

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Физико-химия наноструктурированных материалов

**Код модуля**  
1146945(1)

**Модуль**  
Физика материалов электронной техники

**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	Ремпель Андрей Андреевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	физических методов и приборов контроля качества

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- Ремпель Андрей Андреевич, Профессор, физических методов и приборов контроля качества

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физико-химия наноструктурированных материалов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Коллоквиум	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физико-химия 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
ПК-1 -Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	З-1 - Объяснять физико-химические основы и технологии процессов, явлений и объектов в области электронной техники З-2 - Объяснять физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования материалов электронной техники З-3 - Определять методы и области применения типовой системы моделирования микро- и нано систем П-1 - Выполнять моделирование с использованием современных программных средств П-2 - Осуществлять обоснованный выбор методов	Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	<p>математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт выбора методов получения и исследования структуры и свойств материалов электронной техники</p> <p>У-1 - Выбирать методики и средства моделирования технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать характеристики функциональных блоков микро- и наносистем методом компьютерного моделирования</p> <p>У-3 - Выбирать закономерности проявления физических эффектов при решении инженерных задач</p> <p>У-4 - Выбирать материалы для решения производственных задач, рациональный способ их получения с учетом назначения и условий эксплуатации</p> <p>У-5 - Анализировать результаты моделирования и работу устройств электронной техники</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 – 0.60</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>коллоквиум</i>	5,7	80
<i>активность на занятиях</i>	5,8	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.60</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.40</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–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 –0.40</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение лабораторных работ</i>	5,16	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00</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>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –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**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
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. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Компьютерное моделирование атомной структуры наночастицы с использованием формулы Дебая
2. Определение размера наночастиц по формуле Шеррера
3. Стабильность оксидных наночастиц при их размоле
4. Зародышеобразование и рост наночастиц в водном растворе
5. Определение ширины запрещенной зоны по спектрам оптической плотности
6. Анализ распределения наночастиц по размерам методом растровой электронной микроскопии

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. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Понятия о равновесных и неравновесных состояниях. Замороженные и метастабильные состояния. Наносостояние.
2. Понятия о внутренней и свободной энергиях, понятие об энтропии. Избыточная энергия наночастиц и наноматериалов.
3. Понятие о зародыше, критический размер зародыша. Теории зародышеобразования

4. Пересыщенные растворы, зарождение частиц нерастворимого вещества в водных растворах.
  5. Флуктуации, диффузия атомов и переход системы в термодинамическое равновесие. Рост наночастиц при увеличении температуры, рекристаллизация.
  6. Ковалентная и нековалентная самоорганизация. Фотонные кристаллы. Опалесценция
  7. Равновесная и неравновесная термодинамики. Понятия о консервативной и динамической самоорганизациях. Самоорганизация и самосборка наночастиц.
  8. Поверхностная энергия, давление Лапласа
  9. Коллоидные растворы. Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) и ультразвука для стабилизации и дестабилизации растворов наночастиц
  10. Стабилизация наночастиц в органических жидкостях. Пришивка органических молекул к неорганическим наночастицам.
  11. Отрицательный и положительный дзета-потенциалы в растворах. Введение ингибиторов роста зерен в трехмерные материалы
  12. Распад твердых растворов. Наноструктурирование твердых растворов.
- Примерные задания
- Смоделировать структуру наночастицы с простой кубической структурой
- Определить ширину запрещенной зоны по спектрам

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. 1. Понятия атомных кластеров, нанокластеров и наночастиц 2. Обзор данных по структуре кластеров простых веществ 3. Особенности симметрии кластеров 4. Число атомов в кластерах, магические кластеры. 5. Методы получения кластеров, холодные и теплые кластеры. Углеродные кластеры и фуллерены. 6. Обзор данных по структуре наночастиц простых и двухкомпонентных веществ 7. Кристаллические и некристаллические структуры наночастиц, атомный беспорядок 8. Монодисперсные системы. Распределение частиц по размерам, нормальное, логнормальное 9. Шарообразные частицы, полые частицы (сферы), полые прутки (трубки). Углеродные нанотрубки. Аспектное отношение для частиц. Графен, многообразие форм углерода. 10. Понятия тройных точек, свободных объемов, нанопор. Поверхностные фазы. 11. Структура границ в крупно-кристаллических материалах, малоугловые границы, специальные границы. Дислокации, дисклинации. 12. Структура границ в наноматериалах, больше-угловые границы. Фазовые превращения в межзеренном пространстве, смешанные агрегатные состояния. 13. Фазовые превращения в объемных материалах. 14. Электронная и фононная подсистемы твердого тела. Типы химических связей. 15. Основное состояние. Модель свободных и почти свободных электронов для твердого тела. Зависимость числа электронных состояний от числа атомов в твердом теле 16. Понятия металлов и диэлектриков. Влияние температуры. Определения для полуметаллов и полупроводников. 17. Сильно-связанные и слабосвязанные экситоны, радиус экситона. Радиус обменного взаимодействия. Суперпарамагнетизм магнитных



наночастиц. 18. Твердые и мягкие наномангнетики. Особенности физического и химического взаимодействия между наночастицами 19. Электронные спектры атомов, молекул и твердого тела. Боровский радиус экситона в слабо-связанном полупроводнике. 20. Теория конфинмента экситона в наночастице. Квантово-размерные эффекты. Синее смещение спектра флуоресценции. 21. Дискретность электронного спектра квантовой точки. Фотолюминесценция и флуоресценция, фосфоресценция 22. Понятие экситонного пика, положение пика на спектре флуоресценции в зависимости от размера квантовой точки и ее формы. 23. Дефектные и поверхностные пики в спектрах фотолюминесценции. Квантовый выход. Мультиэкситонные и биэкситонные переходы. 24. Гетероструктуры. Коллоидные квантовые точки. Использование квантовых точек в технике, медицине и биологии 25. Понятия о равновесных и неравновесных состояниях. Замороженные и метастабильные состояния. Понятия о внутренней и свободной энергиях, понятие об энтропии. 26. Избыточная энергия. Поверхностная энергия, давление Лапласа. Неравновесные процессы, описываемые в рамках равновесной термодинамики 27. Понятие о зародыше, критический размер зародыша. Теории зародышеобразования. 28. Пересыщенные растворы, зарождение частиц нерастворимого вещества в водных растворах. Распад твердых растворов. 29. Флуктуации, диффузия атомов и переход системы в термодинамическое равновесие. Рост наночастиц при увеличении температуры, рекристаллизация 30. Равновесная и неравновесная термодинамики. Понятия о консервативной и динамической самоорганизациях 31. Ковалентная и нековалентная самоорганизация. Фотонные кристаллы. Опалесценция. 32. Коллоидные растворы. Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) и ультразвука для стабилизации и дестабилизации растворов наночастиц 33. Стабилизация наночастиц в органических жидкостях. Пришивка органических молекул к неорганическим наночастицам. 34. Отрицательный и положительный дзета-потенциалы в растворах. Введение ингибиторов роста зерен в трехмерные материалы 35. Межатомные расстояния в кристаллических, некристаллических и нанокристаллических веществах. Релаксация атомов на поверхности наночастиц 36. Особенности фононного спектра неупорядоченных и наноструктурированных твердых веществ. 37. Отличие теплоемкости кристаллических и нанокристаллических материалов. Зависимость температуры плавления наночастиц от их размера. 38. Упругость, твердость и пластичность. Дислокационный механизм пластичности. Понятия твердости, микротвердости и нанотвердости 39. Вязкость и предел текучести твердых веществ. Суть закона Холла-Петча 40. Методы интенсивной пластической деформации: равноканальное угловое прессование и кручение под давлением. Твердость материалов, упрочненных наночастицами. 41. Взаимозависимость твердости и пластичности в крупнокристаллических и наноструктурированных материалах. 42. Однодоменные наночастицы. Суперпарамагнетизм наночастиц. Сильные и слабые наноструктурированные магниты. Гигантское магнетосопротивление в гетероструктурах. 43. Использование квантовых состояний электронов в спинтронике. Основные направления развития спинтроники 44. Понятия пропускания, абсорбции и оптической плотности. Фундаментальный край поглощения 45. Зависимость ширины запрещенной зоны в полупроводнике от его размеров, синий сдвиг. Понятие фотоники, основные направления ее развития. 46. Понятия люминесценции, флуоресценции и фосфоресценции. Экситонный пик флуоресценции, синий сдвиг флуоресценции в наночастицах. П 47. Использование флуоресценции наночастиц (квантовых точек) в качестве биометок в биологии и медицине. 48. Понятие нанокатализаторов.

Нанопотокатализаторы для очистки и расщепления воды. Зеленая химия и водородная энергетика. 49. Каталитическая активность и квантовая эффективность фотокатализаторов. Экологически чистые фотокатализаторы на основе диоксида титана. 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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология самостоятельной работы	ПК-1	П-2	Коллоквиум Лабораторные занятия Экзамен