

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Материалы и методы нанотехнологий

Код модуля
1146951(1)

Модуль
Физико-химические методы диагностики

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-------------------------------|--|------------------|---|
| 1 | Бирюков Дмитрий Юрьевич | кандидат физико-математических наук, доцент | Доцент | физических методов и приборов контроля качества |
| 2 | Валеева Альбина Ахметовна | кандидат химических наук, доцент | Доцент | технологии стекла |
| 3 | Ремпель Андрей Андреевич | доктор физико-математических наук, профессор | Профессор | физических методов и приборов контроля качества |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- Бирюков Дмитрий Юрьевич, Доцент, физических методов и приборов контроля качества
- Валеева Альбина Ахметовна, Доцент, технологии стекла
- Ремпель Андрей Андреевич, Профессор, физических методов и приборов контроля качества

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ *Материалы и методы нанотехнологий*

| | | | |
|----|--------------------------------------|--------------------------------|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 4 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Лабораторные занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Экзамен | |
| 4. | Текущая аттестация | Контрольная работа | 1 |
| | | Научный доклад/доклад | 1 |
| | | Отчет по лабораторным работам | 1 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ *Материалы и методы нанотехнологий*

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-2 -Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и | З-1 - Различать методы синтеза и исследования материалов микро- и нанотехнологий З-2 - Различать методы физического контроля свойств материалов З-3 - Характеризовать основные физико-химические процессы, протекающие при реализации микро- и наносистем П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов экспериментального исследования параметров и | Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Научный доклад/доклад Отчет по лабораторным работам Экзамен |

| | | |
|---|--|--|
| <p>наноэлектроники различного функционального назначения</p> | <p>характеристик материалов и элементов электронной техники У-1 - Обобщать результаты теоретических и экспериментальных исследований У-2 - Выбирать современные методы расчета и анализа нано- и микросистем</p> | |
| <p>ПК-3 -Способен анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p> | <p>З-1 - Изложить основы технологии микро- и наносистем З-2 - Определять методы расчета, моделирования, проектирования, конструирования и модернизации базовых компонентов и сложных микро- и наноразмерных систем З-3 - Приводить примеры мировых достижений в области разработки и производства микро- и наноразмерных электромеханических систем П-1 - Осуществлять поиск и систематизацию научных сведений о конструкциях, материалах, маршрутах изготовления и оборудовании, используемых для создания микро- и наноразмерных систем П-2 - Осуществлять анализ физических и технологических принципов, заложенных в конструкцию микро- и наносистем У-1 - Систематизировать полученную информацию по микро- и наноразмерным системам У-2 - Выделять наиболее важные параметры и характеристики перспективных конструкций, материалов, технологических процессов и оборудования У-3 - Анализировать результаты исследований микро- и наносистем</p> | <p>Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Научный доклад/доклад Отчет по лабораторным работам Экзамен</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | У-4 - Проводить верификацию аналоговых систем электронной техники | |
| ПК-7 -Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | <p>З-2 - Идентифицировать термины и понятия, применяемые в области электроники и нанoeлектроники</p> <p>З-3 - Сформулировать принципы работы инженерных систем</p> <p>З-4 - Различать методики измерения электрических параметров изделий электронной техники</p> <p>П-2 - Принимать решения о необходимости проведения корректировки технической документации</p> <p>У-1 - Использовать элементы теории вероятности и математической статистики при обработке результатов измерений параметров изделий электронной техники</p> <p>У-3 - Определять оптимальные методы работы на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для измерения электрических параметров и испытаний изделий электронной техники</p> | <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Экзамен</p> |
| ПК-9 -Способен организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники | <p>З-1 - Определять методы и методики измерения и испытаний параметров электронных изделий</p> <p>З-3 - Определять состав, структуру, свойства и применение материалов, а также способов их химико-термической обработки</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор эффективных технологий и средств контроля параметров электронных изделий для применения в конкретных условиях</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт работы на сложном</p> | <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Экзамен</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>контрольно-измерительном и испытательном оборудовании</p> <p>У-1 - Формулировать правила по применению на контролируемом объекте методов контроля и управления качеством</p> <p>У-2 - Анализировать отклонения параметров устройств электронной техники и инженерных систем от проектных норм и определять их причины</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

| | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>контрольная работа</i> | 7,8 | 50 |
| <i>научный доклад</i> | 7,8 | 50 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.4 | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, | Максимальная оценка в баллах |

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| | учебная неделя | |
| <i>отчет по лабораторным работам</i> | 7,16 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет 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 |
| | | |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено | | |

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 (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. Синтез стабильного коллоидного раствора, содержащего наночастицы сульфида кадмия
 2. Синтез нанопленки на основе сульфида свинца
 3. Получение оксидной нанокерамики
 4. Получение карбидной нанокерамики
 5. Влияние размера наночастиц на период их кристаллической решетки
 6. Влияние размера и формы наночастиц на их удельную энергию
 7. Определение размера наночастиц с помощью зондовой 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. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Материалы и методы нанотехнологий

Примерные задания

Контрольная работа проводится в виде теста. Список примерных вопросов приведен ниже.

1. В какое время появились термины «Наноматериалы» и «Нанотехнологии»?
2. Какое из следующих определений наиболее точно отражает суть понятия «Наноматериал»?
3. Какое из следующих определений наиболее точно отражает суть понятия «Нанотехнологии»?
4. Какая из перечисленных технологий не относится к нанотехнологиям?
5. Какой метод не используется для получения наноматериалов?
6. Чем отличаются нанотехнологии «снизу-вверх» от нанотехнологий «сверху-вниз»?
7. В какой области техники предполагается использовать явление самоорганизации наночастиц?
8. В какое время впервые был получен стабильный коллоидный раствор наночастиц?
9. Когда впервые методом рентгеновской дифракции был определен размер наночастиц?
10. Какие из перечисленных объектов имеют нанометровые размеры?
11. Что происходит с металлом после его интенсивной пластической деформации?
12. Можно ли создать наноструктуры в материале с помощью его облучения высокоэнергетическими частицами?
13. Какой из перечисленных физических методов не используется при исследовании структуры наноматериалов?

14. Для чего может быть использована сверхпластичность наноматериалов?
15. В течении какого времени проводится дезинтеграция крупнокристаллических порошков при получении наночастиц с размером 20-40 нм?
16. Какое соотношение массы размольных шаров и массы порошка используется для получения наноматериалов методом высокоэнергетического размола?
17. Что используется в качестве размольной жидкости при высокоэнергетическом размоле в шаровой планетарной мельнице?
18. Какой материал не используется для футеровки размольных стаканов и шаров в планетарной мельнице, применяемой для получения нанопорошков твердых сплавов?
19. Какая скорость вращения опорного диска в планетарной шаровой мельнице оптимальна для получения нанопорошков с минимальным размером частиц?
20. Каким образом уменьшение размера шаров от 10 до 3 мм, используемых для дезинтеграции крупнокристаллических порошков в шаровых планетарных мельницах, влияет на конечный размер частиц получаемых нанопорошков?
21. Каким образом проводят подготовку нанокристаллических образцов для исследования их микроструктуры метода-ми оптической поляризационной микроскопии?
22. Какие параметры не учитываются при расчете величины микротвердости наноматериалов, определенной по методу Виккерса?
23. На какие характеристики рентгеновского дифракционного спектра влияет малый размер наночастиц?
24. Какова размерность квантовой точки?
25. Чему подобен электронный спектр $N(E)$ квантовой точки?
26. С помощью какого из перечисленных методов можно получить тонкие пленки?
27. К какой группе методов относится атомно-силовая микроскопия?
28. К какой группе методов относится равноканальное угловое прессование?
29. Какой из перечисленных методов не применяется для получения нанокристаллических порошков?
30. Что такое сверхрешетка?
31. Что такое квантовая яма?
32. Какая из указанных технологий является нанотехнологией в современной электронике?
33. Какой из указанных методов применяется для определения размера нанометровых частиц?
34. Для исследования каких материалов используется сканирующая (растровая) туннельная микроскопия?
35. Какая из указанных операций используется в методе молекулярно-лучевой эпитаксии для получения наногетероструктур?
36. Какая из перечисленных методик не имеет отношения к нанолитографии?
37. Частью какого микроскопа является кантилевер?
38. Какой из указанных методов определения размера малых частиц является прямым?
39. Как получают ультрадисперсный алмазный порошок?
40. Как называется квантовый структурный элемент, имеющий ступенчатый электронный спектр $N(E)$?
41. Какие физические силы не учитываются в седиментационном методе измерения размеров малых частиц?

42. Какой основной физический принцип лежит в основе фотонно-корреляционного метода определения размера малых частиц?
43. Кому и когда присуждена Нобелевская премия за работы в области высоко-дисперсных систем?
44. Из каких веществ не получают нанотрубки?
45. Какие из следующих эффектов нельзя отнести к химическим размерным эффектам?
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Научный доклад/доклад

Примерный перечень тем

1. Нанофотолитография
 2. МЭМС - технологии (микроэлектромеханические системы)
 3. Метод рентгеновской дифракции для определения размеров наночастиц (метод Шеррера, Дебая, Вильямсона-Холла)
 4. Рентгеновская рефлектометрия (XRR)
 5. Фото-корреляционные методы определения размеров наночастиц
 6. Методы определения распределения наночастиц по размерам
 7. Малоугловое рентгеновское рассеяние (МУРР)
 8. Нейтронное излучение для исследования структуры наночастиц
 9. Синхротронное излучение для исследования структуры наночастиц
 10. Ядерный магнитный резонанс
 11. Сканирующая зондовая микроскопия: атомно-силовая микроскопия, магнитосиловая микроскопия, ближнепольная оптическая микроскопия, микроскопия зонда Кельвина
 12. Просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия (+ режимы EDS, EBSD), энерго-дисперсионный анализ
 13. Конфокальная и флуоресцентная микроскопия (STED)
 14. Методы определения среднего размера сферических частиц по методу БЭТ (Брюнауэра-Эммета-Теллера)
 15. Методы получения поверхностных (двумерных) наноструктур
 16. Оптическая абсорбционная и люминесцентная спектроскопия. Определение абсолютного квантового выхода
 17. Взаимосвязь размера наночастиц и среднего расстояния между наночастицами в стабильном коллоидном растворе
 18. Химическое конструирование молекулярных устройств
- Примерные задания
- Доклад на 10-15 минут, раскрыть метод исследования: принцип метода, возможности методики, разрешение прибора, какие материалы можно исследовать (клетки, растворы, пленки, порошки), способы пробоподготовки.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Синтез стабильного коллоидного раствора, содержащего наночастицы сульфида кадмия
2. Синтез нанопленки на основе сульфида свинца

3. Получение оксидной нанокерамики
4. Получение карбидной нанокерамики
5. Влияние размера наночастиц на период их кристаллической решетки
6. Определение размера наночастиц с помощью динамического рассеяния света
7. Определение ширины запрещенной зоны по спектрам диффузного отражения света

Примерные задания

«Синтез стабильного коллоидного раствора, содержащего наночастицы сульфида кадмия»

Познакомиться с химическим методом синтеза и стабилизации наночастиц; расчет концентраций прекурсоров для получения стабильного раствора; практическое освоение навыков анализа основных свойств наноструктурированных материалов: размер и дзета-потенциал.

«Синтез нанопленки на основе сульфида свинца»

Освоить методы синтеза «снизу-вверх»; синтез PbS в водном растворе без стабилизатора и с его использованием; освоить методы нанесения наночастиц на подложку.

«Получение оксидной нанокерамики»

Ознакомиться с понятиями нанотехнологии снизу-вверх; «золь-гель процесс»; стабильность наночастиц; получение наночастиц диоксида титана с помощью золь-гель метода; зависимость электрокинетического потенциала от pH.

«Получение карбидной нанокерамики»

Провести размол крупно-кристаллического порошка карбида металла, определить уширение пиков, средний размер наночастиц и величину микродеформаций методом Вильямсона-Холла, определить минимальный размер наночастиц, достигаемый в результате высокоэнергетического размола.

«Влияние размера наночастиц на период их кристаллической решетки»

Ознакомиться с методом Брегга-Брентано для съемки рентгеновских спектров; описать профиль дифракционных рентгеновских пиков микрокристаллов и нанопорошков функцией псевдо-Фойгта; оценить изменение периода кристаллической решетки в зависимости от размера частиц.

«Влияние размера и формы наночастиц на их удельную площадь»

Цель работы: ознакомиться с методом математического описания физической адсорбции; использовать методику БЭТ (Брюнауэра-Эммета-Теллера) для определения среднего размера сферических частиц; рассчитать удельную поверхность и пористость по кривым адсорбции.

«Определение размера наночастиц с помощью динамического рассеяния света»

Ознакомиться с основами метода динамического рассеяния света; ознакомиться с молекулярно-кинетическими и электрокинетическими свойствами коллоидных растворов; построение функции распределения частиц по размерам; нахождение зависимости FWHM и σ из логнормального распределения; определение среднего размера частиц и отклонения (ошибки).

«Определение ширины запрещенной зоны по спектрам диффузного отражения света»

Ознакомиться с основами метода диффузного рассеяния света; ознакомиться с понятиями: рассеянное отражение света, диффузное отражение, оптическая ширина запрещенной зоны; ознакомиться с понятиями: полупроводниковые наночастицы, непрямой полупроводник, прямой полупроводник, функция Тауца (Tauc function),

функция Кубелка-Мунка (Kubelka-Munk function); по спектрам диффузного отражения света полупроводниковых наночастиц определить ширину запрещенной зоны.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Понятие методов получения наноматериалов "снизу-вверх"
2. Понятие методов получения наноматериалов "сверху-вниз"
3. Метод газофазного синтеза наночастиц
4. Метод плазмохимического синтеза наночастиц
5. Синтез коллоидных растворов, содержащих стабилизированные наночастицы
6. Использование пиролиза для получения наноматериалов
7. Высокоэнергетический размол наноматериалов
8. Детонационный синтез наноалмазов
9. Метод магнитоимпульсного компактирования нанопорошков
10. Осаждение нанопленок в растворах
11. Получение наноматериалов с помощью кристаллизации аморфных сплавов
12. Получение наноматериалов с помощью интенсивной пластической деформации
13. Методы определения распределения наночастиц по размерам
14. Метод зондовой микроскопии для определения размеров наночастиц
15. Метод рентгеновской дифракции для определения размеров наночастиц

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 анализа образовательных задач | ПК-3 | У-3 П-2 | Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Научный доклад/доклад Отчет по лабораторным работам Экзамен |