

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

**Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

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

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Химия наноструктур**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михайлова И.А.
	Идентификатор	R6487a0ab-MikhailovaIA-f37cba00

И.А.  
Михайлова

## 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-2 Готов к расчетно-экспериментальному анализу особенностей процессов в наноразмерных системах

ИД-3 Владеет экспериментальными методами исследования процессов и свойств наноразмерных материалов

2. ПК-3 Способен к разработке наноразмерных материалов и устройств

ИД-4 Способен анализировать механические, электромагнитные и теплофизические свойства в низкоразмерных материалах и устройствах

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Проверка задания

1. «Влияние температуры поверхности на скорость испарения капель жидкости коллоидных жидкостей». Контрольная работа «Химия поверхностных явлений» (Контрольная работа)

2. «Получение коллоидов наночастиц и их химический анализ». Коллоквиум «Углеродные материалы и наноструктуры» (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Взаимодействию капель жидкости с мезоскопическими и наноструктурированными поверхностями. Расчетное задание (Коллоквиум)

2. Виды химической связи, объемные и поверхностные свойства тел. Коллоквиум «Методы получения наноматериалов» (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

### 6 семестр

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

КМ-1 Виды химической связи, объемные и поверхностные свойства тел. Коллоквиум «Методы получения наноматериалов» (Коллоквиум)

КМ-2 Взаимодействию капель жидкости с мезоскопическими и наноструктурированными поверхностями. Расчетное задание (Коллоквиум)

КМ-3 «Влияние температуры поверхности на скорость испарения капель жидкости коллоидных жидкостей». Контрольная работа «Химия поверхностных явлений» (Контрольная работа)

КМ-4 «Получение коллоидов наночастиц и их химический анализ». Коллоквиум «Углеродные материалы и наноструктуры» (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Строение вещества, химическая связь					
Химия наноструктурированных материалов как предмет изучения	+				
Атомы, молекулы, наноструктуры	+				
Основы квантовой химии					
Законы квантовой механики применительно к атомам и молекулам				+	
Электронные конфигурации и термы атомов				+	
Кристаллохимия наноструктур					
Типы симметрии кристаллических решеток					+
Кластеры, наночастицы, наноструктуры	+				
Углеродные наноматериалы. Углеродные каркасные структуры					
Аллотропические формы углерода				+	+
Одномерные и двумерные углеродные структуры: нанотрубки и графен			+		
Ультрадисперсные системы. Синтез и стабилизация наночастиц в растворах					
Понятие о дисперсных системах			+		
Применение наноструктур для создания элементов приборных устройств					
Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы в науке и технике			+		
	Вес КМ:	25	25	25	25

## 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-2	ИД-3ПК-2 Владеет экспериментальными методами исследования процессов и свойств наноразмерных материалов	<p>Знать:</p> <p>законы и принципы химии применительно к наноструктурам классификацию и методы получения нанокластеров и наноструктур</p> <p>Уметь:</p> <p>связывать физические и химические свойства материалов с их структурой и состоянием, анализировать особенности физических и химических свойств наноструктурных материалов</p> <p>использовать современное оборудование для анализа структуры, состояния и для формирования рабочих характеристик материала</p>	<p>КМ-1 Виды химической связи, объемные и поверхностные свойства тел. Коллоквиум «Методы получения наноматериалов» (Коллоквиум)</p> <p>КМ-2 Взаимодействию капель жидкости с мезоскопическими и наноструктурированными поверхностями. Расчетное задание (Коллоквиум)</p> <p>КМ-4 «Получение коллоидов наночастиц и их химический анализ». Коллоквиум «Углеродные материалы и наноструктуры» (Коллоквиум)</p>
ПК-3	ИД-4ПК-3 Способен анализировать механические,	<p>Знать:</p> <p>методы расчета, моделирования и</p>	<p>КМ-2 Взаимодействию капель жидкости с мезоскопическими и наноструктурированными поверхностями. Расчетное задание (Коллоквиум)</p>

	<p>электромагнитные и теплофизические свойства в низкоразмерных материалах и устройствах</p>	<p>прогнозирование свойств наноматериалов и наносистем, а также изделий на их основе применительно к энергетике</p> <p>принципы структурной организации и свойства нанообъектов и наноматериалов</p> <p>Уметь:</p> <p>использовать специализированные знания в области нанотехнологий и наноматериалов в энергетике для решения практических задач</p> <p>работать на современном экспериментальном и исследовательском оборудовании</p>	<p>КМ-3 «Влияние температуры поверхности на скорость испарения капель жидкости коллоидных жидкостей». Контрольная работа «Химия поверхностных явлений» (Контрольная работа)</p> <p>КМ-4 «Получение коллоидов наночастиц и их химический анализ». Коллоквиум «Углеродные материалы и наноструктуры» (Коллоквиум)</p>
--	--	--	---

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

### КМ-1. Виды химической связи, объемные и поверхностные свойства тел. Коллоквиум «Методы получения наноматериалов»

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный опрос студентов по пройденному материалу.

#### Краткое содержание задания:

Ответьте на следующие вопросы:

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: законы и принципы химии применительно к наноструктурам	1. Принципы структурной организации нанообъектов. Виды химической связи  2. Взаимодействия между молекулами, между частицами веществ в различных агрегатных состояниях и свойства наночастиц 3. Классическая теория зародышеобразования 4. Классификация методов синтеза наноматериалов
Знать: классификацию и методы получения нанокластеров и наноструктур	1. Классификация наноструктур. Нульмерные наноструктуры 2. Материалы одномерных наноструктур. Формирование одномерных наноструктур. Тубулярные структуры 3. Трехмерные структуры 4. Свойства веществ в нанокристаллическом состоянии

#### 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. Взаимодействию капель жидкости с мезоскопическими и наноструктурированными поверхностями. Расчетное задание**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный опрос студентов по пройденному материалу, а также опрос по проведенной лабораторной работе.

### **Краткое содержание задания:**

Ответьте на следующие вопросы

### **Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы расчета, моделирования и прогнозирования свойств наноматериалов и наносистем, а также изделий на их основе применительно к энергетике	1.Виды адсорбции, ее количественные характеристики и ее связь с параметрами системы 2.Поверхностная активность. Поверхностно-активные и инактивные вещества 3.Адгезия и работа адгезии 4.Связь работы адгезии с краевым углом
Уметь: использовать современное оборудование для анализа структуры, состояния и для формирования рабочих характеристик материала	1.Гистерезис смачивания 2.Растекание жидкости. Эффект Марангони
Уметь: работать на современном экспериментальном и исследовательском оборудовании	1.Смачивание и краевой угол 2.Смачивание твердых тел, мезоскопических и наноструктурированных поверхностей

### **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. «Влияние температуры поверхности на скорость испарения капель жидкости коллоидных жидкостей». Контрольная работа «Химия поверхностных явлений»**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты отчитываются о выполненном исследовании. Далее пишут контрольную работу.

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на следующие вопросы:

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принципы структурной организации и свойства нанообъектов и наноматериалов	1.Характеристика свободнодисперсных систем с разными частицами дисперсной фазы (графеновые частицы, наночастицы SiO <sub>2</sub> , карбида кремния) 2.Режимы испарения капель истинных и коллоидных жидкостей 3.Влияние концентрации дисперсной фазы на испарение жидкости из коллоидного раствора
Уметь: использовать специализированные знания в области нанотехнологий и наноматериалов в энергетике для решения практических задач	1.Методы получения нанодисперсных частиц 2.Методы и средства определения геометрических характеристик капли, лежащей на поверхности 3.Построение экспериментальных кривых времени и скорости испарения капель

**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. «Получение коллоидов наночастиц и их химический анализ». Коллоквиум «Углеродные материалы и наноструктуры»**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты отчитываются о выполненном исследовании. Далее устный опрос по пройденным темам.

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на следующие вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: связывать физические и химические свойства материалов с их структурой и состоянием, анализировать особенности физических и химических свойств наноструктурных материалов	1.Механизмы роста нанотрубок 2.Синтез углеродных нанотрубок
Уметь: использовать специализированные знания в области нанотехнологий и наноматериалов в энергетике для решения практических задач	1.Свойства графена и графеноподобных двумерных материалов

**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

## 6 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Основные виды межмолекулярного взаимодействия в конденсированных телах. Агрегатное состояние вещества (твердые вещества, жидкости, газы, плазма). Определение термина «наноструктура». Приведите классификацию наноструктур с примерами
2. В чем отличие электропроводности фуллерита и графита?

### Процедура проведения

Студенты по очереди вытягивают билеты, расположенные на столе текстом вниз. Записывается номер билета и время начала подготовки ответа. Через определенное время (по умолчанию час) студенты с расписанными ответами подходят к преподавателю и начинают рассказывать билет своими словами

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-2 Владеет экспериментальными методами исследования процессов и свойств наноразмерных материалов

### Вопросы, задания

1. Основные виды межмолекулярного взаимодействия в конденсированных телах. Агрегатное состояние вещества (твердые вещества, жидкости, газы, плазма). Определение термина «наноструктура». Приведите классификацию наноструктур с примерами
2. Метод молекулярных орбиталей как линейной комбинации атомных орбиталей (МО ЛКАО)
3. Объяснить химическую связь и свойства кристаллических тел с использованием метода молекулярных орбиталей. Привести примеры электронных структур молекул по методу МО и их свойства
4. Гибридизация атомных орбиталей и многообразие аллотропных модификаций и соединений углерода
5. Зонная теория кристаллов. Валентная зона, запрещенная зона и зона проводимости
6. Охарактеризуйте кристаллы с несколькими типами химических связей
7. Опишите основные виды химической связи. Объясните природу водородной связи и ее влияние на свойства веществ
8. Теорема Эйлера о многогранниках (привести доказательство) и структура молекул фуллеренов (и углеродных нанокластеров)
9. Структурные свойства углеродных нанотрубок
10. Дефекты углеродных нанотрубок и их влияние на свойства
11. Физические свойства углеродных нанотрубок
12. Структура и электронные свойства углеродных нанотрубок. Какие электронные свойства могут проявлять углеродные нанотрубки в зависимости от строения и вектора хиральности? Как можно управлять электронными свойствами углеродных нанотрубок?
13. Химические свойства углеродных нанотрубок
14. Механические свойства углеродных нанотрубок

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой вид химической связи образуется за счет перекрытия пары валентных электронных облаков?

Ответы:

Металлическая связь

Ковалентная связь

Ионная связь

Ван-дер-ваальсова связь

Водородная связь

Двухэлектронная трёхцентровая химическая связь

Верный ответ: Ковалентная связь

2. Чем орбиталь отличается от орбиты?

Ответы:

орбиталь описывает вероятность нахождения электрона в заданной области

это одно и то же

Верный ответ: орбиталь описывает вероятность нахождения электрона в заданной области

3. Какой из семи сингоний кристаллической решетки геометрически соответствует произвольный прямоугольный параллелепипед?

Ответы:

Триклинная

Моноклинная

Ромбическая

Тетрагональная

Гексагональная

Ромбоэдрическая

Кубическая

Верный ответ: ромбическая

4. Что называется дисперсионной средой?

Ответы:

фаза вещества, которая распределена в другом веществе

вещество, в котором распределено другое вещество

Верный ответ: вещество, в котором распределено другое вещество

5. Каков тип связи между углеродными слоями в графите?

Ответы:

ван-дер-Ваальса

ковалентная

ионная

Верный ответ: ван-дер-Ваальса

6. Если на  $p$ -подуровне атома (например, азота) присутствует два электрона, то на скольких орбиталях, согласно правилу Хунда, они расположены?

Ответы:

на одной

на двух

Верный ответ: на двух

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-4ПК-3 Способен анализировать механические, электромагнитные и теплофизические свойства в низкоразмерных материалах и устройствах

## Вопросы, задания

1. Охарактеризовать смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода

2. Объяснить, почему алмаз имеет исключительно высокую твердость, а графит – достаточно мягкое вещество?
3. Строение и свойства графена. Устройства на основе графена
4. Получение фуллеренов, механизмы роста и образования. Почему невозможно построить стабильные фуллереноподобные структуры на основе кремния?
5. Состав и строение фуллеренов
6. Основные особенности и структура фуллерита C<sub>60</sub>
7. В чем отличие электропроводности фуллерита и графита?
8. Химические свойства фуллеренов. Перечислить основные группы химических реакций фуллеренов, привести примеры
9. Эндоедральные фуллерены: строение, свойства
10. Экзолегирование фуллеренов
11. Легирование фуллеренов замещением
12. Потенциальные области применения фуллеренов и их производных
13. Методы получения углеродных нанотрубок. Механизмы роста нанотрубок
14. Области применения углеродных нанотрубок. Перспективы углеродных нанотрубок в нано- и оптоэлектронике. Примеры устройств и принцип их действия

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Какая из приведенных аллотропных форм углерода структурно можно представить в качестве элемента нанотрубок, графита?

Ответы:

алмаз  
аморфный углерод  
графен  
фуллерен

Верный ответ: графен

2. В каком из конструктивных элементов атомно-силового микроскопа возможно применение нанотрубок?

Ответы:

игла кантилевера  
консольная балка  
держатель образца

Верный ответ: игла кантилевера

3. Какой точечный дефект соответствует случаю, когда атом примеси располагается в междоузлии кристаллической решетки?

Ответы:

вакансия  
примесный атом замещения  
примесный атом внедрения

Верный ответ: примесный атом внедрения

4. Каким из приведенных способов не возможно получение нанотрубок?

Ответы:

электродуговой разряд  
лазерная абляция  
спиннингование  
химическое осаждение из газовой фазы  
электролиз

Верный ответ: спиннингование

### **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. на вопросы углубленного уровня*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

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

Итоговая оценка по курсу выставляется на основе оценки за промежуточную аттестацию. Возможен случай, когда в силу значительно отличающейся текущей оценки может быть применен повышающий или понижающий коэффициент.