

**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
Элементы и приборы нанотехнологии**

**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-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-2 Знает особенности процессов в метрологических системах и системах диагностики наноразмерных материалов и устройств

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Материалы для повышения надежности устройств МСТ и НСТ (Контрольная работа)
2. Методики испытаний ИЭТ, виды испытаний ИЭТ (Расчетно-графическая работа)
3. Технология устройств МСТ и НСТ (Контрольная работа)
4. Типы и элементы устройств МСТ и НСТ (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Типы и элементы устройств МСТ и НСТ (Контрольная работа)
КМ-2 Материалы для повышения надежности устройств МСТ и НСТ (Контрольная работа)
КМ-3 Технология устройств МСТ и НСТ (Контрольная работа)
КМ-4 Методики испытаний ИЭТ, виды испытаний ИЭТ (Расчетно-графическая 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	11	15
Введение в микро- и нанoeлектронику, МСТ и НСТ					

Введение в микро- и нанoeлектронику, МСТ и НСТ	+			
Интегральные схемы. Классификации, базовые технологии				
Интегральные схемы. Классификации, базовые технологии		+		
Элементы и устройства микро- и нанoeлектроники				
Элементы и устройства микро- и нанoeлектроники			+	
Элементы и устройства МСТ и НСТ. Сенсорные и актюаторные устройства МСТ и НСТ				
Элементы и устройства МСТ и НСТ. Сенсорные и актюаторные устройства МСТ и НСТ				+
Материалы для устройств МСТ, НСТ, нано- и микроэлектроники				
Материалы для устройств МСТ, НСТ, нано- и микроэлектроники		+		
Основные технологии устройств МСТ и НСТ				
Основные технологии устройств МСТ и НСТ			+	
Моделирование и проектирование				
Моделирование и проектирование				+
Вес КМ:	15	25	25	35

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 _{ПК-1} Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин	Знать: основные типы и элементы нано- и микроэлектронных устройств, устройств МСТ и НСТ Уметь: выполнять научные исследования в области проектирования и создания ИЭТ и самостоятельно разбираться в методиках исследования элементов устройств и уметь применять их для решения поставленной задачи	КМ-1 Типы и элементы устройств МСТ и НСТ (Контрольная работа) КМ-4 Методики испытаний ИЭТ, виды испытаний ИЭТ (Расчетно-графическая работа)
ПК-2	ИД-2 _{ПК-2} Знает особенности процессов в метрологических системах и системах диагностики наноразмерных материалов и устройств	Знать: основные методы получения и обработки элементов нано- и микроэлектронных устройств, устройств МСТ и НСТ Уметь: применять измерительные приборы и техники	КМ-2 Материалы для повышения надежности устройств МСТ и НСТ (Контрольная работа) КМ-3 Технология устройств МСТ и НСТ (Контрольная работа)

		эксперимента (электронная, атомно- силовая и оптическая микроскопии; методы силового нанотестинга) и осуществлять постобработку экспериментальных данных	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Типы и элементы устройств МСТ и НСТ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа.

Краткое содержание задания:

Ответить на теоретический вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные типы и элементы нано- и микроэлектронных устройств, устройств МСТ и НСТ	1. Понятие о полупроводниковых, гибридных интегральных схемах (ИС) 2. Понятие об устройствах МСТ и НСТ. 3. Наноразмерные компоненты ИС 4. Аналоговые и цифровые СБИС 5. Наноразмерные исполнительные элементы

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. Материалы для повышения надежности устройств МСТ и НСТ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа.

Краткое содержание задания:

Ответить на теоретический вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы получения и обработки элементов нано- и микроэлектронных устройств, устройств МСТ и НСТ	1. Деформируемые исполнительные элементы сенсорных и актюаторных устройств МСТ и НСТ 2. Недеформируемые исполнительные элементы сенсорных и актюаторных устройств МСТ и НСТ 3. Композиционные и слоистые исполнительные элементы сенсорных и актюаторных устройств МСТ и НСТ 4. Металлические исполнительные элементы сенсорных и актюаторных устройств МСТ и НСТ 5. Резистивные сплавы

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. Технология устройств МСТ и НСТ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа.

Краткое содержание задания:

Ответить на теоретический вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять измерительные приборы и техники эксперимента (электронная, атомно-силовая и оптическая микроскопии; методы силового нанотестинга) и	1. Слоистые композиционные материалы 2. Фоточувствительные

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
осуществлять постобработку экспериментальных данных	композиции 3. Технологии «сверху вниз» 4. Технологии «снизу вверх» 5. Расчет основных свойств датчиков давления 6. Расчет основных параметров акселерометров

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. Методики испытаний ИЭТ, виды испытаний ИЭТ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Расчет механического поведения чувствительного элемента исполнительного механизма микромеханического устройства.

Краткое содержание задания:

Моделирование механического поведения чувствительного элемента исполнительного механизма микромеханического устройства.

Варируются:

- преобразователь физических величин (термический, электростатический, электромагнитный, пьезоэлектрический);
- тип механического устройства (реле, актюатор, сенсор физических величин);
- тип чувствительного элемента и способ его установки в устройство (диафрагма, консоль, многоэлементный подвес).

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выполнять научные исследования в области проектирования и создания ИЭТ и самостоятельно разбираться в методиках исследования элементов устройств и уметь применять их для решения	1.Смоделируйте механическое поведение термического сенсора установленного на консоли 2.Смоделируйте механическое

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
поставленной задачи	поведение пьезоэлектрического актюатора на многоэлементном подвесе

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

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

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

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

Вопросы, задания

1. Пассивные элементы схем: микрорезисторы, микроконденсаторы, микроиндуктивности.
2. Полевой транзистор; p-n переход; электронная и дырочная виды проводимости.
3. P-i-n диоды. Характеристики. Преимущества и недостатки по сравнению с МЭМС-аналогами.
4. Микро- и нанокапли и приборы на их основе, применения.
5. Фотонные интегральные схемы.
6. Гибридные фотонные и электронные интегральные схемы. Перспективы.
7. Оптико-электронные наноустройства.
8. Фотоземельности. Фотосопротивления
9. Термоэлектрические микроприборы.
10. Практическое применение пьезоэффекта в микро- и наносенсорах.
11. Операционный КМОП усилитель. Основные схемы включения.
12. Принцип действия операционного КМОП усилителя.
13. Активные СВЧ (РЧ) фильтры, типы по принципу действия
14. Активные СВЧ (РЧ) фильтры, классификация по способу фильтрации: полосно-заграждающие, полосно-пропускающие, ФНЧ.
15. Активные СВЧ (РЧ) фильтры – принципиальные электрические схемы.
16. Дифференциальные и измерительные усилители.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Операционный КМОП усилитель. Основные схемы включения.
2. Активные СВЧ (РЧ) фильтры, классификация по способу фильтрации: полосно-заграждающие, полосно-пропускающие, ФНЧ.
3. Источники питания. Принцип функционирования. Виды электропроводности: электронная и ионная. Полупроводники.
4. Последовательные функции, реализуемые на стандартных интегральных микросхемах.
5. АЦП: виды преобразований

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-2} Знает особенности процессов в метрологических системах и системах диагностики наноразмерных материалов и устройств

Вопросы, задания

1. Материалы подложек для приборов нанотехнологий: полупроводники, металлы, ферроэлектрики, сегнетоэлектрики, диэлектрики, полимеры. Общие сведения и функциональные отличия.
2. Углеродные наноматериалы: нанотрубки, волокна, частицы. Свойства; примеры устройств на основе.

3. Нанопровода: физические свойства нанопроводов; применения. Массивы нанопроводов – применения.
4. Методы (принципы) самосборки нано- и микроструктур.
5. Устройства микро- и нанофлюидики.
6. Источники питания. Принцип функционирования. Виды электропроводности: электронная и ионная. Полупроводники.
7. Малошумящие операционные усилители. Виды шумов.
8. Цифровые схемы: логические уровни и основные понятия.
9. Моностабильные мультивибраторы.
10. Последовательные функции, реализуемые на стандартных интегральных микросхемах.
11. Сопряжение логических КМОП- и ТТЛ- элементов.
12. АЦП: виды преобразований.
13. ПЛИС. Классификация и принцип действия.
14. Генераторы шума. Конструкция и принцип действия.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Материалы подложек для приборов нанотехнологий: полупроводники, металлы, ферроэлектрики, сегнетоэлектрики, диэлектрики, полимеры.
2. Углеродные наноматериалы: нанотрубки, волокна, частицы. Свойства; примеры устройств на основе.
3. Нанопровода: физические свойства нанопроводов; применения. Массивы нанопроводов – применения.
4. Методы (принципы) самосборки нано- и микроструктур.
5. Устройства микро- и нанофлюидики.
6. Полевой транзистор; p-n переход; электронная и дырочная виды проводимости.
7. Гибридные фотонные и электронные интегральные схемы.
8. Практическое применение пьезоэффекта в микро- и наносенсорах.
9. Цифровые схемы: логические уровни и основные понятия
10. ПЛИС. Классификация и принцип действия.

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