

**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
Сенсоры МЭМС, НЭМС и биосенсоры**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дмитриев А.С.
	Идентификатор	R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae29

А.С.
Дмитриев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дмитриев А.С.
	Идентификатор	R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae29

А.С.
Дмитриев

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.

2. ПК-3 Готов самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития наноразмерных систем и устройств

ИД-1 Владеет способами решения физико-технических и инженерных проблем в современных наноразмерных системах и устройствах

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Биосенсоры МЭМС. Микрофлюидика (Контрольная работа)
2. Газовые сенсоры (Контрольная работа)
3. Оптические биодатчики (Расчетно-графическая работа)
4. Тканевая инженерия и биоматериалы (Контрольная работа)
5. Электрохимические биодатчики (Контрольная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	11	13	15
Основы МЭМС. Преобразователи физических величин						
Основы МЭМС. Преобразователи физических величин		+				
Химические и биомедицинские сенсоры						
Химические и биомедицинские сенсоры			+			
Биосенсоры и МЭМС. Микрофлюидика						
Биосенсоры и МЭМС. Микрофлюидика				+	+	

Основы сенсоров					
Основы сенсоров					+
Перспективы развития наносенсоров					
Перспективы развития наносенсоров		+			+
Вес КМ:	15	20	25	20	20

\$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-1	ИД-4ПК-1 Знаком с особенностями технологических процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования специального назначения.	Знать: основные типы и элементы нано- и микроэлектронных устройств, устройств МСТ и НСТ Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о принципах функционирования, конструкциями и технологиями	Газовые сенсоры (Контрольная работа) Электрохимические биодатчики (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-1ПК-3 Владеет способами решения физико-технических и инженерных проблем в современных наноразмерных системах и устройствах	Знать: основные методы получения и обработки элементов нано- и микроэлектронных устройств, устройств МСТ и НСТ Уметь: выполнять научные исследования в области проектирования и создания МЭМС и НЭМС	Биосенсоры МЭМС. Микрофлюидика (Контрольная работа) Оптические биодатчики (Расчетно-графическая работа) Тканевая инженерия и биоматериалы (Контрольная работа)

		самостоятельно разбираться в методиках исследования элементов устройств и уметь применять их для решения поставленной задачи	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Газовые сенсоры

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 поставленный вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные типы и элементы нано- и микроэлектронных устройств, устройств МСТ и НСТ	1.Газовые сенсоры. Структуры на основе микронагревательных плит. 2.Проблемы чувствительности, селективности и дрейфа. 3.Чувствительность к ионам водорода. 4.Применение ионочувствительных полевых транзисторов (ISFET). 5.Материалы и принципы преобразования (потенциометрические, амперометрические, термические, оптические, гравиметрические). 6.Диагностические системы. Системы направленной доставки лекарств. 7.Разработка тканей. Терапия и хирургические устройства с минимальным воздействием. 8.Электрофоретическая сепарация. Гибридизация.
---	---

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

Оценка: 2

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

КМ-2. Биосенсоры МЭМС. Микрофлюидика

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа

Краткое содержание задания:

Ответить на поставленный вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные методы получения и обработки элементов нано- и микроэлектронных устройств, устройств МСТ и НСТ	1.Биомедицинская нанотехнология. 2.Тканевая инженерия и биоматериалы. 3.Медицинская визуализация. 4.Нейропротезирование. 5.Биосенсоры МЭМС. 6.Микрофлюидика. Размерности и масштабы.
--	---

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

Оценка: 2

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

КМ-3. Электрохимические биодатчики

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 поставленный вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о принципах функционирования, конструкциями и технологиями	1.Биосенсоры. Определения. Биорецепторы. Преобразователи. 2.Иммобилизация биологических компонентов. Иммунологический анализ. 3.Взаимодействия антиген-антитело.
--	--

	4.Микрофлюидные чипы для иммуноанализа. 5.Электрохимические биодатчики. 6.Потенциометрические и амперометрические биодатчики. Области применения.
--	---

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

Оценка: 2

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

КМ-4. Оптические биодатчики

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа

Краткое содержание задания:

Разработка принципиальной электрической схемы прототипа биосенсора

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять научные исследования в области проектирования и создания МЭМС и НЭМС	1.Разработка принципиальной электрической схемы прототипа биосенсора на базе SMD компонентов (варьируются: - преобразователь физических величин (термический, электростатический, электромагнитный, пьезоэлектрический); - тип чувствительного элемента и способ его установки в устройство (диафрагма, консоль, многоэлементный подвес). 2.Расчет параметров чувствительности МЭМС сенсора (варьируются: - преобразователь физических величин (термический, электростатический, электромагнитный, пьезоэлектрический); - тип чувствительного элемента и способ его установки в устройство (диафрагма, консоль, многоэлементный подвес).
---	--

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

Оценка: 2

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

КМ-5. Тканевая инженерия и биоматериалы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа

Краткое содержание задания:

Ответить на поставленный вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: самостоятельно разбираться в методиках исследования элементов устройств и уметь применять их для решения поставленной задачи	1.Разработка тканей. Терапия и хирургические устройства с минимальным воздействием. 2.Тканевая инженерия и биоматериалы. 3.Медицинская визуализация. 4.Нейропротезирование. 5.Биосенсоры МЭМС. 6.Оптические биодатчики. 7.Электрохимические биодатчики. 8.Микрофлюидные чипы для иммуноанализа.
---	--

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

Оценка: 2

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Преобразователи физических величин.
2. Поверхностная и объемная микрообработка. Усовершенствование технологий. Интеграция (системы на чипе), повышение точности (увеличение производительности).

Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам и предполагает ответ студента на поставленные вопросы. К началу зачета с оценкой преподаватель подготавливает следующие документы: - экзаменационные билеты; - наглядные пособия, материалы справочного характера, нормативные документы и образцы техники, разрешенные к использованию на экзамене;

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

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

Вопросы, задания

1. Химические сенсоры. Принципы работы. Конфигурации. Свойства.
2. Тканевая инженерия и биоматериалы.
3. Газовые сенсоры. Структуры на основе микронагревательных плит.
4. Электрохимические биодатчики.
5. Проблемы чувствительности, селективности и дрейфа.
6. Нейропротезирование.
7. Чувствительность к ионам водорода.
8. Микрофлюидика. Размерности и масштабы.
9. Применение ионочувствительных полевых транзисторов (ISFET).
10. Электрофоретическая сепарация. Гибридизация.
11. Материалы и принципы преобразования (потенциометрические, амперометрические, термические, оптические, гравиметрические).
12. Методы управления потоками жидкости. Ламинарные потоки. Диффузия. Смешивание.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Преобразователи физических величин.
2. Разработка тканей. Терапия и хирургические устройства с минимальным воздействием.
3. Флуоресцентные методы.
4. Медицинская визуализация.
5. Микрофлюидика. Размерности и масштабы.
6. Иммунизация биологических компонентов. Иммунологический анализ.
7. Электрохимические биодатчики.
8. Потенциометрические и амперометрические биодатчики. Области применения.
9. Оптические биодатчики. Флуоресценция. Хемилюминесценция. Колориметрический анализ уровня глюкозы.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-3 Владеет способами решения физико-технических и инженерных проблем в современных наноразмерных системах и устройствах

Вопросы, задания

- 1.Преобразователи физических величин.
- 2.Поверхностная и объемная микрообработка. Усовершенствование технологий. Интеграция (системы на чипе), повышение точности (увеличение производительности).
- 3.Принципы работы сенсоров. Физические принципы их действия
- 4.Микрочипы на основе электрохемилюминесценции. Массочувствительные детекторы.
- 5.Конфигурации сенсоров. Свойства отдельных элементов сенсоров.
- 6.Оптические биодатчики. Флуоресценция. Хемилюминесценция. Колориметрический анализ уровня глюкозы.
- 7.МЭМС и НЭМС. Прикладные задачи МЭМС.
- 8.Датчики уровня кислорода и глюкозы в крови.
- 9.Процессы биораспознавания и иммобилизации. ISFET, ENFET (Enzyme Field-Effect Transistor – ферментный полевой транзистор), IMFET (Internally Matched Field Effect Transistor – внутренне согласованный полевой транзистор).
- 10.Микрофлюидные устройства и системы. Вентили. Поверхностное натяжение. Двухфазные потоки.
- 11.Диагностические системы. Системы направленной доставки лекарств.
- 12.Иммобилизация биологических компонентов. Иммунологический анализ.
- 13.Разработка тканей. Терапия и хирургические устройства с минимальным воздействием.
- 14.Микрофлюидные чипы для иммуноанализа.
- 15.Флуоресцентные методы.
- 16.Рестрикционное расщепление. Электрофоретическая сепарация. Гибридизация.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Принципы работы сенсоров. Физические принципы их действия
- 2.МЭМС и НЭМС. Прикладные задачи МЭМС.
- 3.Газовые сенсоры. Структуры на основе микронагревательных плит.
- 4.Применение ионочувствительных полевых транзисторов (ISFET).
- 5.Электрофоретическая сепарация. Гибридизация.
- 6.Тканевая инженерия и биоматериалы.
- 7.Биосенсоры МЭМС.

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

Оценка: 2

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу