

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

**Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теплофизические процессы в коллоидных растворах**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макаров П.Г.
	Идентификатор	R9a51899a-MakarovPG-4f257daf

П.Г. Макаров

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макаров П.Г.
	Идентификатор	R9a51899a-MakarovPG-4f257daf

П.Г.  
Макаров

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

Ю.Ю.  
Пузина

## 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-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы в элементах энергетического оборудования

ИД-1 Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин

2. ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические и экспериментальные методы исследования электромагнитных и теплофизических процессов в низкоразмерных устройствах и материалах

ИД-3 Способен анализировать механические, электромагнитные и теплофизические свойства в низкоразмерных материалах и устройствах

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Виды дисперсных систем. Коллоидные растворы как класс дисперсных систем. (Контрольная работа)

2. Коллоидные растворы в науке и технике (Контрольная работа)

3. Преимущества и недостатки различных методов получения и анализа коллоидных систем (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Теплообмен в коллоидных растворах (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Виды дисперсных систем. Коллоидные растворы как класс дисперсных систем. (Контрольная работа)

КМ-2 Коллоидные растворы в науке и технике (Контрольная работа)

КМ-3 Преимущества и недостатки различных методов получения и анализа коллоидных систем (Контрольная работа)

КМ-4 Теплообмен в коллоидных растворах (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %
-------------------	---------------------------------

	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства.					
Дисперсные системы, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Классификация, основные свойства.	+				
Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанопотоника, энергетика.					
Прикладное применение коллоидных растворов. Функциональные покрытия, медицина и биология, нанопотоника, энергетика.			+		
Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов.					
Синтез коллоидных растворов. Методы анализа коллоидных растворов.				+	
Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях.					
Теплоперенос в коллоидных растворах, наножидкостях.					+
	Вес КМ:	20	20	30	30

## 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-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин	Знать: физические свойства коллоидных растворов как класса дисперсных систем Уметь: определять параметры коллоидных растворов, необходимые для конкретного случая их практического применения	КМ-1 Виды дисперсных систем. Коллоидные растворы как класс дисперсных систем. (Контрольная работа) КМ-2 Коллоидные растворы в науке и технике (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Способен анализировать механические, электромагнитные и теплофизические свойства в низкоразмерных материалах и устройствах	Знать: теплофизические процессы, характерные для двухфазных дисперсных систем Уметь: проводить типовые технологические процессы по созданию коллоидных растворов	КМ-3 Преимущества и недостатки различных методов получения и анализа коллоидных систем (Контрольная работа) КМ-4 Теплообмен в коллоидных растворах (Контрольная работа)

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

**КМ-1. Виды дисперсных систем. Коллоидные растворы как класс дисперсных систем.**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольный опрос.

**Краткое содержание задания:**

Контрольный опрос по темам виды дисперсных систем, коллоидные растворы как класс дисперсных систем

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: физические свойства коллоидных растворов как класса дисперсных систем	1.Определение дисперсных систем 2.Что такое дисперсная фаза? 3.Что такое дисперсионная среда? 4.Классификация дисперсных систем 5.В каких агрегатных состояниях могут пребывать компоненты дисперсных систем? Примеры 6.Определение коллоидных растворов 7.Основные свойства коллоидных растворов 8.Каково отличие коллоидных растворов от истинных химических растворов? 9.Каково отличие коллоидных растворов от механических взвесей? 10.Определение зелей, аэрозолей, основные свойства

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## **КМ-2. Коллоидные растворы в науке и технике**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольный опрос.

### **Краткое содержание задания:**

Контрольный опрос по теме Коллоидные растворы в науке и технике

### **Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: определять параметры коллоидных растворов, необходимые для конкретного случая их практического применения	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Какие области прикладного применения коллоидных растворов вам знакомы?</li><li>2.Применение коллоидных растворов в принтерной печати</li><li>3.Применение коллоидных растворов в медицине</li><li>4.Коллоидные растворы в биологии</li><li>5.Применение коллоидных растворов в технологиях функциональных покрытий</li><li>6.Технологии изучения коллоидных растворов в криминалистике</li><li>7.Коллоидные растворы в энергетике</li><li>8.Коллоидные растворы как нежелательное явление</li><li>9.Осаждение коллоидных растворов</li><li>10.Эффект кофейных колец</li><li>11.Подавление возникновения нежелательных осадений</li></ol>

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-3. Преимущества и недостатки различных методов получения и анализа коллоидных систем

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольный опрос.

#### Краткое содержание задания:

Контрольный опрос по теме преимущества и недостатки различных методов получения и анализа коллоидных систем

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить типовые технологические процессы по созданию коллоидных растворов	1.Синтез коллоидных растворов, основные этапы 2.Дисперсионные методы получения дисперсной фазы 3.Конденсационные методы получения дисперсной фазы 4.Стабильность коллоидных растворов 5.Коагуляция, пептизация 6.Диализ 7.Классификация методов анализа коллоидных растворов 8.Химические методы 9.Оптические методы 10.Седиментационный анализ коллоидных растворов

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-4. Теплообмен в коллоидных растворах**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа.

#### **Краткое содержание задания:**

Контрольная работа по теме теплообмен в коллоидных растворах

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: теплофизические процессы, характерные для двухфазных дисперсных систем	1.Классическая теория теплопереноса, ее применимость 2.Масштабные факторы в теплофизике 3.Роль объема и поверхности в процессах переноса тепла 4.Основные теплофизические свойства коллоидных растворов 5.Теплопроводность коллоидных растворов 6.Модели, описывающие теплообмен в коллоидных растворах 7.Конвективный теплообмен в коллоидных растворах 8.Теплообмен при кипении коллоидных растворов 9.Определение критического теплового потока 10.Граничное термосопротивление

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Дисперсные системы. Определение. Мера дисперсности
2. Планарная технология. Преимущества и недостатки
3. Теплопроводность коллоидных растворов. Основные свойства

### Процедура проведения

Студент получает билет и готовится к ответу 60 минут, далее устный ответ по билету и на дополнительный вопрос 15 мин.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин

### Вопросы, задания

- 1.1. Типы дисперсных систем
2. Технологическая схема производства транзистора по планарной технологии
3. Модели для описания теплопроводности коллоидных растворов
- 2.1. Коллоидные растворы как пример дисперсной системы
2. Литография в микроэлектронике. Виды литографии
3. Роль броуновского движения
- 3.1. Дисперсионная среда. Дисперсная фаза
2. Фотолитография. Основные технологические этапы
3. Упорядоченный молекулярный слой и его роль в теплопереносе
- 4.1. Классификация дисперсных систем
2. Изготовление подложек методом Чохральского
3. Граничное термосопротивление Капицы
- 5.1. Применение гидрофобных подложек в борьбе с образованием кольцевых осадений
2. Методы механического диспергирования
3. Теплообмен при кипении
- 6.1. Влияние температуры подложки на морфологию осадений, остающихся после испарения капли коллоидного раствора
2. Равноканальное угловое прессование. Схема метода
3. Смачивание и контактный угол

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое дисперсная фаза?
2. Что такое дисперсионная среда?
3. Основные свойства коллоидных растворов
4. Каково отличие коллоидных растворов от истинных химических растворов?
5. Какие области прикладного применения коллоидных растворов вам знакомы?

6. Применение коллоидных растворов в медицине
7. Применение коллоидных растворов в технологиях функциональных покрытий
8. Эффект кофейных колец
9. Синтез коллоидных растворов, основные этапы
10. Конденсационные методы получения дисперсной фазы

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-2</sub> Способен анализировать механические, электромагнитные и теплофизические свойства в низкоразмерных материалах и устройствах

### Вопросы, задания

- 1.1. Дисперсные системы. Определение. Мера дисперсности
2. Планарная технология. Преимущества и недостатки
3. Теплопроводность коллоидных растворов. Основные свойства
- 2.1. Прикладные применения коллоидных растворов. Один любой пример подробно
2. Зонная очистка монокристаллов кремния. Очистка готовых подложек. Виды загрязнений
3. Конвективный теплообмен в коллоидных растворах
- 3.1. Эффект «кофейных колец». Определение. Примеры. Чем обусловлено образование кольцевых осадков?
2. Основные требования, предъявляемые к методам получения наноматериалов
3. Ламинарное течение и конвективный теплообмен в коллоидных растворах
- 4.1. Смачивание при постоянной контактной линии. Обратный случай
2. Классификация методов получения наноматериалов
3. Турбулентный конвективный теплообмен
- 5.1. Электросмачивание как метод борьбы с эффектом «кофейных колец»
2. Принцип действия шаровой мельницы. Принцип действия струйной мельницы
3. Зародышеобразование при кипении в коллоидных растворах
- 6.1. Конвективные потоки жидкости внутри капли, переносящие коллоидные частицы
2. Деформация кручением под высоким давлением. Схема метода
3. Критический тепловой поток применительно к теплообмену в коллоидных растворах
- 7.1. Влияние формы взвешенных частиц на морфологию осадков, остающихся после полного высыхания
2. Методы механического воздействия различных сред. Особенности, плюсы и минусы
3. Применимость классической модели Максвелла для теплопроводности коллоидных растворов
- 8.1. Методы подготовки коллоидных растворов. Ультразвуковая ванна
2. Методы физического диспергирования
3. Параметры, влияющие на теплопроводность коллоидных растворов
- 9.1. Оптические методы исследования концентрации коллоидных растворов
2. Распыление струи расплава жидкостью или газом. Отличие газового распыления от жидкостного
3. Естественная и вынужденная конвекция в коллоидных растворах
- 10.1. Динамика испарения капель коллоидных растворов
2. Плазменная технология испарения-конденсации
3. Тепловое управление режимами смачиваемости
- 11.1. Анализ морфологии осадков, образованных после испарения капель коллоидных растворов
2. Электрохимические методы получения наноматериалов
3. Роль степени смачиваемости в значении критического теплового потока

## **Материалы для проверки остаточных знаний**

- 1.Классификация методов анализа коллоидных растворов
- 2.Классическая теория теплопереноса, ее применимость
- 3.Роль объема и поверхности в процессах переноса тепла
- 4.Теплопроводность коллоидных растворов
- 5.Теплообмен при кипении коллоидных растворов

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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