

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

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Численные модели в интроскопии**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лунин В.П.
	Идентификатор	R98431939-LuninVP-7d841ea7

В.П. Лунин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a

В.А. Барат

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7dc

А.А.
Самокрутов

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. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения

ИД-9 Использует методы математического моделирования для расчета физических полей

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. Лабораторная работа № 3 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Тест #3 Осесимметричные, нелинейные и трехмерные задачи (Тестирование)

2. Тест № 1 Уравнения, характеризующие электромагнитные методы контроля (Тестирование)

3. Тест № 2 Метод конечных элементов в вариационной постановке (Тестирование)

Форма реализации: Защита задания

1. Лабораторная работа #1 (Лабораторная работа)

2. Лабораторная работа #2 (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	11	5	9	12
Уравнения электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной форме							
Постановка задач анализа физических явлений	+				+		
Уравнения электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной ф	+				+		
Статические и стационарные задачи электромагнитного поля			+	+		+	+
Реализация вариационного подхода в методе конечных элементов							

Вариационный принцип и основы метода конечных элементов	+			+		
Реализация вариационного подхода в методе конечных элементов		+	+		+	+
Осесимметричные и нелинейные задачи электромагнитного контроля						
Задачи электромагнитного контроля в осесимметричной постановке, нелинейные задачи		+	+		+	+
Метод конечных элементов в трехмерной постановке		+	+		+	+
Вес КМ:	10	10	10	25	25	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
ОПК-1	ИД-9 _{ОПК-1} Использует методы математического моделирования для расчета физических полей	Знать: основные законы распределения электромагнитного поля в пространстве Уметь: выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	Тест № 1 Уравнения, характеризующие электромагнитные методы контроля (Тестирование) Тест № 2 Метод конечных элементов в вариационной постановке (Тестирование) Тест #3 Осесимметричные, нелинейные и трехмерные задачи (Тестирование) Лабораторная работа #1 (Лабораторная работа) Лабораторная работа #2 (Лабораторная работа) Лабораторная работа № 3 (Лабораторная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест № 1 Уравнения, характеризующие электромагнитные методы контроля

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест № 1 выполняется студентами через Прометей: 30 минут на 20 вопросов

Краткое содержание задания:

В чем состоит физический смысл каждого из уравнений Максвелла

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные законы распределения электромагнитного поля в пространстве	1. В чем состоит физический смысл этого уравнения Максвелла? $\text{rot } \mathbf{E} = - d\mathbf{B}/dt$
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения задания: Допущена лишь одна ошибка при ответах на 20 вопросов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения задания: Допущены не более двух ошибок при ответах на 20 вопросов

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения задания: Допущены не более четырех ошибок при ответах на 20 вопросов

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения задания:

КМ-2. Тест № 2 Метод конечных элементов в вариационной постановке

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест № 2 выполняется студентами через Прометей: 30 минут на 20 вопросов

Краткое содержание задания:

Как выглядит формула расчета энергетического функционала для задачи, описываемой следующими дифференциальными уравнениями

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	1. Вывести уравнение Эйлера для задачи электростатики
--	---

Описание шкалы оценивания:*Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 95**Описание характеристики выполнения знания: Допущена лишь одна ошибка при ответах на 20 вопросов**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 90**Описание характеристики выполнения знания: Допущены не более двух ошибок при ответах на 20 вопросов**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 80**Описание характеристики выполнения знания: Допущены не более четырех ошибок при ответах на 20 вопросов**Оценка: 2**Описание характеристики выполнения знания:***КМ-3. Тест #3 Осесимметричные, нелинейные и трехмерные задачи****Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест #3 выполняется студентами через Прометей: 30 минут на 20 вопросов**Краткое содержание задания:**

В чем состоит основное достоинство аналитического решения задачи анализа поля для электромагнитных методов неразрушающего контроля

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	1. Рассчитайте значения основных векторов поля в произвольной точке области решения
--	---

Описание шкалы оценивания:*Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 95**Описание характеристики выполнения знания: Допущена лишь одна ошибка при ответах на 20 вопросов**Оценка: 4*

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Допущены не более двух ошибок при ответах на 20 вопросов

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Допущены не более четырех ошибок при ответах на 20 вопросов

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-4. Лабораторная работа #1

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется индивидуальная защита выполненной лабораторной работы. В рамках защиты оценивается правильность выполнения экспериментальной части лабораторной работы студентом, полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется полностью оформленный протокол лабораторной работы

Краткое содержание задания:

Защита лабораторной работы № 1 включает в себя представление обучающимся полностью оформленного отчета, ответы на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные законы распределения электромагнитного поля в пространстве	1. Как по распределению эквипотенциалей определить участки с максимальным значением напряженности поля
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов, задача решена верно, отчет по лабораторной работе оформлен аккуратно, выполнены все задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок, задача решена верно, отчет по лабораторной работе оформлен аккуратно, выполнены все задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки, задача решена верно, но не с первой попытки, отчет по лабораторной работе оформлен неаккуратно, выполнены все задания

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов, задача не решена, отчет по лабораторной работе оформлен неаккуратно, выполнены не все задания

КМ-5. Лабораторная работа #2

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется индивидуальная защита выполненной лабораторной работы. В рамках защиты оценивается правильность выполнения экспериментальной части лабораторной работы студентом, полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется полностью оформленный протокол лабораторной работы

Краткое содержание задания:

Защита лабораторной работы № 2 включает в себя представление обучающимся полностью оформленного отчета, ответы на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	1.Как по распределению эквипотенциалей определить заряд электрода
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов, задача решена верно, отчет по лабораторной работе оформлен аккуратно, выполнены все задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок, задача решена верно, отчет по лабораторной работе оформлен аккуратно, выполнены все задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки, задача решена верно, но не с первой попытки, отчет по лабораторной работе оформлен неаккуратно, выполнены все задания

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов, задача не решена, отчет по лабораторной работе оформлен неаккуратно, выполнены не все задания

КМ-6. Лабораторная работа № 3

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется индивидуальная защита выполненной лабораторной работы. В рамках защиты оценивается правильность выполнения экспериментальной части лабораторной работы студентом, полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется полностью оформленный протокол лабораторной работы

Краткое содержание задания:

Защита лабораторной работы № 3 включает в себя представление обучающимся полностью оформленного отчета, ответы на вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	1. Как определить положение рабочей точки ферромагнетика модели
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов, задача решена верно, отчет по лабораторной работе оформлен аккуратно, выполнены все задания

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок, задача решена верно, отчет по лабораторной работе оформлен аккуратно, выполнены все задания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки, задача решена верно, но не с первой попытки, отчет по лабораторной работе оформлен неаккуратно, выполнены все задания

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если правильно даны ответы менее чем на половину вопросов, задача не решена, отчет по лабораторной работе оформлен неаккуратно, выполнены не все задания

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Статические и стационарные задачи электромагнитного поля (электростатическое поле в диэлектриках, поле стационарных токов в электропроводящих изделиях), описываемые скалярным потенциалом
2. Магнитная структуроскопия: оценка свойств ферромагнитного материала. Выбор режима намагничивания, конструкции намагничивающего устройства и схемы измерения

Процедура проведения

Экзаменационный билет содержит один теоретический вопрос и практическую часть, состоящую в том, что студент должен предложить алгоритм решения реальной задачи с помощью конечно-элементной модели (уравнения, геометрия, свойства элементов, граничные условия). Время подготовки обучающегося к ответу - 60 минут. Опрос проводится преподавателем в устной форме

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-9_{ОПК-1} Использует методы математического моделирования для расчета физических полей

Вопросы, задания

- 1.1. Трехмерная задача вихретокового контроля, описываемая векторным потенциалом, применение вариационного подхода, расчет сигналов преобразователей по распределению векторного потенциала
2. Получение калибровочных зависимостей при измерении глубины трещин в электропроводящем изделии электропотенциальным методом контроля (схема контроля, конечно-элементная модель процедуры контроля, исследование влияния мешающих факторов)
 - 2.1. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах (соотношение векторов электрического и магнитного поля, свойства материалов: линейные, нелинейные, анизотропные, гистерезисные)
2. Численное моделирование задачи вихретоковой дефектоскопии проходными преобразователями цилиндрических изделий и труб. Дифференциальные вихретоковые преобразователи в задаче контроля труб парогенераторов АЭС
 - 3.1. Основы метода конечных элементов (дискретизация области на конечные элементы, вывод уравнения для конечного элемента в форме треугольника, объединение уравнений в общую систему)
2. Магнитная толщинометрия: измерение толщины ферромагнитных слоев на неферромагнитном основании (схема контроля, конструкция преобразователя, конечно-

элементная модель процедуры контроля, получение калибровочной характеристики, исследование влияния мешающих факторов)

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В чем состоит физический смысл этого уравнения Максвелла

$$\text{rot } \mathbf{E} = -d\mathbf{B}/dt$$

Ответы:

- 1- Закон электромагнитной индукции
- 2- Закон полного тока
- 3- Дифференциальная форма 1-го закона Кирхгофа
- 4- Закон Фарадея
- 5- Дифференциальная форма закона Ома

Верный ответ: 1

2. Какое свойство материальной среды может быть описано следующим соотношением векторов поля

$$\mathbf{B}(\mathbf{H}) = \mu_0 \mu \mathbf{H}$$

Ответы:

- 1- Линейность
- 2- Нелинейность
- 3- Гистерезис
- 4- Неоднородность
- 5- Анизотропия

Верный ответ: 1

3. Какую размерность имеет абсолютная магнитная проницаемость

Ответы:

- 1- Ф/м
- 2- Гн/м
- 3- См\м
- 4- К/м³
- 5- Т/м

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выставляется оценка 5 («отлично»), если правильно выполнено практическое задание и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных процессов и явлений или решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выставляется оценка 4 («хорошо»), если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Выставляется оценка 3 («удовлетворительно»), если в выполненном практическом задании допущены грубые

ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Выставляется оценка 2 («неудовлетворительно»), если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для оценки 3 («удовлетворительно»)

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих