

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по качеству и государственности

Дата подписания: 31.08.2023 10:03:48

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 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль Высокотемпературные и сверхтвердые материалы

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 17

самостоятельная работа 91

Формы контроля в семестрах:  
зачет с оценкой 3

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	17	17	17	17
Контактная работа	17	17	17	17
Сам. работа	91	91	91	91
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*ктн, Профессор, Аникин Вячеслав Николаевич*

Рабочая программа

**Высокотемпературные керамические материалы**

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-23-1.plx Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, 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, Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, 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.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Высокотемпературные и сверхтвердые покрытия	
2.1.2	Жаростойкие и теплозащитные покрытия	
2.1.3	Практика перевода и редактирования	
2.1.4	Производственная практика	
2.1.5	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.1.6	Высокотемпературная прочность материалов	
2.1.7	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.8	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.9	Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.1.10	Спектроскопические (и зондовые) методы исследования материалов	
<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>ПК-2: Способен планировать, разрабатывать и проводить экспериментальные исследования процессов получения высокотемпературных и сверхтвердых материалов (ВТиСТМ) (в том числе с наноструктурой) для использования в различных функциональных системах</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 Технические характеристики, назначение, принципы и регламенты работы лабораторного технологического оборудования и технологические приемы работы на нем	
<b>ПК-4: Углублённо знает основные типы высокотемпературных и сверхтвердых материалов, в том числе, с наноструктурой, владеет критериями их выбора с учётом требований надёжности, долговечности, экономичности и экологических последствий применения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31 Перечислять и давать характеристику основных групп и классов современных высокотемпературных керамических материалов, их свойств и области применения, принципов выбора	
<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 Знать основные месторождения материалов применяемых для высокотемпературной керамики, способы их обогащения и переработки	
<b>ПК-2: Способен планировать, разрабатывать и проводить экспериментальные исследования процессов получения высокотемпературных и сверхтвердых материалов (ВТиСТМ) (в том числе с наноструктурой) для использования в различных функциональных системах</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1 Анализировать результаты экспериментальных исследований	
<b>ПК-4: Углублённо знает основные типы высокотемпературных и сверхтвердых материалов, в том числе, с наноструктурой, владеет критериями их выбора с учётом требований надёжности, долговечности, экономичности и экологических последствий применения</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1 Уметь формулировать требования к высокотемпературным керамическим материалам для изготовления деталей, конструкции заданного назначения и рассчитывать режимы процессов прессования и спекания керамических порошковых заготовок	
<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 Уметь выбирать ту или иную технологию для изготовления высокотемпературных керамических изделий с заданными свойствами
<b>ПК-2: Способен планировать, разрабатывать и проводить экспериментальные исследования процессов получения высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) (в том числе с наноструктурой) для использования в различных функциональных системах</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Владеть навыками работы на современном стандартном исследовательском оборудовании и методиками изучения различных свойств порошков и изделий из них
<b>ПК-4: Углублённо знает основные типы высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, в том числе, с наноструктурой, владеет критериями их выбора с учётом требований надёжности, долговечности, экономичности и экологических последствий применения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 Владеть навыками работы на лабораторном технологическом оборудовании для изготовления высокотемпературной керамики методами горячего прессования порошковых заготовок
<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 Владеть приемами работы с научно-технической и справочной литературой, навыками работы на различных установках предназначенных для получения порошковых изделий из высокотемпературных керамических 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
	<b>Раздел 1. Основные месторождения материалов применяемых для высокотемпературной керамики, способы их обогащения и переработки</b>							
1.1	Способы получения тонких порошков безоксидной высокотемпературной керамики /Пр/	3	3	ПК-4-В1 ПК-2-В1	Л1.3			Р1
1.2	Основные месторождения материалов применяемых для высокотемпературной керамики, способы их обогащения и переработки /Ср/	3	19	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.3			
	<b>Раздел 2. Свойства высокотемпературных керамических материалов Микроструктура, пористость и проницаемость, механическая прочность. Термомеханические свойства. Теплофизические свойства. Химическая стойкость. Электрофизические свойства</b>							
2.1	Производство высокотемпературных крупногабаритных огнеупоров /Пр/	3	3	ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р2

2.2	Свойства высокотемпературных керамических материалов Микроструктура, пористость и проницаемость, механическая прочность. Термомеханические свойства. Теплофизические свойства. Химическая стойкость. Электрофизические свойства. /Ср/	3	18	ПК-4-31 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.3Л2.1			
	<b>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</b>							
3.1	Способы получения керамики на основе оксида алюминия /Пр/	3	2	ОПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1		КМ1	Р3
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/	3	18	ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1			
	<b>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.</b>							
4.1	Теоретические особенности получения высокопрочных керамик на основе двуокиси циркония /Пр/	3	2	ПК-4-У1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р4

4.2	Технологии огнеупоров. Керамика из оксида алюминия-корундовая керамика. Керамика из двуоксида циркония. Керамика на основе силикатов и алюмосиликатов. Высокотемпературная керамика на основе тугоплавких безкислородных соединений /Ср/	3	14	ОПК-1-У1 ПК-4-В1 ПК-2-31	Л1.3Л2.1			
<b>Раздел 5. Горячее прессование. Волокнистые огнеупоры</b>								
5.1	Практическое применение высокотемпературных керамических изделий /Пр/	3	2	ПК-4-31 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1			Р5
5.2	Горячее прессование. Волокнистые огнеупоры /Ср/	3	10	ОПК-1-У1 ПК-4-31 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1			
<b>Раздел 6. Технология тонкой технической керамики. Керамика на основе двуоксида титана, цирконатов и других соединений.</b>								
6.1	Изготовление горячим прессованием компактных изделий с различной степенью пористости. Образование «мостиков». Двухфазная область спекания. Отдельные изолированные поры в монолитной матрице. /Пр/	3	5	ОПК-1-31 ПК-4-31 ПК-4-В1 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3Л2.1		КМ2	Р6
6.2	Технология тонкой технической керамики. Керамика на основе двуоксида титана, цирконатов и других соединений. /Ср/	3	12	ОПК-1-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1			

### 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	ПК-2-31	1) Структура керамических материалов 2) Огнеупоры
КМ2	Контрольная работа № 2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	1) Неметаллическая безоксидная керамика 2) Керамика на основе диоксида циркония

#### 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	ПК-2-31	1) Определение понятия «керамика», классификация керамических материалов 2) Классификация керамики по химическому составу 3) Структура керамических материалов 4) Механические свойства керамических материалов 5) Термомеханические свойства керамических материалов 6) Теплофизические свойства керамических материалов 7) Термические свойства керамических материалов 8) Электрофизические свойства керамических материалов
P2	Реферат 2	ПК-2-31	1) Химические свойства керамических материалов 2) Тонкая керамика 3) Огнеупоры 4) Техническая керамика 5) Керамика на основе силикатов и алюмосиликатов 6) Муллитовая и муллито-корундовая керамика 7) Клиноэнстатитовая керамика
P3	Реферат 3	ПК-4-31; ПК-4-У1; ПК-4-В1	1) Виды технической керамики на основе силикатов 2) Керамика на основе $Al_2O_3$ 3) Керамика на основе диоксида циркония 4) Керамика на основе $MgO$ , $CaO$ , $BeO$ , $ThO_2$ , $UO_2$ 5) Керамика на основе $TiO_2$ , титанатов, цирконатов и других соединений с подобными свойствами 6) Керамика на основе шпинелей
P4	Реферат 4	ОПК-1-31	1) Безоксидная техническая керамика 2) Металлокерамика 3) Неметаллическая безоксидная керамика 4) Керамика на основе $SiC$ 5) Керамика на основе $Si_3N_4$ и $AlN$ 6) Керамика на основе $BN$ и $B_4C$
P5	Домашнее задание №1	ОПК-1-31; ОПК-1-У1; ОПК-1-В1	Рассчитать загрузку шаровой мельницы при совместном помоле глинистых, отошающих и плавней. Рецепт массы, мас. %: глина огнеупорная – 40,5 (влажность 22%); глина легкоплавкая – 12,7 (влажность 20%); кварц-полевошпатовое сырье – 16,8 (влажность 3,8%); доломит – 14,4 (влажность 5,2%); кварцевый песок – 15,6 (влажность 4,0%). Загрузка шаровой мельницы – 17 000 кг по сухой массе.
P6	Домашнее задание №2	ПК-2-31; ПК-2-У1; ПК-2-В1	Дан шихтовой состав сырой глазури для твердого фарфора состава, %: пегматит енский – 36, кварцевый песок новоселовский – 26, доломит ковровский 15, череп фарфоровый – 14,5, каолин просяновский – 7, оксид цинка 1,5. Череп фарфоровый имеет химический состав, %: $SiO_2$ – 72,20; $Al_2O_3$ – 23,23; $Fe_2O_3$ – 0,67; $TiO_2$ – 0,32; $CaO$ – 0,61; $MgO$ – 0,23; $K_2O$ – 2,31; $Na_2O$ – 0,43. Рассчитать химический состав глазури

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

Экзаменационный билет 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 экзаменационного билета:

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
Л1.2	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.: Металлургиздат, 1972
Л1.3	Романцев Б. А., Шейх-Али А. Д., Козлов М. Ю.	Технология обработки металлов: Разд.: Композиционные и порошковые материалы, покрытия: курс лекций для студ. спец. 11.10	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1995

**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 научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010

**6.3 Перечень программногo 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
------	------------	-----------



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>
Читальный зал электронных ресурсов		<p>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.</p>

### 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 ФГУП «ВНИИТС»