

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электроматериаловедение, физика и техника электрической изоляции, кабелей и электроконденсаторостроения**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Нанотехнологии в электротехнических материалах**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец   | Говоров В.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R7859ba37-GovorovVA-8052162c |

(подпись)

В.А. Говоров

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец   | Леонов В.М.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rae2e323d-LeonovVM-ccc02b9b |

(подпись)

В.М. Леонов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец   | Славинский А.З.                |
|  | Идентификатор                                      | R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214 |

(подпись)

А.З.

Славинский

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способен участвовать в проведении технологических процессов изготовления материалов и изделий электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники

ИД-1 Демонстрирует знания технологического процесса производства материалов электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники

ИД-2 Демонстрирует знания технологического процесса производства изделий электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники

2. ПК-5 Способен участвовать в исследовании материалов и изделий электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники

ИД-2 Умеет использовать математические модели явлений и процессов, протекающих в изделиях электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники

ИД-5 Демонстрирует знания методик проведения экспериментальных исследований изделий электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц. (Лабораторная работа)

2. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Основы коллоидной химии. Основы термодинамики дисперсных систем (Эссе)

## БРС дисциплины

2 семестр

| Раздел дисциплины                                       | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|------|
|   | Индекс КМ:                      | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|   | Срок КМ:                        | 10   | 12   | 16   |
| Способы изготовления субмикроструктурных и нанопорошков |                                 |      |      |      |
| Методы изготовления порошков помолом.                   |                                 | +    |      |      |
| Основы коллоидной химии                                 |                                 | +    |      |      |
| Получение наночастиц конденсацией                       |                                 | +    |      |      |
| Методы анализа нанобъектов.                             |                                 |      |      |      |

|                            |    |    |    |
|----------------------------|----|----|----|
| Атомно силовая микроскопия |    | +  | +  |
| Гранулометрический анализ. |    | +  | +  |
| Рентгенофазовый анализ.    |    | +  |    |
| Электронная микроскопия.   |    | +  |    |
| Вес КМ:                    | 25 | 25 | 25 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор   | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                | Контрольная точка   |
|--------------------|---|--|---|
| ПК-3               | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знания технологического процесса производства материалов электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники               | Знать:<br>основные методы исследования состава и структуры материалов;           | Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц. (Лабораторная работа)   |
| ПК-3               | ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знания технологического процесса производства изделий электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники                  | Знать:<br>физические эффекты взаимодействия различных типов излучения и материи; | Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц. (Лабораторная работа)<br>Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем (Лабораторная работа) |
| ПК-5               | ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Умеет использовать математические модели явлений и процессов, протекающих в изделиях электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники | Знать:<br>основные формулировки законов термодинамики сплошных сред;             | Основы коллоидной химии. Основы термодинамики дисперсных систем (Эссе)  |
| ПК-5               | ИД-5 <sub>ПК-5</sub> Демонстрирует знания методик проведения  |  |   |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | экспериментальных исследований изделий электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники |  |  |
|--|--|--|--|

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-2. Основы коллоидной химии. Основы термодинамики дисперсных систем

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Эссе

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Основы коллоидной химии. Основы термодинамики дисперсных систем

#### Краткое содержание задания:

В ходе выполнения работы необходимо обосновать ответ о процессах получения и исследования нанобъектов. Обоснование требуется как в виде логических выводов так и с применением математического аппарата.

#### Контрольные вопросы/задания:

|   |  |
|---|--|
| Знать: основные формулировки законов термодинамики сплошных сред; | 1.знать 2 вопрос 1 Что такое нано кристалл, монокристалл, мульти кристалл?<br>2.знать 2 вопрос 2 Как получить наночастицы осаждением из раствора? какие параметры требуется контролировать<br>3.знать 2 вопрос 3 Как получить монокристалл из раствора или из расплава, какие параметры системы требуется контролировать<br>4.знать 2 вопрос 4 Что такое диффузия и какими законами она описывается?<br>5.знать 2 вопрос 5 какие типы дефектов могут быть в кристаллах? опишите их |
|---|--|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-3. Гранулометрия частиц, заряд поверхности частиц.

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Учащимся предоставляется методическая разработка по теме лабораторной работы. Учащиеся готовятся к собеседованию для допуска к лабораторной работе. Затем они проходят лабораторную работу с оборудованием и подготавливают отчет о выполнении работы, который защищают.

**Краткое содержание задания:**

ознакомление с методами основанными на динамическом светорассеянии позволяющими измерить размер частиц в дисперсной фазе, дзета-потенциал частиц, молекулярную массу крупных полимерных молекул и определить микровязкость дисперсной фазы.

**Контрольные вопросы/задания:**

|   |  |
|---|--|
| Знать: основные методы исследования состава и структуры материалов;           | 1.знать 3 вопрос 1 Что такое нанокристалл, монокристалл, мульткристалл?<br>2.знать 3 вопрос 4 Что такое диффузия и какими законами она описывается?<br>3.знать 3 вопрос 5 какие типы дефектов могут быть в кристаллах? опишите их          |
| Знать: физические эффекты взаимодействия различных типов излучения и материи; | 1.знать 3 вопрос 2 Как получить наночастицы осаждением из раствора? какие параметры требуется контролировать<br>2.знать 3 вопрос 3 Как получить монокристалл из раствора или из расплава, какие параметры системы требуется контролировать |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-4. Течение и деформация жидких и жидкоподобных систем**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Учащимся предоставляется методическая разработка по теме лабораторной работы. Учащиеся готовятся к собеседованию для допуска к лабораторной работе. Затем они проходят лабораторную работу с оборудованием и подготавливают отчет о выполнении работы, который защищают.

**Краткое содержание задания:**



Определение различных характеристик дисперсии при помощи реометра Kinexus PRO.  
Приобретение основных навыков работы с реометром и начальных навыков анализа дисперсии исходя из полученных графиков зависимостей.

**Контрольные вопросы/задания:**

|   |   |
|---|---|
| Знать: физические эффекты взаимодействия различных типов излучения и материи; | 1.знать 4 вопрос 1 Что позволяет выяснить тест вязкости от скорости сдвига?<br>2.знать 4 вопрос 2 Что позволяет выяснить тест на тиксотропность?<br>3.знать 4 вопрос 3 С какой целью происходит термостатирование образца?<br>4.знать 4 вопрос 4 Что позволяет выяснить тест развертки по амплитуде?<br>5.знать 4 вопрос 5 то позволяет выяснить тест развертки по частоте? |
|---|---|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Билет состоит из одного вопроса, который представляет собой запрос на описание технологии получения нанобъекта или описание базового термодинамического принципа для дисперсных систем

### Процедура проведения

Учащиеся получают по одному индивидуальному вопросу за 2-3 недели до сдачи зачета. Учащиеся готовят ответ в виде доклада или презентации, рассчитанной на 10 минут выступления. Предварительно текст ответа может быть представлен преподавателю в том случае если у учащегося возникли сложные вопросы. Процесс сдачи зачета предполагает наличие нескольких дополнительных и уточняющих вопросов от преподавателя для контроля усвоения материала студентом. При сдаче возможна дискуссия призванная продемонстрировать что учащийся способен отстоять свою позицию и сформировать более глубокое понимание в представленной теме.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знания технологического процесса производства материалов электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники

### Вопросы, задания

1. билет 1 вопрос 1 Опишите принципы определения гранулометрического состава методами использующими явление дифракции
2. билет 2 вопрос 1 Предложите метод разложения на компоненты никель-кадмиевой батареи. Предложите методы переработки батареи и выделения элементов.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. остаточные знания 4 Что такое поверхностная активность

Ответы:

Варианты ответа 4 правила получения ответа

Поверхностная активность это поверхностная энергия вещества.

Поверхностная активность это избыточная энергия атомов или молекул поверхности по сравнению с молекулами или атомами внутри вещества

Поверхностная энергия это энергия межмолекулярного взаимодействия атомов на границе раздела фаз.

Верный ответ: ответ остаточные знания 4 Поверхностная активность это избыточная энергия атомов или молекул поверхности по сравнению с молекулами или атомами внутри вещества

2. остаточные знания 8 Что такое упругая и неупругая деформация вещества

Ответы:

Варианты ответа 8 правила получения ответа. Упругая деформация это обратимая деформация. Неупругая деформация это необратимая деформация.

Упругая деформация это обратимая деформация которая может быть описана законом Гука. Неупругая деформация это необратимая деформация.

Упругая деформация это обратимая деформация которая может быть описана законом Гука. При этом происходит растяжение полимерных молекул в случае полимера или увеличение расстояния между молекулами или атомами в кристаллической структуре. Неупругая деформация это необратимая деформация при которой происходит взаимное смещение атомов или молекул в структуре.

Верный ответ: ответ остаточные знания 8 Упругая деформация это обратимая деформация которая может быть описана законом Гука. При этом происходит растяжение полимерных молекул в случае полимера или увеличение расстояния между молекулами или атомами в кристаллической структуре. Неупругая деформация это необратимая деформация при которой происходит взаимное смещение атомов или молекул в структуре.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-3 Демонстрирует знания технологического процесса производства изделий электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники

### Вопросы, задания

1. билет 3 вопрос 1 Предложите методы нанесения изоляционного слоя в транзисторе на поверхности монокристалла полупроводникового кремния для создания процессора. Опишите методы контроля поверхности пластины кремния по составу и структуре.
2. билет 4 вопрос 1 Предложите метод роста ориентированной пленки титаната бария на поверхности монокристалла оксида магния. Предложите методы контроля состава, кристаллической структуры и микроструктуры пленки.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. остаточные знания 5 Что такое фазовая диаграмма, зачем она нужна

Ответы:

Варианты ответа 5 правила получения ответа. Фазовая диаграмма - графическое выражение правила фаз Гиббса  
Фазовая диаграмма это графическое выражение равновесного состояния термодинамической системы в координатах термодинамических параметрах.  
Фазовая диаграмма это графическое выражение равновесного состояния фаз в термодинамической системе в координатах термодинамических параметрах.

Верный ответ: ответ остаточные знания 5 Фазовая диаграмма это графическое выражение равновесного состояния фаз в термодинамической системе в координатах термодинамических параметрах.

2. остаточные знания 6 Что такое твердый раствор и чем он отличается от жидкого раствора

Ответы:

Варианты ответа 6 правила получения ответа. Твердый раствор образуется тогда когда атомы примеси встраиваются в структуру основной фазы не изменяя ее структуры. В жидкости растворенный компонент может образовывать ассоциаты с молекулами жидкости или между собой. В твердом растворе такого быть не может.  
Твердый раствор образуется тогда когда изменение состава фазы происходит без изменения ее структуры, атомы примеси встраиваются в структуру основной фазы. В жидкости растворенный компонент может образовывать ассоциаты с молекулами жидкости или между собой. В твердом растворе такого быть не может.  
Твердый раствор образуется тогда когда изменение состава фазы происходит без изменения ее структуры, атомы примеси замещают атомы основного компонента или встраиваются в пустоты в структуре и при этом не происходит дополнительного упорядочения структуры. встраиваются в структуру основной фазы. В жидкости растворенный компонент может образовывать ассоциаты с молекулами жидкости или между собой. В твердом растворе такого быть не может.

Верный ответ: ответ остаточные знания 6 Твердый раствор образуется тогда когда изменение состава фазы происходит без изменения ее структуры, атомы примеси замещают атомы основного компонента или встраиваются в пустоты в структуре и при этом не происходит дополнительного упорядочения структуры. встраиваются в структуру основной фазы. В жидкости растворенный компонент может образовывать ассоциаты с молекулами жидкости или между собой. В твердом растворе такого быть не может.

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-5 Умеет использовать математические модели явлений и процессов, протекающих в изделиях электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники

### Вопросы, задания

1. билет 8 вопрос 1 Опишите феномен возникновения двойного электрического слоя на поверхности частиц суспензии в воде и укажите как толщина этого двойного слоя влияет на свойства суспензии. Как эту толщину можно изменить?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. остаточные знания 3 Сформулируйте правило фаз Гиббса. Объясните его

Ответы:

Варианты ответа 3 правила получения ответа. Правило фаз Гиббса связывает число компонентов и число фаз в термодинамической системе с параметрами системы в условиях равновесия.

Правило фаз Гиббса определяет количество фаз в равновесной термодинамической системе в зависимости от количества компонентов и параметров в системе.

Правило фаз Гиббса связывает число компонентов и число фаз в термодинамической системе с параметрами системы.

Верный ответ: ответ остаточные знания 3 Правило фаз Гиббса определяет количество фаз в равновесной термодинамической системе в зависимости от количества компонентов и параметров в системе.

2. остаточные знания 7 Как математически описывается средний размер частиц

Ответы:

Варианты ответа 7 правила получения ответа. Описание среднего размера частиц можно провести по среднему значению линейного параметра - диаметру, среднему значению площади поверхности или площади поперечного сечения, и по объему частиц.

Описание среднего размера частиц можно провести по среднему значению линейного параметра - диаметру, среднему значению площади поверхности или площади поперечного сечения, и по объему частиц. Распределение частиц по размерам описывается параметрами значений  $D_{10}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{90}$ ,  $D_{95}$ .

Описание среднего размера частиц можно провести по среднему значению линейного параметра - диаметру, среднему значению площади поверхности или площади поперечного сечения, и по объему частиц. В каждом случае среднее значение размера частиц будет отличаться. Распределение частиц по размерам описывается параметрами значений  $D_{10}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{90}$ ,  $D_{95}$ .

Верный ответ: ответ остаточные знания 7 Описание среднего размера частиц можно провести по среднему значению линейного параметра - диаметру, среднему значению площади поверхности или площади поперечного сечения, и по объему частиц. В каждом случае среднее значение размера частиц будет отличаться. Распределение частиц по размерам описывается параметрами значений  $D_{10}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{90}$ ,  $D_{95}$ .

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня*

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

стандартные правила