

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по качеству и государственности

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:44

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)

Высокотемпературные керамические материалы

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 **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 74

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 10

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	34	17	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	51	34	51
Контактная работа	34	51	34	51
Сам. работа	74	57	74	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ктн, доц., Аникин Вячеслав Николаевич

Рабочая программа

Высокотемпературные керамические материалы

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	Сформировать знания в области теоретических основ взаимодействия порошковых частиц и закономерности спекания из них различных высокотемпературных керамических изделий.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.34
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы	
2.1.2	Биофизика	
2.1.3	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.4	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.5	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.6	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.7	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники	
2.1.8	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.9	Основы научно-технического перевода	
2.1.10	Практика научно-технического перевода и редактирования	
2.1.11	Тензорные методы в кристаллофизике	
2.1.12	Технология получения кристаллов	
2.1.13	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов	
2.1.14	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований	
2.1.15	Функциональные наноматериалы	
2.1.16	Химия и технология полимерных материалов	
2.1.17	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.18	Композиционные материалы	
2.1.19	Конструирование композиционных материалов	
2.1.20	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.1.21	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.1.22	Специальные сплавы	
2.1.23	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.1.24	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы	
2.1.25	Атомное строение фаз	
2.1.26	Биохимия наноматериалов	
2.1.27	Инженерия поверхности	
2.1.28	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.29	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.30	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.31	Наноматериалы	
2.1.32	Сверхтвердые материалы	
2.1.33	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.1.34	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.35	Физика магнитных явлений	
2.1.36	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.37	Физика прочности	
2.1.38	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.39	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.1.40	Физические основы деформации и разрушения	
2.1.41	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.42	Материаловедение	
2.1.43	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.44	Металловедение инновационных материалов	
2.1.45	Методы исследования материалов	
2.1.46	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	

2.1.47	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.48	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.49	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике
2.1.50	Основы материаловедения и методов исследования материалов
2.1.51	Разработка новых материалов
2.1.52	Фазовые равновесия и дефекты структуры
2.1.53	Физика диэлектриков
2.1.54	Физика полупроводников
2.1.55	Введение в квантовую теорию твердого тела
2.1.56	Дефекты кристаллической решетки
2.1.57	Компьютеризация эксперимента
2.1.58	Материалы альтернативной энергетики
2.1.59	Материалы наукоемких технологий
2.1.60	Основы дизайна металлических материалов
2.1.61	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.62	Планирование научного эксперимента
2.1.63	Современные проблемы материаловедения
2.1.64	Теория поверхностных явлений
2.1.65	Теория симметрии
2.1.66	Электроника
2.1.67	Кристаллография
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.2	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.3	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.4	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.5	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.6	Менеджмент качества
2.2.7	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.8	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.9	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.10	Методология научных исследований
2.2.11	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.12	Основы клеточной биологии
2.2.13	Оформление результатов научной деятельности
2.2.14	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.15	Симметрия наносистем
2.2.16	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.17	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.18	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.19	Управление коллективами
2.2.20	Управление проектами
2.2.21	Химические основы биологических процессов
2.2.22	Цифровое материаловедение
2.2.23	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.24	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.25	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.26	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.27	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.28	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.29	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.30	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

2.2.31	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
--------	---

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-32 основные классы современных высокотемпературных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора высокотемпературных материалов, основные технологические процессы производства и обработки материалов, особенности этапов жизненного цикла материалов и изделий из них

ПК-1-31 Методы и подходы для анализа научно-технической литературы

Уметь:

ПК-1-У2 выбирать высокотемпературные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделия

ПК-1-У1 Уметь применять навыки поиска и анализа литературы для написания соответствующих выводов

Владеть:

ПК-1-В2 навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств высокотемпературных материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных

ПК-1-В1 Навыками подбора и анализа научно-технической литературы

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. Основные месторождения материалов применяемых для высокотемпературной керамики, способы их обогащения и переработки							
1.1	Способы получения тонких порошков безоксидной высокотемпературной керамики /Пр/	10	9	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л3.1			P1
1.2	Основные месторождения материалов применяемых для высокотемпературной керамики, способы их обогащения и переработки /Ср/	10	4	ПК-1-В1	Л1.1Л3.1			P1
	Раздел 2. Свойства высокотемпературных керамических материалов Микроструктура, пористость и проницаемость, механическая прочность. Термомеханические свойства. Теплофизические свойства. Химическая стойкость. Электрофизические свойства							
2.1	Производство высокотемпературных крупногабаритных огнеупоров /Пр/	10	8	ПК-1-В2	Л1.1 Л3.1Л2.1			P1

2.2	Свойства высокотемпературных керамических материалов Микроструктура, пористость и проницаемость, механическая прочность. Термомеханические свойства. Теплофизические свойства. Химическая стойкость. Электрофизические свойства. /Ср/	10	7	ПК-1-31	Л1.1Л2.1Л3.1			Р1
	Раздел 3. Процессы и методы керамической технологии для оксидных и безоксидных соединений. Смешение и подготовка керамических масс. Формование керамических изделий. Процессы спекания и обжиг высокотемпературной керамики							
3.1	Способы получения керамики на основе оксида алюминия /Лек/	10	6	ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л3.1 Л1.1Л2.1			Р1
3.2	Процессы и методы высокотемпературной керамической технологии для оксидных и безоксидных соединений. Смешение и подготовка керамических масс. Формование высокотемпературных керамических изделий. Процессы спекания и обжиг керамики /Ср/	10	10	ПК-1-У2 ПК-1-В2	Л1.1Л2.1Л3.1			Р1
	Раздел 4. Технологии огнеупоров. Керамика из оксида алюминия-корундовая керамика. Керамика из двуокиси циркония. Керамика на основе силикатов и алюмосиликатов. Керамика на основе тугоплавких безкислородных соединений.							
4.1	Теоретические особенности получения высокопрочных керамик на основе двуокиси циркония /Лек/	10	10	ПК-1-У2	Л1.1 Л3.1Л2.1Л1.1		КМ1	

4.2	Технологии огнеупоров. Керамика из оксида алюминия-корундовая керамика. Керамика из двуокиси циркония. Керамика на основе силикатов и алюмосиликатов. Высокотемпературная керамика на основе тугоплавких безкислородных соединений /Ср/	10	14	ПК-1-В1	Л1.1Л2.1			
Раздел 5. Горячее прессование. Волокнистые огнеупоры								
5.1	Практическое применение высокотемпературных керамических изделий /Лек/	10	12	ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л3.1 Л1.1Л2.1			Р2
5.2	Горячее прессование. Волокнистые огнеупоры /Ср/	10	10	ПК-1-У2 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.1Л2.1			Р2
Раздел 6. Технология тонкой технической керамики. Керамика на основе двуокиси титана, цирконатов и других соединений.								
6.1	Изготовление горячим прессованием компактных изделий с различной степенью пористости. Образование «мостиков». Двухфазная область спекания. Отдельные изолированные поры в монолитной матрице. /Лек/	10	6	ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л3.1 Л1.1Л2.1		КМ2	
6.2	Технология тонкой технической керамики. Керамика на основе двуокиси титана, цирконатов и других соединений. /Ср/	10	12	ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л3.1Л2.1			Р2

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		<p>1 Расскажите о типах мельниц применяемых для размолва порошков</p> <p>2 Структура керамических материалов и их механические свойства</p> <p>3 Расскажите про обогащение руд (магнезит, хромит, боксит)</p> <p>4 Термомеханические свойства керамических материалов</p> <p>5 Огнеупорность и методы ее определения</p> <p>6 Теплофизические свойства керамических материалов</p> <p>7 Влияние размера пор на механизм течения газа через поры</p> <p>8 Термические свойства керамических материалов</p> <p>9 Технология получения керамических изделий, а также способы получения керамических порошков</p> <p>10 Электрофизические свойства керамических материалов</p> <p>11 Технология формования керамических изделий</p> <p>12 Химические свойства керамических материалов</p> <p>13 Способы получения нитрида кремния и карбида кремния</p> <p>14 Керамика на основе силикатов и алюмосиликатов</p> <p>15 Способы спекания изделий из керамики</p> <p>16 Тонкая техническая керамика</p> <p>17 Описать механизм спекания керамических изделий</p> <p>18 Муллитовая и муллито-корундовая керамика</p>
КМ2	Контрольная работа № 2		<p>1 Расскажите о механизме спекания нитрида кремния. Нарисуйте схематично структуру.</p> <p>2 Керамика на основе диоксида циркония.</p> <p>3 Расскажите о способах 3д печати керамических изделий.</p> <p>4 Керамика на основе SiC.</p> <p>5 Расскажите про керамику на основе оксида бериллия.</p> <p>6 Керамика на основе MgO, CaO, BeO, ThO₂, UO₂.</p> <p>7 Расскажите о керамике на основе оксида циркония.</p> <p>8 Керамика на основе TiO₂, титанатов, цирконатов и других соединений с подобными свойствами.</p> <p>9 Опишите механизм трансформационного упрочнения.</p> <p>10 Керамика на основе Al₂O₃.</p> <p>11 Расскажите о керамике из нитрида алюминия, нарисуйте структуру и расскажите о ней.</p> <p>12 Металлокерамика.</p> <p>13 Расскажите о керамике на основе оксида алюминия.</p> <p>14 Керамика на основе BN и B₄C.</p> <p>15 Расскажите о структуре SiC получаемого методом реакционного спекания.</p> <p>16 Керамика на основе Si₃N₄ и AlN.</p> <p>17 Расскажите о классификации технологии 3д печати.</p> <p>18 Клиноэнстатитовая керамика.</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	Реферат 1		<p>1) Определение понятия «керамика», классификация керамических материалов</p> <p>2) Классификация керамики по химическому составу</p> <p>3) Структура керамических материалов</p> <p>4) Механические свойства керамических материалов</p> <p>5) Термомеханические свойства керамических материалов</p> <p>6) Теплофизические свойства керамических материалов</p> <p>7) Термические свойства керамических материалов</p> <p>8) Электрофизические свойства керамических материалов</p>
P2	Реферат 2		<p>1) Химические свойства керамических материалов</p> <p>2) Тонкая керамика</p> <p>3) Огнеупоры</p> <p>4) Техническая керамика</p> <p>5) Керамика на основе силикатов и алюмосиликатов</p> <p>6) Муллитовая и муллито-корундовая керамика</p> <p>7) Клиноэнстатитовая керамика</p>

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

Зачет состоит из двух вопросов

1 вопрос включает в себя классификацию материалов или процессов

2 вопрос включает в себя конкретный вид технологического процесса, здесь более подробно и конкретно нужно ответить на вопрос, в отличие от первого вопроса где требуется обобщенный ответ.

Пример вопроса на зачете:

1. Различные методы изготовления высокотемпературных керамик.

2. Горячее прессование.

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

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 не посещал занятия.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Елютин В. П., Костиков В. А., Лысов Б. С., др.	Высокотемпературные материалы. Ч.2: Получение и физико-химические свойства высокотемпературных материалов: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1973

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Салахов А. М., Салахова Р. А.	Керамика для технологов: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань, Москва: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Елютин В. П., Павлов Ю. А.	Высокотемпературные материалы: Ч.1: Физико-химические основы получения тугоплавких материалов: учебник для вузов по спец. 'Металлургия цвет. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgizdat, 1972
Л3.2	Романцев Борис Алексеевич, Шейх-Али Алексей Данчалович, Козлов Михаил Юрьевич	Технология обработки металлов: Разд.: Композиционные и порошковые материалы, покрытия: курс лекций для студ. спец. 11.10	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1995

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	Физическая химия
П.3	Therm_DZ

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
A-104	Лаборатория	рабочее места преподавателя, комплект учебной мебели для обучающихся. 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 термодарного 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)
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.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Данный семестровый модуль представляет собой самостоятельную дисциплину. Для успешного освоения этой дисциплины обучающиеся должны изучить ряд семестровых модулей из естественно научного и математического циклов. Обучающиеся должны знать основополагающие разделы химии, физической химии, методы расчета термодинамических и кинетических параметров.

Обучающиеся должны уметь прогнозировать свойства материалов, оперируя материаловедческими, технологическими и металлургическими приемами; выбирать высокотемпературный материал для конкретного применения, пользоваться справочной литературой для выполнения расчетов.

Обучающиеся должны владеть методами повышения свойств материалов, методами поиска научно-технической информации, выбором оборудования для проведения научно-технических исследований, методами статистической обработки экспериментальных данных.

Самостоятельная работа студентов организуется с помощью учебных пособий, вопросов для самоконтроля по всем разделам модуля, написания обзорных рефератов, домашних заданий, а также индивидуального опроса студентов во время практических занятий и двух письменных контрольных работ. Практические занятия проводятся в филиале кафедры ФНСиВТМ на базе института ФГБУ «ВНИИТС