

**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
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

В.П. Лунин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

В.А. Барат

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Желбаков И.Н. |
| | Идентификатор | R839a3a63-ZhelbakovIlgN-f73624c |

(подпись)

И.Н.

Желбаков

(расшифровка
подписи)

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 общеинженерные 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 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

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 | 1. Вывести уравнение Эйлера для задачи электростатики |
|---|---|

| | |
|--|--|
| процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований | |
|--|--|

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

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

$$\mathbf{B}(\mathbf{H}) = \mu_i \cdot \mu_0 \cdot \mathbf{H}$$

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

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