	Большинство КМ – представители термодинамически неравновесных систем, для которых характерно наличие развитой сети внутренних границ раздела и градиентов химических потенциалов элементов в матрице и армирующих элементах. Эти градиенты являются движущей силой процессов межфазного взаимодействия, в частности взаимной диффузии и химических реакций. Межфазное взаимодействие в ограниченной степени необходимо для получения КМ с оптимальными свойствами, однако интенсивное взаимодействие обычно приводит к ухудшению механических свойств КМ. Для количественного анализа любых процессов физико-химического взаимодействия между разнородными веществами принято использовать термодинамический и кинетический подходы. Определить виды межфазного взаимодействия у углепластиков и определить тип связей между компонентами - 4 часа
P7	Практическое занятие "Методы получения и свойства армирующих материалов"	ПК-3-В1	Рассмотреть основные виды получения армирующих материалов, основные технологические и физико-механические свойства армирующих материалов. Разобрать основные свойства стальных проволок различного состава.
P8	Практическое занятие "Металлические матрицы композиционных материалов"	ПК-3-В1	Рассмотреть основные виды металлических матриц, проанализировать их свойства, дать характеристику в каких условиях могут эксплуатироваться алюминиевые, титановые, никелевые, медные матрицы.

P9	Практическое занятие "Композиционные материалы на основе алюминия, Композиционные материалы на основе никеля"	ПК-3-В1	Упрочнение алюминия высокопрочными и высокомодульными волокнами позволяет создавать КМ с высокими удельными прочностью и жесткостью, высокой жаропрочностью и регулируемой анизотропией свойств. Проанализировать какие алюминиевые сплавы наиболее подойдут для создания КМ, Создание КМ на основе никеля в первую очередь обусловлено необходимостью повышения жаропрочности существующих никелевых сплавов. Традиционные способы упрочнения – дисперсионное твердение, карбидное упрочнение, сложное легирование или термомеханическая обработка – позволяют сохранить работоспособность никелевых сплавов только до температур 1223-1323 К. Армирование сплавов на основе никеля высокопрочными проволоками тугоплавких металлов и сплавов, керамическими НК, керамическими волокнами и УВ обеспечивает более высокую жаропрочность, чем у современных суперсплавов. Проанализировать какие никелевые сплавы наиболее перспективны в качестве матрицы для жаропрочных КМ.
P10	Практическое занятие "Углерод-углеродные композиционные материалы"	ПК-3-В1	Проанализировать свойства углерод-углеродных композиционных материалов: низкая плотность, высокие удельные прочностные характеристики, стойкость к абляции, сохранение прочностных свойств при температурах до 2000-2500 °С, высокая ударная вязкость, стойкость к тепловому удару, стойкость в агрессивных средах. Проанализировать основные технологии производства углерод-углеродное волокно композиционные материалы.
P11	Лабораторная работа "Определение основных свойств дискретных армирующих составляющих "	ПК-3-В1	Провести комплексную оценку дискретных армирующих составляющих: оксида алюминия, оксида кремния, нитрида кремния, карбида бора на текучесть, насыпную плотность, размер частиц, микротвердость частиц, гранулометрический состав, пожаровзрывобезопасность, токсичность.
P12	Лабораторная работа "Определение оптимальной объемной доли углеродных волокон в алюминиевой матрице"	ПК-3-В1	Провести расчет по определению оптимальной объемной доли углеродных волокон в алюминиевой матрице. Провести оценку углеродных волокон от метода их получения. Равномерно распределить углеродные волокна по алюминиевой матрице.
P13	Лабораторная работа "Определение основных свойств матриц и их оценка"	ПК-3-В1	Провести изучение основных свойств порошковых матриц: алюминиевой, никелевой, медной. Провести изучение основных свойств алюминиевой фольги. Провести изучение свойств компактных матриц полученных литьем: медной, алюминиевой, никелевой, титановой.

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

Образец экзаменационного билета по дисциплине "Физико-химия композиционных материалов"

Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"

Институт экотехнологий и инжиниринга

Направление подготовки "Металлургия", 22.04.02

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Физико-химия композиционных материалов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6

1. Оптимальная объемная доля волокон.
2. Типы связей между компонентами
3. Композиционные материалы на основе титана

" _____ " _____ 20__ г.

Зав. кафедрой, проф., д.т.н.

Е.А. Левашов

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

Методика оценки обучающегося на экзамене

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие знания в объеме программы дисциплины, уверенно устанавливает логические связи между отдельными разделами дисциплины, теоретически грамотно и последовательно излагает материал при ответе, знает источники дополнительной информации.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает небольшие неточности при освещении заданных вопросов и установлении логических связей между отдельными разделами дисциплины, теоретически грамотно излагает материал без существенных противоречий в информации.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, допускает, но при этом исправляет допущенные ошибки после наводящих вопросов преподавателя, знает основные и дополнительные источники информации по программе дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает большие неточности и ошибки в ответе, не способен установить логические связи между разделами дисциплины, не может дать ответ на основной и/или дополнительный вопрос.

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	Костиков В. И.	Физико-химические основы технологии композиционных материалов. Теоретические основы процессов создания композиционных материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.2	Костиков В. И.	Физико-химические основы технологии композиционных материалов: директивная технология композиционных материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Бычков В. Я., Варенков А. Н., Власюк А. В., др., Мастрюков Б. С.	Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для студ. вузов по напр. 550500,651300 и 651800	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2003
Л2.2	Варенков А. Н., Костиков В. И., Комарова Н. М.	Физико-химия и технология армированных композиционных материалов на основе металлических матриц: Разд.: Физико-химия, технология и свойства композитов системы углерод-алюминий с использованием дисперсноупрочненных и дисперсионно-твердеющих сплавов алюминия. Структурная повреждаемость углеалюминиевых композитов: Учеб. пособие для студ. спец. 070800: Ч.1	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Варенков А. Н., Костиков В. И., Комарова Н. М.	Физико-химия и технология армированных композиционных материалов на основе металлических матриц: Разд.: Физико-химия, технология и свойства композитов системы углерод-алюминий с использованием дисперсноупрочненных и дисперсионно-твердующих сплавов алюминия. Структурная повреждаемость углеалюминиевых композитов: Учеб. пособие для студ. спец. 070800: Ч.2	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л2.4	Варенков А. Н., Донских Н. М.	Композиционные материалы: Учеб. пособие по выполнению курсовой работы для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.5	Варенков А. Н., Донских Н. М.	Композиционные материалы: Учеб. пособие по расчетам технол. и эксплуатационных параметров волокнистых композиционных материалов для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.6	Варенков А. Н.	Физико-химия и технология армированных композиционных материалов на основе металлических матриц: Разд.: Углеалюминиевые композиционные материалы: Учеб. пособие для студ. спец. 070800 'Физ.-хим. методы исслед. процессов и материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
Л2.7	Варенков А. Н., Костиков В. И.	Физико-химия и технология углеалюминиевых композиционных материалов: Разд.: Теория и процессы межфазного взаимодействия углеродных материалов с металлами и сплавами в композитах: Учеб. пособие для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
Л2.8	Панов В. С., Нарва В. К., Погожев Ю. С., Зайцев А. А., Левашов Е. А.	Технология получения и свойства спеченных материалов и изделий из них: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Учебно-методическая литература для студентов		https://www.studmed.ru/	
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России		http://www.gpntb.ru/	
6.3 Перечень программного обеспечения				
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
Ауд.		Назначение		Оснащение

К-107	Лаборатория прессования и формования:	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
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
К-107	Лаборатория прессования и формования:	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-04	Лаборатория подготовки порошков и механического активирования:	вакуумная шахтная печь, печи для спекания в различных средах, гранулятор смеситель, мельницы

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При освоении данной дисциплины обучающийся должен самостоятельно изучить особенности и свойства полимеров, используемых в качестве матриц соответствующих композиционных материалов, в объеме, необходимом для понимания процессов, происходящих при их производстве.