

**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
Компьютерное моделирование процессов нанотехнологии**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков Ю.А.
	Идентификатор	R23e9797a-VolkovYurA-41f285d8

Ю.А. Волков

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-3 Способен к разработке наноразмерных материалов и устройств
ИД-3 Имеет навыки расчета теплофизических процессов в современных низкоразмерных устройствах, навыки компьютерного моделирования этих процессов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Динамика упругих элементов в микро-электромеханической системе в двумерной постановке (Контрольная работа)
2. Итерационные методы для расчета статических прогибов упругих элементов (Контрольная работа)
3. Понятие об итерационных методах решения уравнений динамики микро-электромеханических систем (Контрольная работа)
4. Реализации двумерного сеточного преобразования Фурье в виде функции (Контрольная работа)
5. Сильно деформированные упругие элементы и уравнения Феппля (Контрольная работа)
6. Собственные векторы и собственные значения конечно-разностной задачи Штурма-Лиувилля (Контрольная работа)
7. Собственные моды и собственные частоты колебаний. Представление решения в виде ряда по собственным модам (Контрольная работа)
8. Уравнения равновесия изотропного тела. Температурное расширение тел и деформации с изменением температуры (Контрольная работа)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Основные понятия теории упругости					
Теория упругости		+	+		
Уравнения, описывающие состояние деформированных тел		+	+		
Упругие свойства кристаллов					

Свободная энергия деформированного кристалла			+	+
Уравнения движения для смещений			+	+
Динамика упругих элементов				
Уравнение малых колебаний мембраны	+	+		
Вынужденные колебания мембраны	+	+		
Колебания и прогибы тонких пластин				
Жесткость пластины на изгиб			+	+
Консольные балки как кантилеверы атомно-силовых микроскопов			+	+
Численные методы решения уравнения малого прогиба мембраны				
Конечно-разностная задача Штурма-Лиувилля для оператора Лапласа	+	+		
Одномерные математические модели микро-электромеханических систем				
Микро-электромеханические системы с управлением электрическим полем			+	+
Вес КМ:	20	20	30	30

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	8	12	16
Задача Штурма-Лиувилля в двумерной постановке					
Разделение переменных для двумерного оператора Лапласа	+	+			
Собственные функции и собственные значения и их связь с сеточным преобразованием Фурье в двух измерениях	+	+			
Модели микро-электромеханических систем					
Понятие об итерационных методах решения нелинейных уравнений	+	+			
Бигармоническое уравнение равновесия	+	+			
Большие прогибы упругих элементов					
Анализ критериев малости прогиба			+	+	
Вес КМ:	20	20	30	30	

\$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-3	ИД-3ПК-3 Имеет навыки расчета теплофизических процессов в современных низкоразмерных устройствах, навыки компьютерного моделирования этих процессов	Знать: основные физические величины и уравнения, возникающие при описании тел в деформированном состоянии численные методы для моделирования процессов в микро- и нано-электромеханических устройствах Уметь: работать на современных языках программирования высокого уровня самостоятельно разбираться в методах математического моделирования работы микро-электромеханических устройств	Уравнения равновесия изотропного тела. Температурное расширение тел и деформации с изменением температуры (Контрольная работа) Собственные моды и собственные частоты колебаний. Представление решения в виде ряда по собственным модам (Контрольная работа) Собственные векторы и собственные значения конечно-разностной задачи Штурма-Лиувилля (Контрольная работа) Понятие об итерационных методах решения уравнений динамики микро-электромеханических систем (Контрольная работа) Реализации двумерного сеточного преобразования Фурье в виде функции (Контрольная работа) Итерационные методы для расчета статических прогибов упругих элементов (Контрольная работа) Динамика упругих элементов в микро-электромеханической системе в двумерной постановке (Контрольная работа) Сильно деформированные упругие элементы и уравнения Феппла (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

7 семестр

КМ-1. Уравнения равновесия изотропного тела. Температурное расширение тел и деформации с изменением температуры

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам дается час на подготовку письменного ответа на поставленные задачи, вопросы

Краткое содержание задания:

Дайте подробное описание следующих тем:

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные физические величины и уравнения, возникающие при описании тел в деформированном состоянии	1. Основные понятия теории упругости: смещение, деформация, напряжение 2. Закон Гука. Формулировка. Ограничения применимости 3. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона как упругие характеристики материала 4. Гармоническое приближение энергии деформированного состояния 5. Соотношения Дюамеля-Неймана 6. Изотропное тело. Уравнения его равновесия 7. Влияние температуры на расширение и деформацию тел 8. Мембраны как пример упругих элементов. Уравнение малых их колебаний 9. Мембрана с закрепленным краем. Однородное волновое уравнение и его решение
---	--

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. Собственные моды и собственные частоты колебаний. Представление решения в виде ряда по собственным модам

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам дается час на подготовку письменного ответа на поставленные задачи, вопросы

Краткое содержание задания:

Дайте подробное описание следующих тем:

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные физические величины и уравнения, возникающие при описании тел в деформированном состоянии	1.Собственные моды и собственные частоты колебаний упругих элементов 2.Представление решения однородного волнового уравнения колебаний в виде ряда по собственным модам 3.Вынужденные колебания мембраны. Резонанс 4.Классификация численных методов решения уравнений малого прогиба мембраны 5.Оператор Лапласа. Конечно-разностная задача Штурма-Лиувилля 6.Конечно-разностная задача Штурма-Лиувилля. Собственные векторы и собственные значения 7.Ортогональность сеточных собственных функций 8.Представление решения уравнений малого прогиба мембраны в виде конечного ряда по сеточным собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля
---	---

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. Собственные векторы и собственные значения конечно-разностной задачи Штурма-Лиувилля

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам дается час на подготовку письменного ответа на поставленные задачи, вопросы

Краткое содержание задания:

Дайте подробное описание следующих тем:

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: самостоятельно разбираться в методах математического моделирования работы микро-электромеханических устройств	1.Что такое свободная энергия деформированного кристалла? Как ее определить? 2.Определение кубической решетки. Что в ней описывает тензор упругих модулей? 3.Соотношения Дюамеля-Неймана для кристалла с кубической решеткой 4.Смещения. Как записать уравнение движения для них? 5.Сравните кристаллические тела с изотропными телами с точки зрения упругости. Критерий изотропности 6.Как описать малый прогиб мембраны с помощью конечно-разностной задачи Штурма-Лиувилля? 7.Как определить собственные векторы и собственные значения конечно-разностной задачи Штурма-Лиувилля? Ортогональность сеточных собственных функций 8.Конечный ряд по собственным функциям решения задачи Штурма-Лиувилля
--	---

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. Понятие об итерационных методах решения уравнений динамики микро-электромеханических систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам дается час на подготовку письменного ответа на поставленные задачи, вопросы

Краткое содержание задания:

Дайте подробное описание следующих тем:

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: самостоятельно разбираться в методах математического моделирования работы микро-электромеханических устройств	1.Что такое жесткость пластины на изгиб? На что влияет данный параметр? Способы измерения и анализа 2.Описание динамики пластин и консольных балок с помощью бигармонического уравнения 3.Колебания и прогибы тонких пластин. Определение собственных частот колебаний пластин 4.Особенности применения консольных балок в качестве кантилеверов атомно-силовых микроскопов 5.Классификация микро-электромеханических систем с управлением электрическим полем. Основные свойства 6.Определение давления поля в квазиплоском приближении 7.Итерационные методы решения уравнений динамики микро-электромеханических систем 8.Неконтролируемое схлопывание электродов при достижении критического напряжения как бифуркация решения нелинейного уравнения. Способы решения проблемы
--	--

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

8 семестр

КМ-5. Реализации двумерного сеточного преобразования Фурье в виде функции

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам дается час на подготовку письменного ответа на поставленные задачи, вопросы

Краткое содержание задания:

Дайте подробное описание следующих тем:

Контрольные вопросы/задания:

Знать: численные методы для моделирования процессов в микро- и нано-электромеханических устройствах	1. Особенности двумерной постановки задачи Штурма-Луивилля 2. Разделение переменных для двумерного оператора Лапласа 3. Конечно-разностная задача Штурма-Лиувилля для двумерного оператора Лапласа 4. Двумерное сеточное преобразование Фурье 5. Собственные функции и собственные значения применительно к сеточному преобразованию Фурье 6. Представление решения конечно-разностной задачи в виде сеточного ряда Фурье
---	--

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-6. Итерационные методы для расчета статических прогибов упругих элементов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам дается час на подготовку письменного ответа на поставленные задачи, вопросы

Краткое содержание задания:

Дайте подробное описание следующих тем:

Контрольные вопросы/задания:

Знать: численные методы для моделирования процессов в микро- и нано-электромеханических устройствах	1. Микро-электромеханические системы. Классификация, модели 2. Итерационные методы решения нелинейных уравнений прогибов 3. Стационарное положение упругого элемента. 4. «Вязкое» приближение для его вычисления 5. Бигармоническое уравнение равновесия упругих элементов
---	---

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-7. Динамика упругих элементов в микро-электромеханической системе в двумерной постановке

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам дается час на подготовку письменного ответа на поставленные задачи, вопросы

Краткое содержание задания:

Дайте подробное описание следующих тем:

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: работать на современных языках программирования высокого уровня	1. Волны изгиба в двумерном упругом элементе 2. Бигармонический оператор волнового уравнения для описания волн изгиба в двумерном случае 3. Вычисление тензоров упругих модулей в двумерном случае 4. Динамика мембраны, выполненной из графена. Модели, особенности расчетов 5. Вычисление Гауссовой кривизны через тензоры
--	--

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-8. Сильно деформированные упругие элементы и уравнения Феппля

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам дается час на подготовку письменного ответа на поставленные задачи, вопросы

Краткое содержание задания:

Дайте подробное описание следующих тем:

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: работать на современных языках программирования высокого уровня	1.Особенности измерений и описания больших прогибов упругих элементов 2.Малость прогиба. Критерии, анализ 3.Классификация материалов по степени малости прогиба 4.Большой прогиб. Однослойный графен 5.Гауссова кривизна поверхности. Напряжения в упругом элементе в случае больших прогибов 6.Описание сильно деформированных упругих элементов уравнениями Феппля
---	---

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

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Уравнение малых колебаний мембраны. Собственные моды и собственные частоты колебаний
2. Численные методы решения одномерного уравнения равновесия мембраны в электрическом поле

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-ЗПК-3 Имеет навыки расчета теплофизических процессов в современных низкоразмерных устройствах, навыки компьютерного моделирования этих процессов

Вопросы, задания

1. Уравнение малых колебаний мембраны. Собственные моды и собственные частоты колебаний
2. Вынужденные колебания. Явление резонанса
3. Нелинейные волны изгиба
4. Математические модели микроэлектромеханических устройств
5. Уравнение равновесия мембраны в электрическом поле
6. Явление неконтролируемого схлопывания электродов
7. Численные методы решения одномерного уравнения равновесия мембраны в электрическом поле
8. Численные методы решения двумерного уравнения равновесия мембраны в электрическом поле
9. Численные методы решения одномерного волнового уравнения динамики мембраны в МЭМС
10. Численные методы решения двумерного волнового уравнения динамики мембраны в МЭМС
11. Особенности разложения решения в ряд Фурье
12. Сеточная задача Штурма-Лиувилля
13. Сеточное преобразование Фурье
14. Собственные функции и собственные значения конечно-разностной задачи в прямоугольной области
15. Нелинейные волны изгиба

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Модуль Юнга характеризует:
Ответы:

способность материала сопротивляться растяжению, сжатию при упругой деформации
способность материала сопротивляться изменению формы при сохранении его объёма
способность объекта изменять свой объём под воздействием всестороннего нормального напряжения

Верный ответ: способность материала сопротивляться растяжению, сжатию при упругой деформации

2. Что является причиной возникновения температурных напряжений?

Ответы:

изменение температуры
ограниченность объема
комбинация обоих условий

Верный ответ: комбинация обоих условий

3. По своему физическому смыслу механическое напряжение является:

Ответы:

давлением
линейной деформацией
изменением объема

Верный ответ: давлением

4. Изотропное тело характеризуется тем, что:

Ответы:

физические свойства его неизменны во всех направлениях
физические свойства его в разных направлениях отличаются

Верный ответ: физические свойства его неизменны во всех направлениях

5. Собственная частота колебаний - это:

Ответы:

минимальная частота внешних приложенных колебаний, изменяющих состояние системы
число колебательных циклов, совершаемых динамической системой за секунду в процессе её свободных колебаний по одной из собственных форм

Верный ответ: число колебательных циклов, совершаемых динамической системой за секунду в процессе её свободных колебаний по одной из собственных форм

6. Примером вынужденных колебаний является:

Ответы:

колебания грузика на маятнике
раскачивание качелей
механические часы
все

Верный ответ: раскачивание качелей

7. Требуемое, предъявляемое к балкам:

Ответы:

жестко закреплена с двух сторон
ее длина сильно больше ширины и высоты

Верный ответ: ее длина сильно больше ширины и высоты

8. Как называются упругие консольные балки, применяемые в атомно-силовой микроскопии?

Ответы:

кантрелл
кантилевер
кантемир

Верный ответ: кантилевер

9. Оператор Штурма-Луивилля:

Ответы:

интегральный оператор первого порядка
дифференциальный оператор первого порядка
дифференциальный оператор второго порядка

Верный ответ: дифференциальный оператор второго порядка

10. Устройства МЭМС содержат:

Ответы:

микроэлектронные компоненты
микромеханические компоненты
микроэлектронные и микромеханические компоненты

Верный ответ: микроэлектронные и микромеханические компоненты

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

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

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Формулировка задачи Штурма-Лиувилля в двумерной постановке. Основные понятия, методика решения
2. Итерационные методы решения нелинейных уравнений применительно к моделированию работы МЭМС

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-ЗПК-3 Имеет навыки расчета теплофизических процессов в современных низкоразмерных устройствах, навыки компьютерного моделирования этих процессов

Вопросы, задания

1. Формулировка задачи Штурма-Лиувилля в двумерной постановке. Основные понятия, методика решения
2. Оператор Лапласа. Конечно-разностная задача Штурма-Лиувилля для двумерного оператора Лапласа
3. Собственные функции и собственные значения и их связь с сеточным преобразованием Фурье в двух измерениях
4. Сеточные ряды Фурье. Применение их для решения конечно-разностной задачи
5. Итерационные методы решения нелинейных уравнений применительно к моделированию работы МЭМС
6. Стационарное положение упругого элемента. «Вязкое» приближение для его вычисления
7. Волновое уравнение с бигармоническим оператором для описания волн изгиба в двумерном случае
8. Прогибы упругих элементов. Критерии малости прогиба
9. Гауссова кривизна поверхности и ее связь с напряжениями в упругом элементе в случае больших прогибов
10. Уравнения Феппля применительно к описанию сильно деформированных упругих элементов

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В чем заключается нетривиальность решения уравнения?
Ответы:
наличие комплексной части
отличность от нуля
Верный ответ: отличность от нуля
2. Оператор Лапласа по своему смыслу:
Ответы:
дифференциальный
интегральный
Верный ответ: дифференциальный
3. Собственные вектора по отношению друг к другу:
Ответы:
коллинеарны
перпендикулярны
Верный ответ: коллинеарны
4. Стационарное положение системы характеризуется:
Ответы:
минимумом потенциальной энергии
максимумом потенциальной энергии
выделением тепла
Верный ответ: минимумом потенциальной энергии
5. Из производных какого порядка состоит бигармоническое уравнение?

Ответы:

второго

четвертого

первого

Верный ответ: четвертого

6. По своему направлению волны изгиба являются:

Ответы:

поперечными

продольными

Верный ответ: поперечными

7. Основным технологическим процессом изготовления устройств МЭМС является:

Ответы:

фотолитография

электронная литография

оттиск

Верный ответ: фотолитография

8. Из скольких атомов углерода состоит элементарная ячейка графена?

Ответы:

из четырех

из восьми

из шести

Верный ответ: из шести

9. Носителями заряда в полупроводниках служат:

Ответы:

электроны и дырки

электронный газ

ионы

фотоны

Верный ответ: электроны и дырки

10. Как называется мера искривления поверхности в окрестности какой-либо её точки?

Ответы:

свертка тензора кривизны

метрический тензор

Гауссова кривизна

Верный ответ: Гауссова кривизна

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

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