

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Введение в электронную микроскопию наноструктур

**Код модуля**  
1143099(1)

**Модуль**  
Экспериментальные основы нанотехнологий

**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	Кузнецов Дмитрий Константинович	к.ф-м.н., доцент	доцент	Физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

**Авторы:**

- Кузнецов Дмитрий Константинович, доцент, Физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Введение в электронную микроскопию наноструктур

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Коллоквиум	1
		Домашняя работа	2
		Отчет по лабораторным работам	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Введение в электронную микроскопию наноструктур

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
ПК-9 -Способен обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований	З-1 - Определять цели и задачи проводимых исследований и разработок З-2 - Перечислить методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований З-3 - Излагать методы и средства планирования и организации исследований и разработок	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Коллоквиум Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия

	<p>З-4 - Определять методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации</p> <p>П-1 - Выполнять сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований</p> <p>П-2 - Подготавливать предложения для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов</p> <p>П-3 - Осуществлять деятельность, направленную на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач</p> <p>У-1 - Выбирать для применения нормативную документацию в соответствующей области знаний</p> <p>У-2 - Систематизировать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>У-3 - Выбирать методы анализа научно-технической информации</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 – 0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа №1</i>	6,5	40

<i>контрольная работа</i>	6,9	60
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>коллоквиум</i>	6,12	60
<i>домашняя работа №2</i>	6,14	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</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 –0.3</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	6,17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</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>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 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

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
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 но (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. Основные положения электронной микроскопии
2. Аналитические методы исследования в электронной микроскопии
3. Просвечивающая электронная микроскопия
4. Технология фокусированных ионных пучков и электронно - лучевая литография
5. Специальные техники сканирующей электронной микроскопии

Примерные задания

1. Перечислить аналитические методы исследований в электронной микроскопии.
  2. В чем состоит процедура подготовки образцов к проведению исследований на электронном микроскопе?
  3. Описать составные части электронного микроскопа.
  4. Какие специальные техники сканирующей электронной микроскопии вы знаете?
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Проведение исследований на сканирующем электронном микроскопе
  2. Проведение исследований на просвечивающем электронном микроскопе
- 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. Контрольная работа**

Примерный перечень тем

1. Просвечивающая электронная микроскопия

Примерные задания

1. Перечислить разновидности электронных пушек. В чем заключается принципы их работы?

2. Каковы способы улучшения разрешения ПЭМ?

3. В чем отличие между амплитудным и фазовым контрастом? Какова их информативность?

4. В чем отличие режимов работы ПЭМ при формировании светло-польного, темнопольного изображений?

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Коллоквиум**

Примерный перечень тем

1. Электронно-лучевая литография

Примерные задания

1. Каковы основные этапы литографии?

2. Чем отличается позитивный и негативный резисты?

3. Каким образом можно варьировать толщину пленки резиста?

4. Чем определяется минимально возможный размер элементов, который могут быть получены с помощью литографии?

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.3. Домашняя работа № 1**

Примерный перечень тем

1. Специальные техники сканирующей электронной микроскопии для исследования в материаловедении, нанотехнологиях и биотехнологиях.

Примерные задания

1. Перечислить преимущества использования электронной микроскопии при исследовании биологических объектов.

2. Из каких этапов состоит подготовка биологических образцов к проведению измерений СЭМ?

3. Как провести химическую фиксацию образцов и их обезвоживание для проведения исследований СЭМ.

4. Каковы принципы получения ультратонких срезов биообразцов для проведения исследований СЭМ?

LMS-платформа – не предусмотрена



#### **5.2.4. Домашняя работа № 2**

Примерный перечень тем

1. Сканирующая Оже-электронная микроскопия.

Примерные задания

1. Как происходит генерация Оже-электронов?

2. Перечислить основные конструктивные особенности Оже-микроскопа.

3. Какие требования предъявляются к вакуумной системе в Оже микроскопах?

4. Как провести интерпретацию изображения, полученного в Оже электронах?

5. Как провести количественный анализ в Оже микроскопии?

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.5. Отчет по лабораторным работам**

Примерный перечень тем

1. Проведение исследований на электронном микроскопе

2. Программное обеспечение электронных микроскопов

Примерные задания

1. Перечислить особенности подготовки образцов к измерениям.

2. Описать блок-схему измерительной цепи.

3. Представить результаты обработки полученных изображений.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. История развития микроскопии и приборов. Предмет электронной микроскопии, сравнение с другими методами микроскопии.

2. Устройство электронного микроскопа: колонна, электронные пушки, электромагнитная оптика, вакуумные системы.

3. Взаимодействие электронов с веществом. Рассеяние электронов. Диффузия электронов. Нагрев и разрушение образца. Обратнотраженные и вторичные электроны. Обратнотраженные электроны от тонких пленок и объемных образцов.

4. Детекторы вторичных электронов и обратнотраженных электронов. Основные типы детекторов. Спектрометры и фильтры.

5. Понятия разрешение, увеличение, глубины резкости в микроскопии. Контрасты в электронной микроскопии. Запись и обработка изображений.

6. Подготовка образцов для электронной микроскопии. Металлы и керамика, частицы и волокна, влажные материалы и биологические образцы. Исследование непроводящих образцов.

7. Рентгеновский микроанализ. Типы рентгеновского излучения. Спектрометры с дисперсией по энергиям и по длинам волн. Количественный микроанализ. Методы коррекции в рентгеновском микроанализе. Обработка данных при рентгеновском микроанализе.

8. Дифракция обратно рассеянных электронов. Картина обратно рассеянных электронов. Кикучи линии. Пространственное разрешение метода дифракции обратно рассеянных электронов.

9. Текстура и ориентация кристаллических образцов. Анализ дефектов, фаз и однородности вещества. Выделение зерен и их границ. Анализ микродеформаций и микронапряжений. Системы для анализа дифракционных картин обратно рассеянных электронов. Применение дифракции обратноотраженных электронов в материаловедении.

10. Основные составные части просвечивающего электронного микроскопа. Электронная пушка. Высоковольтный генератор и ускоритель. Линзовая система осветителя и дефлектор. Держатели образцов. Формирующая линзовая система. Камера наблюдения и камера фоторегистрации. Контрасты в просвечивающей электронной микроскопии. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия.

11. Взаимодействие ионов с веществом. Физические основы технологии фокусированных ионных пучков. Основные узлы и функциональные блоки микроскопа с ионным пучком. Наноструктурирование поверхности с помощью ионного пучка. Подготовка образцов для просвечивающей электронной микроскопии. Общие принципы электронно-лучевой литографии. Настройка электронно-лучевой системы. Электронные резисты и их характеристики. Основные этапы электронно-лучевой литографии. Использование электронно-лучевых сканирующих систем для изготовления наноструктур.

12. Сканирующая Оже-электронная микроскопия. Генерация Оже электронов. Основные конструктивные особенности Оже микроскопа.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-9	У-2	Практические/семинарские занятия