

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 16.11.2023 16:49:03

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)

Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия

Закреплена за подразделением Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки 00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108 Формы контроля в семестрах:
в том числе: зачет 6

аудиторные занятия 85

самостоятельная работа 23

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя 20			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	23	23	23	23
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Лопатин В.Ю.

Рабочая программа

Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Протокол от 28.03.2022 г., №12

Руководитель подразделения Левашов Евгений Александрович, д.т.н., профессор

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины - Формирование у аспирантов знаний, умений и навыков по получению порошковых, композиционных, аддитивных материалов и нанесению функциональных покрытий с учетом эксплуатационных требований, предъявляемых в различных отраслях техники. Обучение основам технологических процессов, выбору составов исходного сырья. Ознакомление с основными методами контроля свойств материалов и покрытий.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

	Блок ОП:	2.1.2
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Академическое письмо	
2.1.2	Иностранный язык	
2.1.3	История и философия науки	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Аналитическая химия	
2.2.2	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика	
2.2.3	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика	
2.2.4	Геотехнология, горные машины	
2.2.5	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр	
2.2.6	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр	
2.2.7	Литейное производство	
2.2.8	Материаловедение	
2.2.9	Материаловедение	
2.2.10	Материаловедение	
2.2.11	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.12	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.13	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.14	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	
2.2.15	Металлургия черных, цветных и редких металлов	
2.2.16	Металлургия черных, цветных и редких металлов	
2.2.17	Металлургия черных, цветных и редких металлов	
2.2.18	Нанотехнологии и наноматериалы	
2.2.19	Нанотехнологии и наноматериалы	
2.2.20	Нанотехнологии и наноматериалы	
2.2.21	Обогащение полезных ископаемых	
2.2.22	Обработка металлов давлением	
2.2.23	Порошковая металлургия и композиционные материалы	
2.2.24	Порошковая металлургия и композиционные материалы	
2.2.25	Теоретические основы проектирования горнотехнических систем	
2.2.26	Технологии и машины обработки давлением	
2.2.27	Технологии и машины обработки давлением	
2.2.28	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники	
2.2.29	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники	
2.2.30	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники	
2.2.31	Технология электрохимических процессов и защита от коррозии	
2.2.32	Физика конденсированного состояния	
2.2.33	Физика конденсированного состояния	
2.2.34	Физика конденсированного состояния	
2.2.35	Физика конденсированного состояния	
2.2.36	Физика конденсированного состояния	
2.2.37	Физика полупроводников	
2.2.38	Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ	
2.2.39	Электротехнические комплексы и системы	

покрытий
А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях
Знать:
А-1-31 Основные области применения порошковых, композиционных, аддитивных материалов и покрытий
А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты
Уметь:
А-3-У1 Применять знания по основным закономерностям процессов получения порошковых, композиционных, аддитивных материалов и покрытий
А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата
Уметь:
А-2-У1 Анализировать результаты, полученные в ходе экспериментов по получению порошковых, композиционных, аддитивных материалов и покрытий
А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях
Уметь:
А-1-У1 Осуществлять и корректировать технологические процессы при получении порошковых, композиционных, аддитивных материалов и покрытий
А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты
Владеть:
А-3-В1 Методами статистической обработки экспериментальных данных и построения математических моделей
А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата
Владеть:
А-2-В1 Навыками работы на лабораторном технологическом и исследовательском оборудовании
А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях
Владеть:
А-1-В1 Навыками поиска научно-технической информации в различных источниках

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. Материалы, получаемые методом порошковой металлургии							
1.1	Конструкционные беспористые и малопористые порошковые материалы. Порошковые стали и сплавы на базе цветных металлов. /Лек/	6	2	А-3-31 А-2-31 А-1-31 А-1-У1	Л1.4Л2.6 Л2.17 Э1 Э2			
1.2	Пористые материалы. Материалы для узлов трения. /Лек/	6	2	А-3-31 А-2-31 А-1-31 А-1-У1	Л1.4Л2.17 Л2.22 Э1 Э2			
1.3	Электротехнические порошковые материалы /Лек/	6	2	А-3-31 А-2-31 А-1-31 А-1-У1	Л1.4Л2.17 Л2.19 Э1 Э2			
1.4	Жаропрочные и жаростойкие порошковые материалы. Инструментальные порошковые материалы. /Лек/	6	2	А-3-31 А-2-31 А-1-31 А-1-У1	Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.11 Л2.15 Э1 Э2			

1.5	Эксплуатационные свойства порошковых сталей и сплавов на основе цветных металлов. Структуры пористых порошковых материалов. Эксплуатационные свойства пористых порошковых материалов и порошковых материалов для узлов трения. /Пр/	6	2	A-3-Y1 A-2-Y1 A-1-Y1	Л1.4Л2.6 Л2.17 Л2.22 Э1 Э2			P1
1.6	Особенности структуры порошковых материалов для электротехнической промышленности, инструментальных, жаропрочных и жаростойких порошковых материалов. Контрольная работа №1. /Пр/	6	3	A-3-Y1 A-2-Y1 A-1-Y1 A-3-31 A-2-31 A-1-31	Л1.4Л2.2 Л2.7 Л2.11 Л2.15 Л2.20 Л2.21 Э1 Э2		КМ1	P2
1.7	Получение пористых подшипников на основе железа /Лаб/	6	4	A-3-B1 A-2-B1 A-2-Y1	Л1.4Л2.6 Л2.17 Л2.22Л3.2 Э1 Э2			P8
1.8	Получение и свойства порошковых фильтров /Лаб/	6	4	A-3-B1 A-2-B1 A-2-Y1	Л1.4Л2.17 Л2.22Л3.2 Э1 Э2			P9
1.9	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и контрольной работе №1 /Ср/	6	7	A-3-31 A-3-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-1-31 A-1-Y1 A-1-B1	Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.6 Л2.7 Л2.11 Л2.15 Л2.17 Л2.19 Л2.20 Л2.21 Л2.22 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 2. Композиционные материалы с непрерывным и дискретным армированием							
2.1	Применение композиционных материалов в различных отраслях техники. Классификации композиционных материалов по различным признакам. /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31 A-1-Y1	Л1.6 Л1.7Л2.9 Л2.10 Э1 Э2			
2.2	Основные принципы упрочнения композиционных материалов с различными матрицами. Виды упрочняющих элементов для композиционных материалов. /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31 A-1-Y1	Л1.6 Л1.7Л2.9 Л2.10 Э1 Э2			
2.3	Композиционные материалы с металлической и керамической матрицей /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31 A-1-Y1	Л1.6 Л1.7Л2.8 Л2.12 Л2.18 Э1 Э2			
2.4	Композиционные материалы с полимерной и углеродной матрицей /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31 A-1-Y1	Л1.6 Л1.7Л2.8 Л2.14 Л2.18 Э1 Э2			

2.5	Методы получения упрочняющих элементов для композиционных материалов /Пр/	6	2	A-3-У1 A-2-У1 A-1-У1	Л1.6 Л1.7Л2.9 Л2.10 Э1 Э2			P3
2.6	Эксплуатационные свойства композиционных материалов и методы их определения. Контрольная работа №2. /Пр/	6	3	A-3-У1 A-2-У1 A-1-У1 A-3-31 A-2-31 A-1-31	Л1.6 Л1.7Л2.9 Л2.10 Э1 Э2		КМ2	P4
2.7	Получение дисперсно-упрочненного композиционного материала системы Si-Al ₂ O ₃ и определение его свойств /Лаб/	6	4	A-3-B1 A-2-B1 A-2-У1	Л1.6 Л1.7Л2.8 Л2.18Л3.2 Э1 Э2			P10
2.8	Подготовка к практическим занятиям, лабораторной работе и контрольной работе №2 /Ср/	6	5	A-3-31 A-3-У1 A-2-31 A-2-У1 A-1-31 A-1-У1 A-1-B1	Л1.6 Л1.7Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Л2.14 Л2.18 Э1 Э2 Э3			
Раздел 3. Материалы, получаемые по аддитивным технологиям								
3.1	Основные требования к материалам для аддитивных технологий. Классификация методов их получения. /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31	Л1.1 Э1 Э2			
3.2	Основные типы аддитивных процессов /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31 A-1-У1	Л1.1 Э1 Э2			
3.3	Области применения и тенденции развития аддитивных технологий /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31	Л1.1 Э1 Э2			
3.4	Основные этапы аддитивного производства. Практические рекомендации по выбору типа оборудования для аддитивного производства. /Пр/	6	2	A-3-У1 A-1-У1	Л1.1 Э1 Э2			P5
3.5	Дефекты в изделиях, полученных по аддитивным технологиям, и методы их диагностики /Лаб/	6	4	A-3-B1 A-2-У1	Л1.1 Э1 Э2			P11
3.6	Подготовка к практическому занятию, лабораторной работе и контрольной работе №3. /Ср/	6	4	A-3-31 A-3-У1 A-2-31 A-2-У1 A-1-31 A-1-У1 A-1-B1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 4. Функциональные покрытия на изделиях различного назначения								
4.1	Газотермические технологии напыления /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31 A-1-У1	Л1.2 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.13 Л2.16 Э1 Э2			

4.2	Наплавочные технологии /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31 A-1-Y1	Л1.2 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.13 Л2.16 Э1 Э2			
4.3	Ионно-плазменные вакуумные технологии /Лек/	6	2	A-3-31 A-2-31 A-1-31 A-1-Y1	Л1.2 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.13 Л2.16 Э1 Э2			
4.4	Структурные особенности покрытий, полученных различными методами /Пр/	6	2	A-3-Y1 A-2-Y1 A-1-Y1	Л1.2 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.13 Л2.16 Э1 Э2			P6
4.5	Модифицирование поверхности методами плазменного напыления и наплавки /Лаб/	6	4	A-3-B1 A-2-B1 A-2-Y1	Л1.2 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.13 Л2.16Л3.3 Л3.4 Э1 Э2			P12
4.6	Модификация поверхности изделий методом электроискрового легирования в контролируемых газовых средах /Лаб/	6	4	A-3-B1 A-2-B1 A-2-Y1	Л1.2 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.13 Л2.16Л3.3 Л3.4 Э1 Э2			P13
4.7	Подготовка к практическому занятию, лабораторным работам и контрольной работе №3 /Ср/	6	3	A-3-31 A-3-Y1 A-2-31 A-2-Y1 A-1-31 A-1-Y1 A-1-B1	Л1.2 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.13 Л2.16 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 5. Материалы, получаемые по технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза							
5.1	Требования к исходному сырью и оборудованию, качеству и себестоимости получаемых материалов и изделий, безопасности производства. Принципы управления составом, структурой и свойствами получаемых СВС-продуктов. /Лек/	6	2	A-3-31 A-1-Y1 A-2-31 A-1-31	Л1.3 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			
5.2	Общая технологическая схема СВС-процессов. Основные технологические параметры СВС-процессов. /Лек/	6	2	A-2-31 A-3-31 A-1-Y1	Л1.3 Л1.5Л2.4 Э1 Э2			

5.3	Технология спекания. Основные технологические параметры. Технология силового СВС-компактирования. Основные технологические параметры и их влияние на структуру и свойства продуктов горения. СВС - металлургия. Центробежное СВС - литье. Наплавка. Пропитка. Технология СВС - сварки. /Лек/	6	2	A-2-31 A-1-31 A-3-31 A-1-У1	Л1.3 Л1.5Л2.4 Э1 Э2			
5.4	Научные основы разработки технологии новых материалов методом СВС. Составление технологической схемы получения материала. Расчет состава шихты для синтеза материала заданного состава. Обоснование выбора исходных материалов и оборудования. Контрольная работа №3. /Пр/	6	3	A-3-У1 A-2-У1 A-1-У1 A-3-31 A-2-31 A-1-31	Л1.3 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ3	Р7
5.5	Изучение физических и технологических свойств порошковых реакционных смесей для проведения СВС-процесса /Лаб/	6	4	A-3-В1 A-2-В1 A-2-У1	Л1.3 Л1.5Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2			Р14
5.6	Исследование влияния технологических параметров силового СВС-компактирования на структуру и свойства консолидированного СВС-сплава на основе карбида титана /Лаб/	6	4	A-3-В1 A-2-В1 A-2-У1	Л1.3 Л1.5Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2			Р15
5.7	Изучение микроструктур материалов, получаемых по технологии силового СВС-компактирования /Лаб/	6	2	A-3-В1 A-2-В1 A-2-У1	Л1.3 Л1.5Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2			Р16
5.8	Подготовка к практическому занятию, лабораторным работам и контрольной работе №3 /Ср/	6	4	A-3-31 A-2-31 A-2-У1 A-3-У1 A-1-31 A-1-У1 A-1-В1	Л1.3 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3			

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 "Материалы, получаемые методом порошковой металлургии"	А-3-31;А-3-У1;А-2-31;А-2-У1;А-1-31;А-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация порошковых конструкционных материалов по назначению, степени нагруженности, плотности, составу. 2. Способы введения углерода и легирующих добавок в материалы на основе железа. 3. Основные технологические варианты производства порошковых сталей. 4. Способы повышения плотности конструкционных материалов. 5. Конструкционные материалы на основе меди: классификация и особенности производства. 6. Основные группы конструкционных материалов на основе алюминия. 7. Материалы типа САП: свойства и основные этапы технологии получения. 8. Особенности производства конструкционных порошковых материалов на никелевой основе. 9. Особенности производства конструкционных порошковых материалов на титановой основе. 10. Теоретические основы процессов трения и износа фрикционных материалов. 11. Принципы работы антифрикционных материалов. Основы современной теории трения. 12. Требования, предъявляемые к антифрикционным материалам. Свойства твердых смазок. 13. Требования к фрикционным материалам. 14. Технология получения фрикционных материалов. 15. Пористые подшипники. Общая характеристика, преимущества и недостатки. 16. Свойства пористых подшипников (перечислить и дать краткую характеристику). 17. Способы повышения свойств пористых подшипников. 18. Свойства порошковых фильтров. Способы регенерации фильтров. 19. Характеристики проницаемости фильтров. Методы определения размеров пор. 20. Особенности механической обработки фильтров. 21. Износ разрывных электрических контактов. 22. Структура разрывных электроконтактов. Назначение компонентов. 23. Способы получения разрывных контактов из композиции W – Cu. 24. Требования, предъявляемые к скользящим электроконтактам. Факторы, влияющие на свойства. 25. Структура скользящих электроконтактов. Назначение компонентов. 26. Особенности технологии получения скользящих электроконтактов. 27. Основные отличия в составах, структуре и свойствах магнитно-мягких и магнитно-твердых материалов. 28. Особенности технологии получения магнитно-мягких и магнитно-твердых материалов. 29. Магнитно-твердые материалы. Составы, свойства, особенности технологии их получения. 30. Структура и свойства магнитодиэлектриков. 31. Назначение структурных составляющих магнитодиэлектриков. Их свойства.
-----	--	---	--

КМ2	Контрольная работа №2 "Композиционные материалы с непрерывным и дискретным армированием"	А-3-31;А-3-У1;А-2-31;А-2-У1;А-1-31;А-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цели и задачи создания композиционных материалов 2. Классификация композиционных материалов по виду материала матрицы, ориентации и типу арматуры, назначению. 3. Требования, предъявляемые к армирующим волокнам и материалу матриц. 4. Прочность КМ, армированных непрерывными и дискретными волокнами. Оптимальная объемная доля волокон. 5. Удельная прочность композиции 6. Влияние ориентации волокон на прочность КМ 7. Композиционные материалы, армированные дискретными волокнами. Критическая длина волокон 8. Распределение напряжений по длине волокон 9. Формирование и развитие трещин в КМ 10. Методы определения механических свойств армированных КМ. 11. Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов в КМ. 12. Виды межфазного взаимодействия. 13. Влияние поверхности раздела на прочность и характер разрушения 14. Типы связей между компонентами 15. Методы получения и свойства армирующих элементов 16. Металлические матрицы на основе алюминия 17. Металлические матрицы на основе магния 18. Металлические матрицы на основе титана 19. Металлические матрицы на основе меди 20. Металлические матрицы на основе никеля 21. Требования, предъявляемые к процессам получения композиционных материалов. 22. Композиционные материалы на основе алюминия 23. Композиционные материалы на основе магния 24. Композиционные материалы на основе титана 25. Композиционные материалы на основе меди 26. Композиционные материалы на основе никеля 27. Эвтектические композиционные материалы 28. Углерод-углеродные композиционные материалы 29. Технология и свойства композиционных материалов на полимерной матрице
-----	--	---	---

КМЗ	Контрольная работа №3 "Материалы, получаемые по аддитивным технологиям. Функциональные покрытия на изделиях различного назначения. Материалы, получаемые по технологии СВС"	А-3-31;А-3-У1;А-2-31;А-2-У1;А-1-31;А-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать определения основным терминам в соответствии с ГОСТ Р 57558-2017. 2. Сравнение классических и аддитивных технологий получения материалов 3. Классификация аддитивных технологий по принципу реализации процесса построений 4. Технология селективного электронно-лучевого сплавления 5. Технология селективного лазерного сплавления 6. Разновидности пост-обработки изделий, полученных методами аддитивных технологий 7. Металлические материалы, используемые в аддитивных технологиях и требования к ним 8. Основные керамические материалы, используемые в аддитивных технологиях 9. Комбинированные аддитивные технологии 10. Стратегия сканирования 11. Построение поддерживающих структур. Принципы применения. 12. Контроль качества изделий, полученных методами аддитивных технологий 13. Классификация покрытий и методов их получения 14. Газопламенное напыление 15. Сверхзвуковое газопламенное напыление 16. Детонационное напыление 17. Электродуговое напыление. Сравнение характеристик газотермических методов 18. Принципиальная схема плазменного напыления 19. Сравнение исходных материалов для напыления (порошок, проволока, прутки, флексикорд) 20. Схемы плазмотронов 21. Газодинамическое напыление 22. Электродуговая наплавка. Исходные материалы для наплавочных методов. 23. Плазменная наплавка. Преимущества и недостатки наплавки. 24. Электроискровое легирование и терморреакционное упрочнение 25. Лазерная наплавка 26. Методы PVD: сущность, преимущества и недостатки 27. Химические классы продуктов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза 28. Перечислите основные типы СВС-технологий 29. Опишите основные стадии технологии СВС-порошков 30. Приведите основные химические схемы получения СВС-порошков. 31. Материалы и изделия, получаемые по технологии СВС-спекания 32. Способы управления процессом СВС для достижения получения продукта заданного состава и структуры. 33. Технологические разновидности СВС-металлургии 34. Условия для получения покрытий по технологии СВС-наплавки 35. Технология СВС- сварки, основные технологические параметры, влияющие на качество сварного шва. 36. алориметрический метод для определения экзотермических свойств СВС-смесей 37. Технологические свойства шихтовых СВС-смесей и методы их определения.
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Практическое занятие "Эксплуатационные свойства порошковых сталей и сплавов на основе цветных металлов. Структуры пористых порошковых материалов. Эксплуатационные свойства пористых порошковых материалов и порошковых материалов для узлов трения."	A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1	Изучение особенностей поровой структуры порошковых материалов (типы пористости, извилистость пор, продольный профиль поровых каналов), связанных с ней свойств (минимальный, максимальный, средний размер пор, проницаемость), и методов оценки этих свойств. Изучение эксплуатационных свойств конструкционных материалов на основе железа и цветных металлов (прочность при различных видах нагружения, твердость, модуль упругости) и методов их определения.
P2	Практическое занятие "Особенности структуры порошковых материалов для электротехнической промышленности, инструментальных, жаропрочных и жаростойких порошковых материалов."	A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1	Изучение основных особенностей структуры порошковых материалов для электротехнической промышленности, инструментальных, жаропрочных и жаростойких материалов, позволяющих достигать требуемые эксплуатационные свойства. Изучение основных отличий структуры порошковых материалов от структуры литых материалов, обеспечивающих конкурентоспособность порошковых материалов в современных условиях.
P3	Практическое занятие "Методы получения упрочняющих элементов для композиционных материалов"	A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1	Изучение основных методов получения порошкообразных, непрерывных волоконных и дискретных волоконных материалов, используемых в качестве упрочняющих элементов в композиционных материалах с металлической, керамической и полимерной матрицей.
P4	Практическое занятие "Эксплуатационные свойства композиционных материалов и методы их определения"	A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1	Изучение основных эксплуатационных свойств (прочность, плотность, удельная прочность, модуль упругости и др.) композиционных материалов по областям их применения.
P5	Практическое занятие "Основные этапы аддитивного производства. Практические рекомендации по выбору типа оборудования для аддитивного производства."	A-3-У1;A-1-У1	Изучение этапов аддитивного производства (производство исходного сырья, выращивание изделия, виды дополнительной обработки) и выбор типа оборудования исходя из условий производства, вида сырья, конечных требований к изделиям.
P6	Практическое занятие "Структурные особенности покрытий, полученных различными методами"	A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1	Ознакомление с натурными образцами газотермических покрытий. Обработка данных структурных исследований (растровая электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, оптическая профилометрия) и результатов индентирования (микро/нано-твердомеры) однослойных электроискровых покрытий и многослойных покрытий, полученных по гибридной технологии, сочетающей электроискровое легирование, импульсное катодно-дуговое испарение и магнетронное напыление.

P7	Научные основы разработки технологии новых материалов методом СВС. Составление технологической схемы получения материала. Расчет состава шихты для синтеза материала заданного состава. Обоснование выбора исходных материалов и оборудования.	A-3-У1;A-2-У1;A-1-У1	Освоение научно обоснованного подхода и основных принципов выбора исходных материалов, расчета шихты, типа технологического СВС-процесса и технологического оборудования для получения материала заданного химического и фазового состава в виде конечного изделия с заданными формой и размерами. Ознакомление с принципами составления основной технологической документации на процессы и продукцию СВС.
P8	Лабораторная работа "Получение пористых подшипников на основе железа"	A-3-B1;A-2-B1;A-2-У1	Изучение процесса получения пористого подшипникового материала прессованием и спеканием порошковой смеси Fe-C с последующей пропиткой маслом. Определения масловпитываемости полученного материала.
P9	Лабораторная работа "Получение и свойства порошковых фильтров"	A-3-B1;A-2-B1;A-2-У1	Получение металлических фильтров спеканием в свободной насыпке распыленных порошков бронзы и никеля, а также прессованием и спеканием электролитических никелевых порошков. Определение коэффициента проницаемости полученных материалов.
P10	Лабораторная работа "Получение дисперсно-упрочненного композиционного материала системы Cu-Al ₂ O ₃ и определение его свойств"	A-3-B1;A-2-B1;A-2-У1	Получение дисперсно-упрочненного материала прессованием и спеканием смеси порошков меди и оксида алюминия. Определение относительной плотности и твердости материала после спекания. Изучение влияния упрочняющих оксидных частиц на кинетику уплотнения медной матрицы композита.
P11	Лабораторная работа "Дефекты в изделиях, полученных по аддитивным технологиям, и методы их диагностики"	A-3-B1;A-2-У1	Изучение разновидностей дефектов в изделиях, полученных аддитивными технологиями, причин их возникновения. Ознакомление с методами контроля в аддитивном производстве.
P12	Лабораторная работа "Модифицирование поверхности методами плазменного напыления и наплавки"	A-3-B1;A-2-B1;A-2-У1	Знакомство с установкой для плазменной резки и сварки. Демонстрация принципа ее работы при использовании сопел различной конфигурации и исходных материалов (порошок, проволока). Ознакомление со схемой реализации процесса плазменной наплавки.
P13	Лабораторная работа "Модификация поверхности изделий методом электроискрового легирования в контролируемых газовых средах"	A-3-B1;A-2-B1;A-2-У1	Ознакомление с устройствами для реализации электроискрового легирования в газовых средах (аргон, азот), а также в условиях форвакуума. Демонстрация возможностей установки типа УВН-2М с 3D-модулем перемещения электрода. Нанесение покрытий в реакционных режимах при варьировании энергетических параметров и расхода газа.

P14	Лабораторная работа "Изучение физических и технологических свойств порошковых реакционных смесей для проведения СВС-процесса"	A-3-B1;A-2-B1;A-2-U1	Проведение экспериментальных измерений физических (пикнометрической плотности, гранулометрического состава) и технологических (текучести, насыпной плотности) свойств порошковых реакционных смесей различного состава.
P15	Лабораторная работа "Исследование влияния технологических параметров силового СВС-компактирования на структуру и свойства консолидированного СВС-сплава на основе карбида титана"	A-3-B1;A-2-B1;A-2-U1	Проведение экспериментальных исследований структуры компактных образцов СВС- сплава на основе карбида титана с различным содержанием связующей фазы, полученных при варьировании технологических режимов (времени задержки, времени выдержки, давления прессования) силового СВС-компактирования.
P16	Лабораторная работа "Изучение микроструктур материалов, получаемых по технологии силового СВС-компактирования"	A-3-B1;A-2-B1;A-2-U1	Исследование микроструктур различных классов материалов, получаемых по технологии силового СВС-компактирования, с использованием методов оптической и электронной микроскопии.

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

Программой дисциплины экзамен и зачет с оценкой не предусмотрены.

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

Оценка "зачет" ставится при получении положительных оценок за все три контрольные работы.

При "незачет" ставится при получении хотя бы одной неудовлетворительной оценки за контрольную работу.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Каменев С. В., Романенко К. С.	Технологии аддитивного производства: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017
Л1.2	Кудинов В. В., Бобров Г. В., Митин Б. С.	Нанесение покрытий напылением: Теория, технология и оборудование: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1992
Л1.3	Амосов А. П., Боровинская И. П., Мержанов А. Г., Анциферов В. Н.	Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение-1, 2007
Л1.4	Либенсон Г. А.	Производство спеченных изделий: Учебник для машиностроит. техникумов по спец. 'Порошковая металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.5	Левашов Е. А., Рогачев А. С., Юхвид В. И., Боровинская И. П.	Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: Учеб. пособие для вузов по спец. 070800- Физико-хим. методы исследования процессов и материалов и 110800 - Композиционные и порошковые материалы, покрытия	Библиотека МИСиС	М.: БИНОМ, 1999
Л1.6	Костиков Валерий Иванович	Физико-химические основы технологии композиционных материалов. Теоретические основы процессов создания композиционных материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.7	Костиков Валерий Иванович	Физико-химические основы технологии композиционных материалов: директивная технология композиционных материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.8	Костиков Валерий Иванович, Педос Сергей Иванович, Нарамовский Игорь Владимирович, Костиков Валерий Иванович	Теория и технология покрытий: Разд.: Технология и свойства напыленных покрытий: курс лекций для студ. спец. 11.10	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989
Л1.9	Костиков Валерий Иванович, Педос Сергей Иванович, Нарамовский Игорь Владимирович, Костиков Валерий Иванович	Теория и технология напыленных покрытий: Разд.: Физико-химические закономерности фазового взаимодействия материалов при формировании покрытий: курс лекций для студ. спец. 11.10	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1988
Л1.10	Костиков Валерий Иванович, Педос Сергей Иванович, Нарамовский Игорь Владимирович, Либенсон Герман Абрамович	Теория и технология напыленных покрытий: лаб. практикум для студ. спец. 0414	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Коротков В. А.	Ремонтная сварка и наплавка: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Директ-Медиа, 2014
Л2.2	Поляков В. П., Ножкина А. В., Чириков Н. В.	Алмазы и сверхтвердые материалы: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallургия, 1990
Л2.3	Химушин Ф. Ф.	Жаропрочные стали и сплавы	Библиотека МИСиС	М.: Metallургия, 1964

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.4	Левашов Евгений Александрович, Рогачев Александр Сергеевич, Курбаткина Виктория Владимировна, др.	Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.5	Либенсон Г. А., Лопатин В. Ю., Комарницкий Г. В.	Т.1: Производство металлических порошков	Электронная библиотека	, 2001
Л2.6	Нарва Валентина Константиновна	Технология и свойства порошковых материалов и изделий из них. Конструкционные материалы: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия, профиль 'Порошковая металлургия, композиц. материалы, покрытия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л2.7	Панов Владимир Сергеевич	Тугоплавкие металлы IV-VI групп и их соединения. Структура, свойства, методы получения: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л2.8	Варенков Анатолий Николаевич, Костиков Валерий Иванович, Комарова Наталья Михайловна	Физико-химия и технология армированных композиционных материалов на основе металлических матриц: Разд.: Физико-химия, технология и свойства композитов системы углерод-алюминий с использованием дисперсноупрочненных и дисперсионно-твердеющих сплавов алюминия. Структурная повреждаемость углеалюминиевых композитов: Учеб. пособие для студ. спец. 070800: Ч.2	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л2.9	Варенков Анатолий Николаевич, Донских Наталия Михайловна	Композиционные материалы: Учеб. пособие по выполнению курсовой работы для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.10	Варенков Анатолий Николаевич, Донских Наталия Михайловна	Композиционные материалы: Учеб. пособие по расчетам технол. и эксплуатационных параметров волокнистых композиционных материалов для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.11	Манухин Анатолий Васильевич, Ножкина Алла Викторовна	Физико-химия взаимодействия алмазов с металлами, сплавами и соединениями: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.12	Варенков Анатолий Николаевич	Физико-химия и технология армированных композиционных материалов на основе металлических матриц: Разд.: Углеалюминиевые композиционные материалы: Учеб. пособие для студ. спец. 070800 'Физ.-хим. методы исслед. процессов и материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
Л2.13	Блинков Игорь Викторович, Челноков Валентин Сергеевич	Покрытия и поверхностное модифицирование материалов. Критерии выбора покрытий, их свойства: учеб. пособие для студ. спец. 070800, 070900, 110800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003
Л2.14	Варенков Анатолий Николаевич, Костиков Валерий Иванович	Физико-химия и технология углеалюминиевых композиционных материалов: Разд.: Теория и процессы межфазного взаимодействия углеродных материалов с металлами и сплавами в композитах: Учеб. пособие для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
Л2.15	Ножкина Алла Викторовна, Костиков Валерий Иванович, Варенков Анатолий Николаевич, Павлов Ю. А.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов: Разд.: Физико-химические свойства алмазов: курс лекций для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л2.16	Лысов Борис Семенович, Мелехин В. Ф., Блинков Игорь Викторович, др., Павлов Ю. А.	Высокотемпературные покрытия: Лаб. практ. для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1984
Л2.17	Нарва Валентина Константиновна	Технология порошковых материалов и изделий: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л2.18	Варенков Анатолий Николаевич, Костиков Валерий Иванович, Комарова Наталья Михайловна	Физико-химия и технология армированных композиционных материалов на основе металлических матриц: Разд.: Физико-химия, технология и свойства композитов системы углерод-алюминий с использованием дисперсноупрочненных и дисперсионно-твердеющих сплавов алюминия. Структурная повреждаемость углеалюминиевых композитов: Учеб. пособие для студ. спец. 070800: Ч.1	Электронная библиотека	М.: Учеба, 1999

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.19	Бойко А. В., Блинков Игорь Викторович	Влияние ориентации включений графита на контактные свойства порошковых материалов серебро-графит, получаемых методом экструзии: автореф. дис... к.т.н., спец. 05.16.06 - "Порошковая металлургия и композиционные материалы"	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2006
Л2.20	Жадан В. Т., Осадчий В. А.	Исследование структуры и особенностей деформации порошковых жаропрочных сплавов	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1984
Л2.21	Золоторевский В. С., Портной В. К., Евсеев Ю. В., Новиков И. И.	Механические свойства металлов: ч. 3 : разд.: Длительная прочность. Жаропрочность. Усталость: лаб. практикум для студ. спец. 11.07	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1988
Л2.22	Нарва В. К., Коршунов Б. Г.	Технология производства спеченных материалов и изделий: Разд.: Пористые материалы: курс лекций для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1980

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Левашов Евгений Александрович, Новиков А. В., Курбаткина Виктория Владимировна	Технология и свойства СВС-порошков, материалов и изделий: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л3.2	Панов Владимир Сергеевич, Нарва Валентина Константиновна, Дубынина Любовь Вячеславовна	Технология получения и свойства спеченных материалов и изделий из них: лаб. практикум для студ. вузов спец. - Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л3.3	Кирюханцев-Корнеев Филипп Владимирович	Научные и технологические принципы нанесения покрытий методами физического и химического осаждения. Методы получения и исследования покрытий: практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л3.4	Петржик Михаил Иванович, Кирюханцев-Корнеев Филипп Владимирович, Воробьева Мария Вячеславовна	Методы аттестации наноструктурных поверхностей. Методы формирования и исследования функциональных поверхностей: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Учебно-методическая литература для студентов	https://www.studmed.ru/
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru/
Э3	Сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности»	https://www1.fips.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams
П.3	WinRAR
П.4	Microsoft Excel
П.5	Microsoft PowerPoint
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
К-04	Лаборатория	вакуумная шахтная печь, печи для спекания в различных средах, гранулятор смеситель, мельницы
К-06	Лаборатория	лабораторная вакуумная печь с вольфрамовым нагревателем, вакуумная печь, электропечь SNOL72/1200 2 шт., весы аналитические
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, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
-------	-------------	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вместо учебника "Производство спеченных изделий" целесообразно использовать более поздний учебник того же автора "Производство порошковых материалов", выбор которого в менеджере РПД невозможен.