

**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: Физика и техника низких температур

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Основы нанотехнологий**

**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	Крюков А.П.
	Идентификатор	R9b81f956-KryukovAP-8dacf4ed

А.П.
Крюков

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-4 Знаком с особенностями технологических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования специального назначения.

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Устная форма

1. Кремниевая микроэлектроника (Контрольная работа)
2. Методы получения и исследования наноструктур (Контрольная работа)
3. Основные понятия нанотехнологии (Контрольная работа)
4. Углеродные наноструктуры (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Методы получения и исследования наноструктур (Контрольная работа)
КМ-2 Основные понятия нанотехнологии (Контрольная работа)
КМ-3 Углеродные наноструктуры (Контрольная работа)
КМ-4 Кремниевая микроэлектроника (Контрольная работа)

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
Основные понятия нанотехнологии					
Основные понятия нанотехнологии			+		
Кремниевая микроэлектроника. Планарная технология					
Кремниевая микроэлектроника. Планарная технология					+

Углеродные наноматериалы				
Углеродные наноматериалы			+	
Методы получения наноструктур				
Методы получения наноструктур	+			
Всего 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-1	ИД-4ПК-1 Знаком с особенностями технологических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования специального назначения.	Знать: технологии управления свойствами материалов, направленным изменением их структуры для решения задач создания новых устройств, оборудования и аппаратов; основные источники научно-технической информации по применению нанотехнологий и современных функциональных наноматериалов; Уметь: самостоятельно разбираться в методиках расчета переноса тепла и применять их для решения поставленной задачи; определять перспективные направления исследований и разработок в области	КМ-1 Методы получения и исследования наноструктур (Контрольная работа) КМ-2 Основные понятия нанотехнологии (Контрольная работа) КМ-3 Углеродные наноструктуры (Контрольная работа) КМ-4 Кремниевая микроэлектроника (Контрольная работа)

		нанотехнологий и наноматериалов	
--	--	------------------------------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Методы получения и исследования наноструктур

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Получение задания, время на подготовку ответа, ответ.

Краткое содержание задания:

Методы получения и исследования наноструктур

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: технологии управления свойствами материалов, направленным изменением их структуры для решения задач создания новых устройств, оборудования и аппаратов;	1.Понятие нанотехнологии. Краткая история нанотехнологии. Понимание нанотехнологии по Э.Дрекслеру. Примеры применения нанотехнологии. Физические основы нанотехнологии. Зондовая микроскопия. Сканирующий зондовый микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Электронная микроскопия. Основные области применения наноматериалов и нанотехнологий 2.накомство с методами нанотехнологического синтеза. Основные требования, предъявляемые к методам получения наночастиц и наноматериалов. Различные способы классификации методов получения наноматериалов. Разделение методов по типу фазового перехода. Разделение методов по принципу синтеза: «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Разделение методов по дальнейшему применению получаемого продукта. Разделение методов по типу основного процесса синтеза. Основные отличия методов механического, физического и химического диспергирования

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Основные понятия нанотехнологии

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Получение задания, время на подготовку ответа, ответ.

Краткое содержание задания:

Основные понятия нанотехнологии

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные источники научно-технической информации по применению нанотехнологий и современных функциональных наноматериалов;	1.Понятие нанотехнологии. 2.Краткая история нанотехнологии. 3.Понимание нанотехнологии по Э.Дрекслеру. 4.Примеры применения нанотехнологии. 5. Физические основы нанотехнологии. 6.Зондовая микроскопия. Сканирующий зондовый микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Электронная микроскопия. 7.Основные области применения наноматериалов и нанотехнологий

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. Углеродные наноструктуры

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Получение задания, время на подготовку ответа, ответ.

Краткое содержание задания:

Углеродные наноструктуры

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: самостоятельно разбираться в методиках расчета переноса тепла и применять их для решения поставленной задачи;	1.Аллотропия углерода. 2.Основные характеристики углеродных материалов. Алмаз. Графит. Графен. Нанотрубки. Фуллерены. Фуллериды. 3.Наноккомпозиты. Области применения. 4.Граничное термосопротивление.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Термосопротивление в наноструктурах.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-4. Кремниевая микроэлектроника

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Получение задания, время на подготовку ответа, ответ.

Краткое содержание задания:

Кремниевая микроэлектроника

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: определять перспективные направления исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов	1. Исторический контекст развития кремниевой микроэлектроники. 2. Биполярный транзистор. Кремниевые интегральные схемы. 3. Этапы изготовления микроэлектронных устройств по планарной технологии. 4. Виды литографии. Фотолитография. Фоторезист. Экспонирование. Травление. Фотомаска. 5. Изготовление монокристалла по методу Чохральского. Очистка подложек. Чистые комнаты.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Основные требования, предъявляемые к методам получения наноразмерных материалов. Примеры методов
2. Чистые комнаты. Классификация, основные требования/компоненты

Процедура проведения

Слепой выбор билета, время на подготовку ответа, ответ

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-1} Знаком с особенностями технологических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования специального назначения.

Вопросы, задания

- 1.1. Основные требования, предъявляемые к методам получения наноразмерных материалов. Примеры методов
2. Чистые комнаты. Классификация, основные требования/компоненты
- 2.1. Классификация методов получения наноматериалов. Примеры методов
2. Оптические способы измерения толщин тонких пленок
- 3.1. Методы механического диспергирования. Примеры
2. Технологическая схема производства транзистора по планарной технологии
- 4.1. Принцип действия шаровой мельницы
2. Изготовление подложек методом Чохральского. Пример практической реализации
- 5.1. Принцип действия струйной мельницы
2. Алмаз. Кристаллическая решетка. Основные свойства. Примеры применения
- 6.1. Деформация кручением под высоким давлением. Схема метода
2. Тонкопленочные структуры. Области применения, способы нанесения
- 7.1. Равноканальное угловое прессование. Схема метода
2. Планарная технология. Преимущества и недостатки
- 8.1. Методы механического воздействия различных сред. Особенности, преимущества и недостатки
2. Резисты. Предназначение, компоненты. Экспонирование
- 9.1. Методы физического диспергирования. Примеры
2. Причины возникновения граничного термосопротивления в наноструктурах
- 10.1. Распыление струи расплава жидкостью или газом. Отличие газового распыления от жидкостного
2. Подложки, применяемые для производства микросхем

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Нанотехнологии

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Нанотехнология (по Танигучи) — процесс разделения, сборки и изменения свойств материалов путем воздействия на них одним атомом или одной

молекулой вещества. Нанотехнология молекулярная (по Дрекслеру) — совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие в себя компоненты размерами менее 100 нм хотя бы в одном измерении. В результате объекты получают принципиально новые качества, позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба. В более широком смысле — методы диагностики, характеристики и исследований таких объектов.

2. Фуллерены

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Фуллерены (англ. fullerene) — класс химических соединений, молекулы которых состоят только из четного количества атомов углерода. Химически стабильные замкнутые поверхностные структуры углерода, в которых атомы углерода расположены в вершинах правильных шестиугольников или пятиугольников, регулярным образом покрывающих поверхность сферы или сфероида

3. Эффект Холла

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Эффект Холла — явление, заключающееся в том, что в проводнике с током, помещенном в магнитное поле, вектор напряженности которого перпендикулярен направлению тока, возникает электрическое поле в направлении, перпендикулярном направлениям тока и магнитного поля.

4. Туман конструкторский

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Туман конструкторский (англ. utility fog) — наносистема, состоящая из унифицированных строительных нанороботов (фоглетов) и позволяющая собирать различные предметы из отдельных универсальных строительных блоков микроскопических размеров.

5. Мицелла

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Мицелла (новолат. micella от лат. mica — крошечка) — частица общим диаметром $10 \dots 10^9$ м в коллоидных системах, состоящая из нерастворимого в данной среде ядра, окруженного стабилизирующей оболочкой адсорбированных ионов и молекул растворителя

6. Наноматериал

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Наноматериал — материал, содержащий структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и благодаря этому обладающий качественно новыми свойствами, в том числе заданными функциональными и эксплуатационными характеристиками.

7. Метод CVD

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Метод CVD (Chemical Vapor Deposition) — метод наномодификации армирующих волокон (CVD-метод), то есть «химическое газозапасное осаждение» металлов, сплавов или химических соединений на заданную поверхность.

8. Метод PVD

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Метод PVD (Physical Vapor Deposition) — метод нанесения нанопокровтия (. PVD-метод), при котором металлы, сплавы или химические соединения осаждаются в глубоком вакууме путем подвода тепловой энергии или бомбардировки частицами. Иными словами, материал покрытия различными способами переводится из твердого состояния в паровую фазу и затем конденсируется на поверхности подложки (физическое распыление с осаждением). К PVD-методам относят еще ионное плакирование и катодное распыление (ионно-плазменное распыление).

9.Микроскоп атомный силовой

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Микроскоп атомный силовой — прибор, который позволяет рассматривать атомы не только металлов, но и других химических веществ.

10.Микроскоп туннельный растровый

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Микроскоп туннельный растровый — прибор, основанный на возникновении туннельного тока между поверхностью проводника и металлическим острием, удаленным от нее на расстояние около 0,1 нм. При сканировании за счет изменения этого расстояния можно получить рельеф образца с точностью до размеров атомов и молекул. Туннельный растровый микроскоп — основная инструментальная база современных нанотехнологий.

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