

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

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)

Высокотемпературная совместимость материалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 93

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 9

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

ктн, доц., Юдин Андрей Григорьевич

Рабочая программа

Высокотемпературная совместимость материалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ 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 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Денис Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	на основе анализа поверхности раздела между составляющими композиционного материала научить умению прогнозировать их физико-механические свойства, использовать термодинамический и кинетический анализ реакционных систем для определения совместимости компонентов композиционного материала и применять различные подходы решению проблемы несовместимости
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.27
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Материаловедение	
2.1.2	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.3	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.4	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.5	Основы технологии получения материалов	
2.1.6	Процессы получения металлов, сплавов и соединений	
2.1.7	Технология материалов электроники	
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	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способен участвовать в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	
Знать:	
ПК-3-32	Влияние воздействия высоких температур на механические характеристики композиционных материалов
ПК-3-31	Физико-химические особенности взаимодействия материалов при высоких температурах
Уметь:	
ПК-3-У2	Описывать превращения происходящие в процессе эксплуатации композиционных материалов при воздействии высоких температур
ПК-3-У1	Анализировать и прогнозировать изменение свойств композиционных материалов при воздействии высоких температур
Владеть:	
ПК-3-В2	Навыками работы научной литературой и базами данных
ПК-3-В1	Навыками и методиками работы на научно-исследовательском оборудовании

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. 1. Составы композитов для работы в условиях высоких температур. Термодинамическая и кинетическая совместимость высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, Прочностная совместимость высокотемпературных и							
1.1	Материалы эксплуатируемые при высоких температурах, совместимость компонентов и элементов изделий /Лек/	9	2	ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.2	Термодинамическая и кинетическая совместимость фаз при формировании и эксплуатации ВТ композитов /Лек/	9	4	ПК-3-32	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.3	Растворимость неметаллических материалов в связующих металлах при формировании и эксплуатации ВТМ /Лек/	9	4	ПК-3-31 ПК-3- 32	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.4	Термомеханическая совместимость фаз в ВТМ /Лек/	9	4	ПК-3-У1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.5	Оценка влияния факторов, влияющих на процесс твердофазных взаимодействий, определяющий высокотемпературную совместимость материалов /Пр/	9	2	ПК-3-У2 ПК-3 -В1 ПК-3-В2	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.6	Определение долговечности работы композита в условиях межфазного взаимодействия на границе раздела фаз, составляющих ВТ композит /Пр/	9	2	ПК-3-В1 ПК-3 -В2 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		
1.7	Оценка термомеханической совместимости фаз в ВТ композитах. Определение высокотемпературной работоспособности композита с учётом межфазного взаимодействия на границе раздела окружающая среда- композит /Пр/	9	2	ПК-3-31 ПК-3- 32	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронны й ресурс Э1 соответстве т основной литературе Л1.2		

1.8	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольным работам. Подготовка к экзамену. /Ср/	9	30	ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
	Раздел 2. 2. Влияние поверхности (поверхностной энергии, смачивания твёрдой фазы жидкой) в совместимости материалов. Прочность связи на границе раздела фаз. Термическая стабильность поверхности раздела в композиционных							
2.1	Поверхностные свойства материалов определяющие их совместимость. Влияние модификация поверхности компонентов на прочностные свойства композитов /Лек/	9	4	ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
2.2	Прочность адгезионной связи матрицы с наполнителем композита на границе фаз. Термическая стабильность поверхности раздела в композиционных материалах /Лек/	9	4	ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
2.3	Определение высокотемпературной работоспособности композита с учётом межфазного взаимодействия на границе раздела окружающая среда-композит /Пр/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
2.4	Контрольная работа /Пр/	9	2	ПК-3-В2 ПК-3-В1 ПК-3-У2 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2	КМ1	
2.5	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольным работам. Подготовка к экзамену. /Ср/	9	15	ПК-3-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
2.6	Домашняя работа /Ср/	9	15	ПК-3-В2 ПК-3-В1 ПК-3-У2 ПК-3-У1	Л1.2Л2.3 Л1.1 Э1			

	Раздел 3. 3. Совместимость фаз при формировании и эксплуатации керамикометаллических композиционных материалов, композиционных материалов с алюминиевой и титановой матрицами, упрочненных волокнами В, С, SiC, Al₂O₃							
3.1	Совместимость тугоплавких соединений с металлами. Керамикометаллические ВТ композиционные материалы /Лек/	9	6	ПК-3-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.2	Диффузионные барьеры для композиционных материалов. Барьерные покрытия на границе раздела фаз композита Совместимость защитных покрытий с основой. /Лек/	9	2	ПК-3-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.3	Волокнистые ВТ композиционные материалы /Лек/	9	4	ПК-3-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.4	Оценка совместимости оксидов, карбидов и нитридов с металлами при формировании ВТ композитов /Пр/	9	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.5	Оценка совместимости металлов, тугоплавких соединений с графитом и углеродными волокнами. Анализ механизмов связи и явлений на границах раздела фаз /Пр/	9	2	ПК-3-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.6	Анализ механизмов связи и явлений на границах раздела алюминиевой и титановой матриц с волокнами В, SiC, Al ₂ O ₃ /Пр/	9	2	ПК-3-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		
3.7	Контрольная работа /Пр/	9	1	ПК-3-В2 ПК-3-В1 ПК-3-У2 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2	КМ2	
3.8	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольным работам. Подготовка к экзамену. /Ср/	9	33	ПК-3-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1	Электронный ресурс Э1 соответствует основной литературе Л1.2		

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	КР 1	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У2;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-3-В2	<p>1. Волокнистый композиционный материал Cu-TiN (Cu - матрица, TiN - волокно). Укажите возможные причины неудовлетворительных свойств данного материала. Что можно сделать для улучшения свойств?</p> <p>2. Разрушающая деформация для волокон бора – 0,6. Почему разрушение волокон бора для ВКМ В-А1 может происходить при меньшей разрушающей деформации?</p> <p>3. Почему низкотемпературная и высокоскоростная технологии получения композиционных материалов позволяют минимизировать формирование переходной зоны?</p> <p>4. Зачем необходима прочная связь между составляющими КМ?</p> <p>1) Для снижения уровня возникающих остаточных макронапряжений 2) Для подавления диффузионных процессов между составляющими 3) Для передачи нагрузок между составляющими</p> <p>5. Твердофазный метод получения КМ. Дайте описание. Какие плюсы и минусы метода вы знаете?</p> <p>6. Почему низкотемпературная и высокоскоростная технологии получения композиционных материалов позволяют минимизировать формирование переходной зоны.</p> <p>7. Что подразумевается под оптимальной технологией изготовления КМ с точки зрения взаимодействия между волокном и матрицей.</p> <p>1) Полное отсутствие взаимодействия между составляющими 2) Наличие ограниченной переходной зоны, сформированной из составляющих КМ 3) Наличие неограниченной переходной зоны, сформированной из составляющих КМ 4) Все варианты верные</p> <p>8. Известно несколько классов композиционных материалов (КМ). Для волокнистых КМ какого класса характерна взаимная растворимость волокна и матрицы, при этом они не реакционноспособны.</p> <p>1) Первого 2) Второго 3) Третьего 4) Псевдопервого</p> <p>9. Как зависит прочность между волокном и матрицей от смачиваемости и типа связи между ними? Материал матрицы плохо смачивает волокно. Как можно увеличить краевой угол смачивания?</p> <p>10. Что характерно для систем псевдопервого класса при нагреве до высоких температур (возможно несколько вариантов)?</p> <p>1) нарушение оксидной связи 2) формирование нерегулярных зон с реакционной связью 3) снижение прочности на растяжение 4) нарушение механической связи</p> <p>11. Для КМ А1-В характерно снижение прочности при растяжении в процессе длительного отжига при относительно невысоких температурах. Чем это можно объяснить?</p> <p>12. Почему низкотемпературная и высокоскоростная технологии получения композиционных материалов позволяют минимизировать формирование переходной зоны?</p> <p>13. Зачем необходима прочная связь между составляющими КМ?</p> <p>1) Для снижения уровня возникающих остаточных макронапряжений 2) Для подавления диффузионных процессов между составляющими 3) Для передачи нагрузок между составляющими</p> <p>14. Какие подходы к решению проблемы совместимости волокна и матрицы в КМ вам известны? В чем суть подхода</p>

		<p>«Разработка матриц с низкой реакционной способностью»?</p> <p>15. Композиционный материал состоит из волокон Al_2O_3 и металлической матрицы. Какой материал из известных вам следует выбрать в качестве матрицы чтобы минимизировать вероятность формирования значительных напряжений из-за несовместимости по термическому расширению.</p> <p>16. Композиционный материал состоит из волокон SiC и металлической матрицы. Какой материал из известных вам следует выбрать в качестве матрицы чтобы минимизировать вероятность формирования значительных напряжений из-за несовместимости по термическому расширению.</p> <p>17. Разрушающая деформация для волокон бора – 0,6. Почему разрушение волокон бора для ВКМ В-Тi может происходить при разрушающей деформации 0,25?</p> <p>18. Дайте оценку модуля упругости волокнистого композиционного материала Ti-20%В. Почему фактическая прочность может отличаться от расчетной? $Ti=112$ ГПа, $V=710$ ГПа.</p> <p>19. Для КМ Ti-В характерно снижение прочности при растяжении в процессе длительного отжига. Чем это можно объяснить?</p> <p>1) Разрушением псевдостабильной поверхности раздела с локальным увеличением толщины поверхности раздела между составляющими КМ</p> <p>2) Общим увеличением размеров поверхности раздела между составляющими КМ</p> <p>3) Значительным увеличением растягивающих макронапряжений</p> <p>4) Значительным увеличением сжимающих макронапряжений</p> <p>20. Деформация разрушения при растяжении бора составляет $6 \cdot 10^{-3}$ почему деформация разрушения КМ Al-В может быть в два раза ниже? Дайте ответ на вопрос одним или несколькими предложениями с использованием теории систем третьего класса.</p> <p>21. Как формирование пластической зоны у вершины трещины влияет на вязкость разрушения КМ. И почему?</p> <p>22. Предложите возможные пути усиления механической связи в волокнистом композиционном материале. (ОПК-4-31; УК-1-31; ПК-2-31; ПК-2-32; ПК-4-31)</p> <p>23. Определите возможность протекания химического взаимодействия в КМ, состоящим из волокон TiO_2 и матрицы из алюминия при 1000 С.</p> <p>24. Факторы, влияющие на процесс межфазного взаимодействия ВТ композита с газовой средой.</p> <p>25. Факторы, влияющие на процесс межфазного взаимодействия ВТ композита с жидкой средой.</p>
--	--	---

КМ2	КР 2	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-3-В2	<p>1.Какие проблемы могут возникнуть при изготовлении ВТ КМ Ni-Al₂O₃. Укажите возможные направления решения?</p> <p>2. КМ Cu-TiN . Укажите возможные причины неудовлетворительных свойств данного КМ. Что можно сделать для улучшения свойств?</p> <p>3.Определите возможность протекания химического взаимодействия в КМ, состоящим из волокон TiO₂ и матрицы из алюминия при 1000 С.</p> <p>4. Определите возможность протекания химического взаимодействия в КМ, состоящим из волокон V₂O₃ и матрицы из алюминия при 1000 С.</p> <p>5. Как изменяются физико-механические свойства пластичного Ni за счёт введения в его структуру волокон Al₂O₃ и почему?</p> <p>6.Какие подходы к решению проблемы совместимости волокна и матрицы в КМ вам известны? В чем суть подхода «Разработка матриц с низкой реакционной способностью»?</p> <p>7.Почему в композиционном материале (волокно – С, матрица – Al) при испытании на растяжение может не реализовываться теоретический уровень прочности? Какие меры вы можете предложить для улучшения свойств?</p> <p>8.Как зависит адгезионная прочность между волокном и матрицей от смачиваемости и типом связи между ними. Материал матрицы плохо смачивает волокно. Как можно увеличить краевой угол смачивания?</p> <p>9.Волокнистый КМ Al-C (графит) (Al - матрица, С - волокно). Укажите возможные причины неудовлетворительных свойств данного КМ. Что можно сделать для улучшения свойств?</p> <p>10.Опишите процесс формирования переходной зоны между волокном и матрицей в КМ С(графит) - волокно, Ti, Al - матрица.</p> <p>11.КМ состоит из волокон В и металлической матрицы. Какой материал из известных вам следует выбрать в качестве матрицы чтобы минимизировать вероятность формирования значительных напряжений из-за несовместимости по термическому расширению.</p> <p>12. Волокнистый композиционный материал состоит из волокон бора и металлической матрицы. Опишите условия, при которых в качестве матрицы следует выбрать – алюминий, титан.</p> <p>13. Почему в композиционном материале (волокно – В, матрица – Ti) при испытании на растяжение может не реализовываться теоретический уровень прочности? Какие меры вы можете предложить для улучшения свойств?</p> <p>14.Известно три класса композиционных материалов (КМ). К какому классу волокнистых КМ можно отнести алюминий-бор (возможно несколько правильных вариантов)?</p> <p>1)Первый 2)Второй 3)Третий 4)Псевдопервый</p> <p>15.Для КМ Al-B характерно снижение прочности при растяжении в процессе длительного отжига при относительно невысоких температурах. Чем это можно объяснить?</p> <p>16.Почему волокнистые КМ могут обладать высокой вязкостью разрушения даже при значительном содержании высокомолекулярного упрочнителя?</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
Р1	Домашняя работа	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-3-В2	Расчет Коэффициентов диффузии элементов высокотемпературного покрытия

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

Экзаменационный билет состоит из 5 вопросов.

1-ый и 2-ой вопрос - по разделу №1 "Составы композитов для работы в условиях высоких температур. Термодинамическая и кинетическая совместимость высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, Прочностная совместимость высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов"

3-ий вопрос - по разделу №2 "Влияние поверхности (поверхностной энергии, смачивания твёрдой фазы жидкой) в совместимости материалов. Прочность связи на границе раздела фаз. Термическая стабильность поверхности раздела композиционных материалах"

4-ый и 5-ый вопрос - по разделу №1 "Совместимость фаз при формировании и эксплуатации керамикометаллических композиционных материалов, композиционных материалов с алюминиевой и титановой матрицами, упрочненных волокнами В, С, SiC, Al₂O₃"

Вопросы могут быть как теоретическими, так и расчетными.

Задачи в билетах являются типовыми, и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины. Билеты хранятся на кафедре. В приложении приведены типовые экзаменационные билеты. 2-ой

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

По курсу предусмотрен экзамен.

Оценка «отлично» - даны правильные ответы на 5 вопросов в экзаменационном билете.

Оценка «хорошо» - даны правильные ответы на 4 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «удовлетворительно» - даны правильные ответы на 3 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «неудовлетворительно» - даны правильные ответы менее чем на 3 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился или не выполнил текущие контрольные мероприятия и выдаваемые преподавателем расчетные задания.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	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
Л1.2	Меткалф А. Дж., Эберт Л. Дж., Райт П. К., др. А. Дж., Меткалф И. Л., Светлов	Т.1: Поверхности раздела в металлических композитах	Библиотека МИСиС	М.: Мир, 1978

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Никифорова Э. М., Еромасов Р. Г., Шиманский А. Ф.	Физикохимия керамических, композиционных и наноматериалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016
Л2.2	Хацринов А. И., Хацринова Ю. А., Сулейманова А. З., Хацринова О. Ю.	Физикохимия неорганических композиционных материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2016
Л2.3	Варенков Анатолий Николаевич, Донских Наталия Михайловна	Композиционные материалы: Учеб. пособие по выполнению курсовой работы для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.4	Блинков Игорь Викторович, Челноков Валентин Сергеевич	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

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	№642 Композиционные материалы: курс лекций Блинков И.В. Челноков В.С. 2004, с.105 Url: http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2545	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2545
----	---	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
П.3	WinRAR

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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.
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
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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами знаний в области совместимости компонентов композиционных материалов и применения различных подходов для решения проблем несовместимости. Практические занятия систематизируют и закрепляют теоретический материал путем решения задач, а также самостоятельного выполнения заданий.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:
- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS Power Point);

- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов.

Усвоение дисциплины 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 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 проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям обучающийся использует учебные пособия, опорные конспекты.

4. Самостоятельная работа студентов контролируется посредством индивидуальных опросов на практических занятиях и лекциях, контрольных работ, проводимых в часы практических занятий.