

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 30.10.2023 16:01:32

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)

Методы аттестации функциональных поверхностей материалов

Закреплена за подразделением Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 72

самостоятельная работа 72

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Лабораторные	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	72	72	72	72
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дтн, Профессор, Петржик Михаил Иванович

Рабочая программа

Методы аттестации функциональных поверхностей 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 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-16.plx Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Протокол от 03.04.2023 г., №11

Руководитель подразделения Левашов Е.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины - Подготовить специалистов к решению сложных профессиональных задач по организации аттестации функциональных поверхностей для различных отраслей современной техники, внедрению современных методов контроля структуры и свойств в производство.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Научно-исследовательская практика	
2.1.2	Процессы консолидации порошковых материалов	
2.1.3	Процессы СВС как основы синтеза неорганических материалов	
2.1.4	Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах	
2.1.5	Технологии инженерии поверхности	
2.1.6	Технологии получения порошкообразных материалов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции	
Знать:	
ПК-4-31	Методы синтеза и оценки структуры и свойств синтезированных композитов и покрытий
ПК-4-32	Меры и средства управления качеством продукции
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований	
Знать:	
ПК-3-31	Методы исследования структуры и свойств материалов и покрытий
ПК-3-32	Основные формулы математической статистики
ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции	
Уметь:	
ПК-4-У1	Проводить анализ мер и средств управления качеством продукции
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований	
Уметь:	
ПК-3-У1	Определять физические, механические, функциональные свойства материалов и покрытий
ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции	
Уметь:	
ПК-4-У2	Определять физические, механические, функциональные свойства материалов и покрытий
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований	
Уметь:	
ПК-3-У2	Изучать структуру, фазовый и химический состав материалов и покрытий

ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции

Владеть:

ПК-4-В2 Навыками использования устройства аналогово-цифрового преобразования

ПК-4-В1 Методами аттестации синтезированных композитов и покрытий

ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований

Владеть:

ПК-3-В1 Навыками применения результатов исследований

ПК-3-В2 Методами исследования структуры и свойств материалов и покрытий

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. Пробоподготовка и обработка результатов измерений							
1.1	Разрушающие и неразрушающие методы определения строения и свойств Функциональных Поверхностей и Покрытий (ФПП). Принципы выбора условий испытаний ФПП. Пробоподготовка. Основы теории измерений. Аналоговые и цифровые измерения. Способы выделения полезного сигнала при обработке данных измерений. Сбор, хранение и обработка данных на компьютере. Статистическая обработка данных. /Лек/	3	6	ПК-3-32 ПК-3-У2 ПК-4-В2	Л1.1Л2.2 Э1			
1.2	Методы пробоподготовки образцов покрытий. Методы математической статистики для анализа данных измерений. Примеры использования Интернет ресурсов по структуре и свойствам функциональных материалов и покрытий. /Лаб/	3	2	ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.1 Э3			Р1
1.3	Проработка материала лекций. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к контрольной работе №1. /Ср/	3	12	ПК-3-32	Л1.1 Э3			
1.4	Экспорт данных и их обработка на персональном компьютере с построением графиков. /Пр/	3	2					Р9

1.5	Контрольная работа №1. Пробоподготовка и обработка результатов измерений. Работа над ошибками. /Пр/	3	1	ПК-3-У2 ПК-3-32			КМ1	
	Раздел 2. Бесконтактные методы анализа функциональных поверхностей							
2.1	Бесконтактные методы изучения ФПП: оптическая световая и интерференционная микроскопия, просвечивающая и электронная микроскопия. Типы и условия образования контраста. Методы определения основных характеристик покрытий: толщина, шероховатость и топография поверхности. Атомно-силовая и сканирующая зондовая микроскопия. /Лек/	3	12	ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У2	Л1.1 Э2			
2.2	Режимы работы оптического микроскопа. Типы контраста Режимы работы растрового электронного микроскопа. Типы контраста Режимы работы просвечивающего электронного микроскопа. Типы контраста Расчет толщины покрытий по данным оптической и электронной микроскопии Способы выделения полезного сигнала при обработке данных измерений Определение параметров шероховатости по экспериментальным профилограммам Выбор метода определения шероховатости поверхности /Лаб/	3	4	ПК-3-У2 ПК-4-31	Л1.1Л2.4 Э2 Э3			
2.3	Проработка материала лекций. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к контрольной работе №2. /Ср/	3	27	ПК-3-В2 ПК-4-32 ПК-4-В1	Л1.1Л2.2 Э2			
2.4	Режимы работы оптического микроскопа. Типы контраста Режимы работы растрового электронного микроскопа. Типы контраста Режимы работы просвечивающего электронного микроскопа. Типы контраста /Пр/	3	2					

2.5	Калибровка шкалы микровинта оптического микроскопа /Пр/	3	1					
2.6	Определение масштаба увеличения микрофотографии по масштабному отрезку /Пр/	3	1					
2.7	Контрольная работа №2. Разбор ошибочных ответов. /Пр/	3	1	ПК-4-У2 ПК-3-У2			КМ2	
	Раздел 3. Взаимодействие твердых тел при механическом контакте							
3.1	<p>Модель Герца и ее приложения для испытания ФПП при измерительном индентировании, царапании, скольжении и при циклическом ударе. Основы трибологии. Механизмы износа и разрушения при трибологических, адгезионных и ударно-циклических испытаниях. Когезионное и адгезионное разрушение покрытий. Принципы выбора условий испытаний ФПП. Расчет напряжений Герца при упругом механическом контакте для типичных контртел и нагрузок</p> <p>Расчет проекции площади контакта контртела в форме пирамиды, конуса, шара</p> <p>Расчет износа плоского образца и сферического контртела после трибологических испытаний по схеме «стержень-диск»</p> <p>Анализ параметров, определяемых при измерительном царапании</p> <p>Механизмы разрушения покрытий при вдавливании контртела</p> <p>Механизмы разрушения покрытий при циклическом ударе контртелом</p> <p>Механизмы разрушения покрытий в условиях царапания индентором под нагрузкой</p> <p>Механизмы разрушения покрытий в условиях скольжения индентора под нагрузкой</p> <p>Прием рефератов /Лек/</p>	3	18	ПК-3-31 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.2 Э2			

3.2	Механизмы разрушения покрытий в условиях вдавливания и царапания при нарастающей нагрузке на индентор, скольжения при непрерывной нагрузке, а также циклического удара /Пр/	3	2					
3.3	Расчет проекции площади контакта контртела в форме пирамиды, конуса, шара /Пр/	3	2					
3.4	Материаловедческие задачи, решаемые методами взаимодействия с контртелом. Принципы выбора условий испытаний покрытий /Пр/	3	2					
3.5	Оценка применимости метода наноиндентирования для испытаний покрытий с учетом их толщины и шероховатости поверхности /Пр/	3	2					
3.6	Определение механических свойств твердых тел методом измерительного индентирования /Лаб/	3	4	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.1Л2.1Л2.4 Э1 Э2			
3.7	Проработка материала лекций. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к презентации рефератов. Подготовка к зачету с оценкой. /Ср/	3	33	ПК-3-В2 ПК-4-32 ПК-4-У1	Л1.1Л1.1 Э1			
3.8	Определение когезионной/адгезионной прочности покрытий методом измерительного царапания /Лаб/	3	4					
3.9	Трибологические испытания по методу «стержень–диск» /Лаб/	3	4					
3.10	Зачет с оценкой /Пр/	3	2					

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. Пробоподготовка и обработка результатов измерений	ПК-3-У2;ПК-3-32	1. Конструкционные и функциональные материалы. Методы создания функциональных поверхностей. Градиентные и иерархические материалы. Фазовые и структурные составляющие. Качественное и количественное описание структуры. Методы наноструктурирования и наноматериалы. Закон Холла-Петча. 2. Методы пробоподготовки образцов материалов и покрытий. Методы математической статистики для анализа данных измерений. 3. Примеры использования Интернет ресурсов по структуре и свойствам функциональных материалов и покрытий.

КМ2	Контрольная работа №2 Бесконтактные методы анализа функциональных поверхностей	ПК-4-У2;ПК-3-У2	4. Режимы работы оптического микроскопа. Типы контраста 5. Режимы работы растрового электронного микроскопа. Типы контраста 6. Режимы работы просвечивающего электронного микроскопа. Типы контраста 7. Расчет толщины покрытий по данным оптической и электронной микроскопии 8. Способы выделения полезного сигнала при обработке данных измерений 9. Определение параметров шероховатости по экспериментальным профилограммам
-----	---	-----------------	---

КМЗ	Зачет с оценкой по дисциплине	ПК-4-В1;ПК-4-У2;ПК-4-У1;ПК-4-32;ПК-4-31;ПК-3-В2;ПК-3-В1;ПК-3-У2;ПК-3-У1;ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-4-В2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Конструкционные и функциональные материалы. Методы создания функциональных поверхностей. Градиентные и иерархические материалы. Фазовые и структурные составляющие. Качественное и количественное описание структуры. Методы наноструктурирования и наноматериалы. Закон Холла-Петча. 2. Методы пробоподготовки образцов материалов и покрытий. Методы математической статистики для анализа данных измерений. 3. Примеры использования Интернет ресурсов по структуре и свойствам функциональных материалов и покрытий. 4. Режимы работы оптического микроскопа. Типы контраста 5. Режимы работы растрового электронного микроскопа. Типы контраста 6. Режимы работы просвечивающего электронного микроскопа. Типы контраста 7. Расчет толщины покрытий по данным оптической и электронной микроскопии 8. Способы выделения полезного сигнала при обработке данных измерений 9. Определение параметров шероховатости по экспериментальным профилограммам 10. Выбор метода определения шероховатости поверхности 11. Расчет напряжений Герца при упругом механическом контакте для типичных контртел и нагрузок 12. Расчет проекции площади контакта контртела в форме пирамиды, конуса, шара 13. Оценка применимости метода наноиндентирования для испытаний покрытий с учетом их толщины и шероховатости поверхности 14. Расчет износа плоского образца и сферического контртела после трибологических испытаний по схеме «стержень-диск» 15. Анализ параметров, определяемых при измерительном царапании 16. Механизмы разрушения покрытий при вдавливании контртела 17. Механизмы разрушения покрытий при циклическом ударе контртела 18. Механизмы разрушения покрытий в условиях царапания индентора под нагрузкой 19. Механизмы разрушения покрытий в условиях скольжения индентора под нагрузкой 20. Принципы выбора условий испытаний покрытий 21. Материаловедческие задачи, решаемые методами взаимодействия с контртелом 22. Чем отличаются инденторы Виккерса и Берковича? 23. С чем связаны ограничения классических методов определения твердости? 24. Как определяют площадь контакта в методе измерительного индентирования (ИИ)? 25. Что представляет собой график измерительного индентирования? 26. В чем состоит метод Оливера–Фарра для обработки данных ИИ? 27. Какая часть графика ИИ используется для расчета модуля упругости? 28. Что такое коэффициент упругого восстановления по методу ИИ? 29. Что называют индексом пластичности материала по методу ИИ? 30. Какой параметр используют для оценки сопротивления материала пластической деформации по методу ИИ? 31. Перечислите материаловедческие задачи, решаемые с помощью метода ИИ. 32. Перечислите требования к изучаемым образцам, изучаемым методом ИИ. 33. Какова точность позиционирования образца на установке ННТ? 34. Какие физические величины измеряют в ходе ИИ? 35. Какие физические величины рассчитывают по
-----	-------------------------------	---	--

			экспериментальным данным, полученным при ИИ? 36. В чем состоит метод измерительного царапания (ИЦ)? 37. Какой тип индентора используют в методе ИЦ? 38. Перечислите требования к изучаемым методом ИЦ образцам.
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	Лабораторная работа №1 Методы пробоподготовки образцов покрытий. Методы математической статистики для анализа данных измерений.	ПК-3-В2	Изучение требований к образцам для разных методов аттестации, выбору места и способа вырезки образцов. (2 часа)
P2	Лабораторная работа №2 Режимы работы оптического микроскопа. Типы контраста Режимы работы растрового электронного микроскопа. Типы контраста Режимы работы просвечивающего электронного микроскопа. Типы контраста Расчет толщины покрытий по данным оптической и электронной микроскопии	ПК-3-У2	Изучение разных типов контраста и приобретение навыков по их использованию для характеристики структуры и проведению линейных измерений на изображениях (1 час)
P3	Лабораторная работа №3 Способы выделения полезного сигнала при обработке данных измерений Определение параметров шероховатости по экспериментальным профилограммам Выбор метода определения шероховатости поверхности	ПК-4-32;ПК-3-В2	Приобретение навыков определения параметров шероховатости поверхности по экспериментальным профилям (1 час)
P4	Лабораторная работа №4 Расчет напряжений Герца при упругом механическом контакте для типичных контртел и нагрузок Расчет проекции площади контакта контртела в форме пирамиды, конуса, шара	ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-В1;ПК-4-У2	Выполнение расчета напряжений Герца при упругом механическом контакте, проекции площади контакта вдавливаемого контртела в форме пирамиды, конуса, шара (1 час)

P5	Лабораторная работа №5 Оценка применимости метода наноиндентирования для испытаний покрытий с учетом их толщины и шероховатости поверхности	ПК-4-В1	Изучение практических рекомендаций для испытаний покрытий с учетом их толщины и шероховатости поверхности (1 час)
P6	Лабораторная работа №6 Расчет износа плоского образца и сферического контртела после трибологических испытаний по схеме «стержень-диск» Анализ параметров, определяемых при измерительном царапании	ПК-4-У2;ПК-4-В2	Выполнение расчета приведенного износа плоского образца и сферического контртела после трибологических испытаний по схеме «стержень-диск» Анализ стадий и механизмов разрушения, определяемых при сравнении экспериментальных кривых и изображений участков царапины, полученных при измерительном царапании (скретч-тестировании) (1 час)
P7	Лабораторная работа №7 Механизмы разрушения покрытий при вдавливании контртела Механизмы разрушения покрытий при циклическом ударе контртелом Механизмы разрушения покрытий в условиях царапания контртелом Механизмы разрушения покрытий в условиях скольжения контртела Принципы выбора условий испытаний покрытий Материаловедческие задачи, решаемые методами взаимодействия с контртелом	ПК-4-У2	Изучение механизмов разрушения покрытий под локальной нагрузкой при вдавливании контртела, при циклическом ударе контртелом, в условиях скольжения контртела и царапания им. Изучение принципов выбора условий испытаний покрытий для материаловедческих задач, решаемых методами локального механического контакта образца с контртелом (1 час)
P8	Реферат Метод аттестации функциональных поверхностей (по выбору)	ПК-3-В2	Примерные темы рефератов: Метод измерительного индентирования Метод измерительного царапания Метод измерительного сколожения Методы определения шероховатости поверхности Растровая электронная микроскопия

P9	Практическое занятие "Экспорт данных и их обработка на персональном компьютере с построением графиков."		
----	---	--	--

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

Экзамен по дисциплине "Методы аттестации наноструктурных поверхностей" учебным планом не предусмотрен.

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

К зачету допускают студентов, выполнивших лабораторных работы и получивших положительные оценки за контрольные занятия, а также за презентацию рефератов.

Для подготовка к зачету студенты получают контрольные вопросы по дисциплине.

Текущий контроль для тестирования знаний, навыков и умений студентов проводят в форме контрольных работ и зачета с оценкой.

Компьютерные программы для построения графиков используются при выполнении лабораторных работ № 1-4

Применяется система контроля готовности к лабораторным работам.

Методика оценки обучающегося на зачете.

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие знания в объеме программы дисциплины, уверенно устанавливает логические связи между отдельными разделами дисциплины, грамотно и непротиворечиво излагает материал при ответе, знает источники дополнительной информации.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов и установлении логических связей между отдельными разделами дисциплины, четко излагает материал без существенных противоречий в информации.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, исправляет допущенные ошибки после уточняющих вопросов преподавателя, знает основные и дополнительные источники информации по программе дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не способен установить логические связи между разделами дисциплины, не может дать ответ на основной и/или дополнительный вопрос.

Оценка «не явка» – обучающийся на зачет не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Брандон Д., Каплан У., Баженов С. Л., Егорова С. В.	Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студ. напр. 'Прикладные математика и физика': пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2004

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Крагельский И. В., Виноградова И. Э.	Коэффициенты трения	Электронная библиотека	Москва: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1962
Л2.2	Ягодкин Юрий Дмитриевич, Иванов А. Н.	Методы исследования поверхностного слоя: Учеб. пособие для студ. спец. 0708, 0709, 510.403, 510.411	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л2.3	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

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Кононогов С. А., Лысенко В. Г.	Научно-методические основы 3D-метрии шероховатости поверхности: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2010

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru/
Э2	Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений "АРШИН"	https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry
Э3	Библиотека НИТУ "МИСИС"	lib.misis.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
-----	------------------

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	1в. Интернет ресурсы по структуре и свойствам функциональных материалов и покрытий: http://www.matweb.com
И.2	2в. Интернет ресурсы по методам проведения испытаний, https://www.anton-paar.com
И.3	3в. Интернет ресурсы по метрологическому обеспечению измерений: Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, http://www.fundmetrology.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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
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
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.
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 №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.
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
-------	-------------	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лекции и практические занятия проводят с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.
2. Текущий контроль для тестирования знаний, навыков и умений студентов проводят в форме контрольных работ и зачета с оценкой.
3. Используются компьютерные программы для лабораторных работ № 1-4
4. Применяется система контроля готовности к лабораторным работам по вопросам для самопроверки.
5. Презентационно-лекционный материал подается при использовании проектора.
6. Кроме указанной в списке литературы целесообразно использовать книгу Метрология поверхностей. Принципы, промышленные методы и приборы: Научное издание /Д. Уайтхауз - Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2009. -492 с.

По каждому виду испытаний покрытий и изделий порошковой металлургии необходимо сформулировать требования по методикам измерений, уделить внимание особенностям подготовки образцов, калибровке средств измерений, методам обработки полученных данных и представлению результатов. При подготовке к лабораторным работам и практическим занятиям необходима проработка лекционного материала, а также Интернет ресурсов, чтобы систематизировать возможные источники погрешностей измерений, а также знания об устройстве, технических характеристиках, области применения средств измерений. При необходимости вносить дополнения из периодической технической и нормативной литературы. Возникающие вопросы следует обсуждать на лекциях и в часы консультаций. Для приобретения навыка работы с технической информацией, получаемой из различных источников, в том числе и электронных, предусмотрено написание реферата, контроль за выполнением которого следует начинать с начала семестра.