

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов

**Код модуля**  
1159305(1)

**Модуль**  
Методы получения и исследования  
наноматериалов

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Мурзакаев Айдар Маркович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

**Авторы:**

- Мурзакаев Айдар Марксович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Реферат	2

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений	Лекции Практические/семинарские занятия Реферат № 1 Реферат № 2 Экзамен

	<p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p> <p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области</p>	<p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Реферат № 1</p> <p>Реферат № 2</p> <p>Экзамен</p>

	<p>терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общинженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общинженерных наук</p>	
<p>ПК-1 -Способен организовывать, планировать и контролировать процессы измерений параметров и свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание физико-химических свойств наноматериалов и наноструктур, устройств, принципов работы и правил эксплуатации оборудования для исследования свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>П-1 - Осуществлять планирование эксперимента, ставить и анализировать задачи для оптимизации и совершенствования исследований</p> <p>У-1 - Работать на технологическом оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией, получать, анализировать, обобщать данные по измерению свойств и параметров</p>	<p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Реферат № 1</p> <p>Реферат № 2</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-5 -Способен предлагать актуальные методы и подходы решения научных и технологических задач в области наноматериалов, а также смежных областей</p>	<p>З-1 - Описывать основные научные достижения и современные методы экспериментальных и теоретических исследований</p> <p>П-1 - Использовать методы решения научно-технологических задач на основе анализа согласованных научных знаний</p> <p>У-1 - Определять конкретную задачу в рамках научного эксперимента</p>	<p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Реферат № 1</p> <p>Реферат № 2</p> <p>Экзамен</p>

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат № 1</i>	3,10	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат № 2</i>	3,16	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b>		

**Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено**

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## **5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

### **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

#### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### **5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Методы и приборы для определения элементного состава наноматериалов.
2. Исследования состава наноматериалов методами электронной спектроскопии.
3. Исследование состава наноматериалов методом вторичной ионной масс-спектрометрии.
4. Методы и приборы для изучения микроструктуры наночастиц и наноматериалов.
5. Элементы динамической теории рассеяния.
6. Рентгеновские методы исследования структуры наноматериалов.
7. Способы регистрации рентгеновской дифракционной картины.
8. Фазовый анализ материалов.
9. Использование высокоразрешающей рентгеновской дифрактометрии для изучения наноразмерных пленок, эпитаксиальных композиций.



10. Методы, основанные на дифракции электронов.
11. Просвечивающая электронная микроскопия.
12. Методы и приборы для анализа геометрических параметров и размеров наночастиц.
13. Сканирующая зондовая микроскопия.
14. Плазмонный резонанс.
15. Методы, основанные на спектроскопии магнитного резонанса.
16. Основы метода ЭПР и его применение для изучения низкоразмерных систем.
17. Специальные методы исследования.

Примерные задания

1. Метод электронной спектроскопии – применение, принцип работы, устройство, предел разрешения электронных спектрометров.

2. Дифракционные методы анализа - применение, принцип работы, устройство, предел разрешения дифракционных методов.

LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### **Базовый**

#### **5.2.1. Реферат № 1**

Примерный перечень тем

1. Методы анализа, используемые при выполнении своей ВКР.

Примерные задания

Исследование морфологии, структуры и фазового состава наночастиц различных оксидов методом просвечивающей электронной микроскопии.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Реферат № 2**

Примерный перечень тем

1. Методы и приборы для анализа геометрических параметров и размеров наночастиц.

Примерные задания

- Просвечивающая электронная микроскопия.

- Растровая электронная микроскопия.

- Зондовая электронная микроскопия.

- Рентгеновская дифракция – область когерентного рассеяния.

- Метод измерения удельной поверхности.

- Метод комбинационного рассеяния света.

LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Потенциальный барьер на границе металл-вакуум. Полная работа выхода электрона. Надбарьерный выход электронов. Подбарьерный выход электронов. Поправка Шоттки. Эффект Шоттки. Коэффициент прохождения электрона через потенциальный барьер (коэффициент прозрачности).

2. Термоэлектронная эмиссия. Основные особенности ТЭЭ: зависимость термоэмиссионного тока от температуры, работы выхода, внешнего электрического поля. Эффективные термокатоде. Основные рабочие параметры. Оксидные катоды, оксидно-ториевые катоды, гексабориды щелочноземельных и редкоземельных металлов.

3. Автоэлектронная эмиссия. Уравнение Фаулера-Нордгейма для автоэмиссионного тока. Эффект Ноттингама. Автоэлектронный микроскоп, методы изготовления острий, увеличение и разрешение прибора. Причины нестабильности рабочих характеристик в техническом вакууме: адсорбция, ионная бомбардировка.

4. Фотоэлектронная эмиссия. Основные закономерности внешнего фотоэффекта. Красная граница ФЭЭ. Эффективные фотокатоды. Основные параметры фотоэлементов. Электронная спектроскопия для химического анализа.

5. Вторичная электронная эмиссия. Первичные и вторичные электроны. Коэффициент ВЭЭ, его зависимость от энергии первичных электронов  $E_p$ . Энергетическое распределение вторичных электронов по энергиям, три основные группы вторичных электронов. Вторично электронные умножители. Фотоэлектронные умножители. Электронно-оптические преобразователи. Коэффициент усиления, шумы.

6. Упруго отраженные электроны. Угловое распределение упруго отражённых электронов, дифракция медленных электронов (ДМЭ), дифракция быстрых электронов (ДБЭ).

7. Взрывная электронная эмиссия (ВЭЭ). Феноменология ВЭЭ. Импульсный пробой при остром катод. Импульсный пробой при плоских электродах. Пробой постоянным напряжением. Джоулев механизм вакуумного пробоя.

8. Электростатические линзы. Сила, действующая на заряженную частицу в электростатическом поле. Аналогия между движением заряженных частиц в электростатическом поле и распространением световых лучей в прозрачной среде. Центрированные электронно-оптические системы. Фокусировка в аксиально-симметричном поле. Усилитель света (электронно-оптический преобразователь). Электронный умножитель. Электронный осциллограф.

9. Магнитные линзы. Движение в однородном магнитном поле. Аксиально-симметричное магнитное поле. Фокусировка с помощью короткой катушки. Электронный микроскоп. Движение в медленно изменяющемся магнитном поле. Радиационные пояса Земли. Фокусировка в поперечных электрических и магнитных полях. Движение заряженных частиц под действием однородного электрического поля и однородного магнитного поля. Спектрометры.

10. Взаимодействие электронов с веществом. Эффекты, наблюдаемые при взаимодействии электронов с веществом - упругое и неупругое рассеяние, возбуждение фононов, дифракция низкоэнергетических электронов, тормозное и характеристическое рентгеновское излучение, вторичная электронная эмиссия, Оже-электронная эмиссия, характеристические потери энергии электронов, электронно-ионная эмиссия, электронно-атомная эмиссия, дифракция быстрых электронов.

11. Взаимодействие ионов и атомов с веществом. Виды ионно-электронной эмиссии (ИЭЭ).

12. Методы и приборы для определения элементного состава наноматериалов. Рентгеноспектральный анализ элементного состава вещества. Методы возбуждения рентгеновских спектров. Источники рентгеновского излучения. Работа рентгеновской трубки. Классификация рентгеновских переходов. Сплошной и характеристический рентгеновский спектр. Синхротронное излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Закон поглощения рентгеновских лучей, рентгеновская дефектоскопия, фильтрация рентгеновского излучения. Преломление рентгеновских лучей. Спектрометры рентгеновского излучения с волновой и энергетической дисперсией. Микрорентгеноспектральный анализ, схема прибора, особенности применения. Спектрометрические схемы в рентгеноспектральном флуоресцентном анализе. Количественный анализ в рентгеноспектральном флуоресцентном анализе. Аналитические возможности метода.

13. Исследования состава наноматериалов методами электронной спектроскопии. Исследования состава наноматериалов методами электронной спектроскопии. Сущность методов электронной спектроскопии, Оже- электронные и рентгеновские фотоэлектронный спектры. Схема спектрометров, типы приборов. Элементарная чувствительность. Подготовка образцов. Изучение профилей распределения концентрации по глубине. Качественный и количественный Оже- и ЭСХА- анализ. Характеристика применений.

14. Рентгеновские методы исследования структуры наноматериалов. Рассеяние рентгеновских лучей электронами. Рассеяние кристаллом - структурная амплитуда рассеяния. Влияние температуры на интенсивность дифракционной картины. Интегральный коэффициент отражения. Способы регистрации рентгеновской дифракционной картины. Работа рентгеновского дифрактометра. Геометрия рентгенограмм и интенсивность дифракционных максимумов на рентгенограммах поликристаллов.

15. Фазовый анализ материалов. Идентификация вещества по данным межплоскостных расстояний. Фазовый анализ материалов. Возможности количественного и качественного анализа. Анализ уширения профиля рентгеновских дифракционных максимумов. Оценка размеров нанокристаллов.

16. Методы, основанные на дифракции электронов. Электронография. Особенности рассеяния электронов атомами вещества. Принцип работы электронографа и типы электронограмм. Подготовка образцов. Применение электронографии. Исследование структуры поверхности кристаллов методом дифракции медленных электронов (ДМЭ). Схема эксперимента, формирование дифракционной картины. Анализ поверхностных сверхструктур. Основные результаты и области применений.

17. Просвечивающая электронная микроскопия. Оптическая схема электронного микроскопа. Наблюдение в светлом и темном поле. Микродифракция. Разрешающая способность электронного микроскопа. Просвечивающая электронная микроскопия для определения геометрических параметров и размеров наночастиц.

18. Растровая электронная микроскопия (РЭМ). Основные принципы электронно-зондового анализа и взаимодействие электронного пучка с образцом. Схема РЭМ и особенности формирования изображения. Виды контраста в РЭМ. Разрешающая способность и качество изображения. Подготовка образцов различных материалов для исследования с помощью РЭМ. Области применений.

19. Сканирующая зондовая микроскопия. Особенности конструкции сканирующего туннельного микроскопа: пьезодвигатели, защита от вибраций, изготовление острий. Сканирующие туннельный и атомно-силовой микроскопы. Принципы построения и работы приборов. Режимы работы СТМ и АСМ. Применение метода для определения шероховатости поверхностей. Сравнительный анализ возможностей методов микроскопии для изучения наноструктур и наночастиц.

20. Спектроскопия комбинационного рассеяния.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.