

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 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)

Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвердых материалов

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: Формы контроля в семестрах:
экзамен 1

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 38

часов на контроль 36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ктн, Профессор , Аникин Вячеслав Николаевич; ктн, Доцент, Полушин Николай Иванович

Рабочая программа

Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвердых материалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

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

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-22-1.plx Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

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	Цель освоения дисциплины - сформировать знания в области создания изделий и основных видов инструментов методами порошковой металлургии из высокотемпературных и сверхтвердых материалов, закономерностей спекания для этой группы материалов и получения исходных порошков.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Высокотемпературные и сверхтвердые покрытия	
2.2.2	Математическое моделирование процессов и материалов	
2.2.3	Производственная практика	
2.2.4	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.2.5	Высокотемпературная совместимость материалов	
2.2.6	Высокотемпературные керамические материалы	
2.2.7	Графитовые и углеродкарбидокремниевые материалы на основе порошкообразных наполнителей	
2.2.8	Стандартизация и сертификация порошковых высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.2.9	Управление проектами	
2.2.10	Электронная структура, природа химической связи и свойства неорганических соединений	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

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	
Знать:	
ПК-2-32 Перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них	
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	
Знать:	
ОПК-5-31 Понимать место и роль порошковой металлургии в современной технике, повышении эксплуатационных характеристик режущего и абразивного инструмента и конструкционных изделий	
ПК-1: Способен с учётом результатов исследований и контроля свойств высокотемпературных и сверхтвердых материалов (ВТиСТМ) на основе тугоплавких металлов, керамики, углеродных систем, их композиций, алмазов и нитрида бора (в том числе с наноструктурой) и конкретных условий их эксплуатации обосновывать и разрабатывать наиболее рациональные способы их получения с заданной структурой и составом	
Знать:	
ПК-1-31 Содержание, характер и продолжительность "элементарных" операций контроля, измерения и испытания	
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	
Знать:	
ПК-2-31 Календарные и сетевые планы смежных подразделений	
ПК-1: Способен с учётом результатов исследований и контроля свойств высокотемпературных и сверхтвердых материалов (ВТиСТМ) на основе тугоплавких металлов, керамики, углеродных систем, их композиций, алмазов и нитрида бора (в том числе с наноструктурой) и конкретных условий их эксплуатации обосновывать и разрабатывать наиболее рациональные способы их получения с заданной структурой и составом	
Знать:	
ПК-1-32 Формы необходимых документов (техническое задание, календарный план, сетевой график)	

ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Знать:
ОПК-4-31 Знать и понимать выбор технологических схем получения изделий из порошков с заданными свойствами
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-31 Знать основные физико-химические и физико-механические свойства порошковых материалов.
Уметь:
ОПК-1-У1 Применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации.
ПК-1: Способен с учётом результатов исследований и контроля свойств высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) на основе тугоплавких металлов, керамики, углеродных систем, их композиций, алмазов и нитрида бора (в том числе с наноструктурой) и конкретных условий их эксплуатации обосновывать и разрабатывать наиболее рациональные способы их получения с заданной структурой и составом
Уметь:
ПК-1-У2 Разрабатывать предложения по совершенствованию технологического процесса и организации работ по его обеспечению
ПК-1-У1 Анализировать процесс разработки продукции
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У1 Выполнять физико-химический анализ процессов получения.
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях
Уметь:
ОПК-5-У1 Уметь выбирать исходные материалы, технологии получения порошковых изделий.
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
Уметь:
ПК-2-У1 Формулировать, обосновывать и согласовывать вносимые предложения
Владеть:
ПК-2-В1 Владеть навыками работы на современном стандартном исследовательском оборудовании и методиками изучения различных свойств порошков и изделий из них.
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-4-В1 Владеть навыками приготовления порошковых смесей и прессования заготовок.
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 Владеть навыками работы на лабораторном технологическом оборудовании методами горячего прессования порошковых заготовок
ПК-1: Способен с учётом результатов исследований и контроля свойств высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) на основе тугоплавких металлов, керамики, углеродных систем, их композиций, алмазов и нитрида бора (в том числе с наноструктурой) и конкретных условий их эксплуатации обосновывать и разрабатывать наиболее рациональные способы их получения с заданной структурой и составом
Владеть:
ПК-1-В1 Владеть навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований

технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения.

ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях

Владеть:

ОПК-5-В1 Владеть приемами работы с научно-технической и справочной литературой, навыками работы на различных установках, предназначенных для получения порошковых изделий.

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. Раздел 1. Способы приготовления высокотемпературных порошков. Особенности спекания высокотемпературных порошков. Процессы, происходящие при спекании высокотемпературных оксидов металлов							
1.1	Способы приготовления высокотемпературных порошков. Особенности спекания высокотемпературных порошков. Процессы, происходящие при спекании высокотемпературных оксидов металлов /Лек/	1	3	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2	Занятие проводится в специализированной аудитории согласно МТО.		P1,P2
1.2	Исследование шлифов и выявление трёх видов спекающихся структур. Движущая сила самопроизвольного припекания. Контактные мостики. Изготовление горячим прессованием компактных изделий с различной степенью пористости. Образование «мостиков». Двухфазная область спекания. Отдельные изолированные поры в монолитной матрице. /Пр/	1	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э5			

1.3	Способы приготовления высокотемпературных порошков. Направление развития порошковой металлургии. Методы качественной и количественной металлографии. Особенности спекания высокотемпературных порошков: механизм и кинетика процесса. Классификация огнеупорных и высокотемпературных материалов. Процессы, происходящие при спекании высокотемпературных оксидов металлов. Самопроизвольное припекание. Роль дислокаций и границ зёрен в залечивании изолированной поры. Холодное и горячее прессование. Гидростатическое прессование и гидроэкструзия. Шликерное литьё. Золь-гель процесс /Ср/	1	6	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э5			
	Раздел 2. Раздел 2. Процессы, происходящие при спекании карбидов тугоплавких металлов Процессы, происходящие при спекании нитридов тугоплавких металлов.							
2.1	Процессы, происходящие при спекании карбидов тугоплавких металлов. Процессы, происходящие при спекании нитридов тугоплавких металлов. /Лек/	1	2	ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.2Л2.1	Занятие проводится в специализированной аудитории согласно МТО.		Р3
2.2	Изолированная пора в твёрдом теле. Изготовление металлографических шлифов. /Пр/	1	3	ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э4 Э5			
2.3	Припекание твёрдых тел в точке. Механизм и кинетика процесса спекания карбидов тугоплавких металлов. Процессы, происходящие при спекании нитридов тугоплавких металлов. Качественные и количественные методы металлографии /Ср/	1	6	ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э4 Э5			

	Раздел 3. Раздел 3. Особенности спекания сложных оксидно-нитридных, оксидно-карбидных, карбонитридных керамик. Спекание твердых сплавов. Современные теории спекания							
3.1	Особенности спекания сложных оксидно-нитридных, оксидно-карбидных, карбонитридных керамик. Спекание твердых сплавов. Современные теории спекания. Классическая теория спекания. Теория спекания В.А.Ивенсена. Развитие современных технологий применительно к новым методам и оборудованию прессования и спекания порошковых изделий. /Лек/	1	3	ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2	Занятие проводится в специализированной аудитории согласно МТО.	КМ1	Р4
3.2	Изолированная пора в твёрдом теле. Приготовление высокотемпературных порошковых смесей. Современные теории спекания /Пр/	1	2	ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
3.3	Особенности спекания сложных оксидно-нитридных, оксидно-карбидных, карбонитридных керамик. Классификация и физико-механические свойства керамик. Классификация и физико-механические свойства твёрдых сплавов. Современные теории спекания. Классическая теория спекания. Теория спекания В.А.Ивенсена. Стадии спекания: механизм и кинетика каждой из них. Механизм вязкого течения, поверхностной и объёмной самодиффузии, механизм переноса вещества через газовую фазу. Развитие современных технологий применительно к новым методам и оборудованию прессования и спекания порошковых изделий. /Ср/	1	7	ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
	Раздел 4. Раздел 4. Основные виды инструментов из сверхтвёрдых материалов							

4.1	Виды алмазных порошков в соответствии с ГОСТ 9206-80. Виды абразивного и лезвийного инструмента из СТМ. Использование методов порошковой металлургии и пайки при изготовлении алмазного инструмента. /Лек/	1	3	ОПК-5-31 ПК-1-31	Л1.1	Для освоения темы необходимо изучение справочника Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента (электронная версия приведена в приложении)		Р5
4.2	Основы технологии производства абразивного алмазного инструмента и конструкции пресс-форм. Контроль знаний. /Пр/	1	3	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1	Для освоения темы необходимо изучение справочника Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента (электронная версия приведена в приложении)		
4.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе. /Ср/	1	6	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Э5	Для освоения темы необходимо изучение справочника Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента (электронная версия приведена в приложении)		
	Раздел 5. Раздел 5. Получение алмазных порошков и монокристаллов							

5.1	Технологические аспекты синтеза алмазных порошков и монокристаллов. Физико-механические и физико-химические свойства синтетических алмазов. /Лек/	1	4	ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.5			Р6
5.2	Аппаратура и методика измерения физико-механических и физико-химических свойств алмазных порошков. Контроль знаний. /Пр/	1	4	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.5			
5.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе /Ср/	1	6	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.5 Э5			
	Раздел 6. Раздел 6. Получение порошков и поликристаллов на основе плотных форм нитрида бора							
6.1	Технологические аспекты синтеза порошков и поликристаллов на основе плотных форм нитрида бора. /Лек/	1	2	ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.5		КМ2	Р7
6.2	Особенности изготовления и эксплуатации инструмента на основе кубического нитрида бора. Контроль знаний. /Пр/	1	2	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.5			
6.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе. /Ср/	1	7	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-32 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.5 Э5			

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	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1	1)Способы приготовления высокотемпературных порошков 2) Особенности спекания высокотемпературных порошков и особенности процессов, происходящих при спекании оксидов металлов.

КМ2	Контрольная работа №2	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-32;ПК-2-31;ПК-1-В1;ПК-1-У2;ПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-32	1) Спекание сложных керамик, твёрдых сплавов, теории спекания. 2) Развитие современных технологий применительно к новым методам и оборудованию прессования и спекания порошковых изделий.
-----	-----------------------	---	--

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	ОПК-5-31	1) История развития теории спекания порошковых частиц
P2	Реферат 2	ОПК-5-31	1) Влияние давления на уплотнение пористого тела при высоких температурах 2) Горячее прессование 3) Перемещение пор как целого
P3	Реферат 3	ОПК-5-31	1) Роль границ зерен и дислокаций в залечивании изолированной поры 2) Кинетика залечивания изолированных пор 3) Взаимное припекание одноименных твердых частиц
P4	Реферат 4	ОПК-5-31	1) Куда исчезает пустота 2) Законы термодинамики для контактирующих частиц 3) Ансамбль пор в реальном кристаллическом теле
P5	Практическое занятие №1	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Приготовление высокотемпературных порошковых смесей
P6	Практическое занятие №2	ПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Изготовление горячим прессованием компактных изделий с различной степенью пористости. Образование «мостиков». Двухфазная область спекания. Отдельные изолированные поры в монолитной матрице.
P7	Практическое занятие №3	ПК-2-В1	Изготовление металлографических шлифов. (УК-1-В1; ПК-2-В1), Исследование шлифов и выявление трех видов спекающихся структур

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

Экзаменационный билет состоит из 3 теоретических вопросов. Билеты хранятся на кафедре.

1 вопрос включает в себя классификацию материалов, процессов или определение тех или иных терминов.

2 и 3 вопросы включают в себя конкретный вид технологического процесса, здесь более подробно и конкретно нужно ответить на вопрос, в отличии от первого вопроса, где требуется обобщенный ответ.

Пример экзаменационного билета представлен в приложении к РПД.

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	Поляков В. П., Ножкина А. В., Чириков Н. В.	Алмазы и сверхтвердые материалы: Учеб. пособие для втузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	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.: Metallurgia, 1973
Л1.3	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
Л1.4	Кипарисов С. С., Либенсон Г. А.	Порошковая металлургия: Учебник для техникумов по спец. 'Порошковая металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1991
Л1.5	Поляков В. П., Павлов Ю. А., Полушин Н. И., Кондратьев Н. Н.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов. Раздел: Получение плотных форм нитрида бора и других высокотвердых материалов: учеб. пособие для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1983

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Анциферов В. Н., Бобров Г. В., Дружинин Л. К., др., Митин Б. С.	Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1987
Л2.2	Челноков В. С., Новиков А. В., Сорокин М. Н., Елютин В. П.	Общая металлургия: Разд.: Порошковая металлургия: Лаб. практикум для студ.	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	1. Воскобойников, В. Г. Общая металлургия : Учебник для вузов по напр. 'Металлургия' / В. Г. Воскобойников. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Metallurgia, 2000. — 768 с. : ил. + Библиогр.: с. 768. — ISBN 5-229-01253-6 : руб. 120.00.	http://elcat.lib.misis.ru/vmsua5379ghkip/app/webroot/index.php?url=/KnigobMatiere/view/9076
Э2	2. Третьяков, В. И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов / В. И. Третьяков. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Metallurgia, 1976. — 527 с. : ил. : руб. 4.13.	http://elcat.lib.misis.ru/vmsua5379ghkip/app/webroot/index.php?url=/KnigobMatiere/view/9076
Э3	3. Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия / ; Е. А. Левашов, А. С. Рогачев, В. В. Курбаткина, др.; М-во образования и науки РФ. — М. : Изд-во МИСиС, 2011. — 378с.	http://elcat.lib.misis.ru/vmsua5379ghkip/app/webroot/index.php?url=/KnigobMatiere/view/9076
Э4	4. Панов, В. С. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них : учеб. пособие для вузов спец. 110800 - Порошк. металлургия, композиц. материалы, покрытия / В. С. Панов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МИСиС, 2004. — 462с.	http://elcat.lib.misis.ru/vmsua5379ghkip/app/webroot/index.php?url=/KnigobMatiere/view/9076
Э5	ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Therm_DZ
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И.1	Science Direct - sciencedirect.com

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
A-104	Лаборатория Техники физико-химического эксперимента:	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 термопарного 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.
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

Для изучения дисциплины рекомендуется изучать материал по теме занятия, используя библиографические источники, указанные в разделе "Содержание". Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов, закономерностей и технологий курса "Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов".

Предусматривается выполнение двух домашних заданий по соответствующим разделам курса и написание четырёх рефератов, представляемых в печатной форме и сопровождаемых мультимедийной презентацией в программе MS Power Point.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование активных и интерактивных технологий:

- проведение занятий с использованием мультимедийных технологий (презентацией в программе MS Power Point);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятия в интерактивной форме.

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.

Дисциплина требует значительного объёма самостоятельной работы.

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 как средства промежуточного контроля.
Практические занятия проводятся в филиале кафедры ФНСиВТМ на базе института ФГУП «ВНИИТС», а также в научно-исследовательской лаборатории сверхтвердых материалов (НИЛ СТМ) НИТУ "МИСиС"