

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

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительно-измерительные системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Вихретоковый контроль**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чернов Д.В.
	Идентификатор	R3df1e8a2-ChernovDmV-6ce9038f

Д.В. Чернов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостов А.А.
	Идентификатор	Rd7c1e2e7-KhvostovAA-a55ec66d

А.А. Хвостов

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. ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности
ИД-1 Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем
ИД-3 Производит оценку влияния применяемых технических решений на общее функционирование системы
2. РПК-3 Способен анализировать состояние средств измерений в организации, внедрение в процессы производства необходимых средств измерений и стандартных образцов и методик измерений
ИД-3 Демонстрирует знание содержания закона «Об обеспечении единства измерений»

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Использование дефектоскопа для ВТК (Лабораторная работа)
2. Исследование проходных наружных ВТП (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Обработка вихретоковых сигналов (Тестирование)
2. Основы вихретокового метода (Тестирование)

БРС дисциплины

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основы вихретокового метода (Тестирование)
КМ-2 Исследование проходных наружных ВТП (Лабораторная работа)
КМ-3 Обработка вихретоковых сигналов (Тестирование)
КМ-4 Использование дефектоскопа для ВТК (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	6	10	12

Физические основы и особенности вихретокового вида НК				
Физические основы ВТК	+			
Вихретоковый контроль как вид НК	+			
Расчет ВТК преобразователей				
Основные уравнения электромагнитного поля при расчете преобразователей вихретокового вида НК		+		
Контроль различных изделий ВТК преобразователями				
Классификация вихретоковых преобразователей			+	
Сигналы вихретоковых преобразователей			+	
Особенности сигналов при импульсном возбуждении			+	
Современные тенденции развития систем вихретокового вида НК				
Современные приборы ВТК				+
Способы устранения мешающих факторов				+
Вес КМ:	20	30	20	30

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-1ПК-1 Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем	Знать: основные уравнения и закономерности электромагнитных полей, методы математического анализа и моделирования, как основы вихретокового НК	КМ-1 Основы вихретокового метода (Тестирование)
ПК-1	ИД-3ПК-1 Производит оценку влияния применяемых технических решений на общее функционирование системы	Уметь: проводить наладку и настройку вихретоковых преобразователей для решения задач дефектометрии, структуроскопии и контроля размеров объектов контроля	КМ-2 Исследование проходных наружных ВТП (Лабораторная работа)
РПК-3	ИД-3РПК-3 Демонстрирует знание содержания закона «Об обеспечении единства измерений»	Знать: методы моделирования электромагнитных процессов в проводящих средах Уметь: составлять отдельные виды тех. документации: тех.	КМ-3 Обработка вихретоковых сигналов (Тестирование) КМ-4 Использование дефектоскопа для ВТК (Лабораторная работа)

		условия, описания, инструкции по вихретоковому контролю и другие документы	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основы вихретокового метода

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проведение теста.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы теста

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные уравнения и закономерности электромагнитных полей, методы математического анализа и моделирования, как основы вихретокового НК	1. Возбуждение вихревых токов базируется на принципах: 1. Теории волноводов 2. Электромагнитной индукции 3. Магнитострикционных сил 4. Всех указанных выше Ответ: 2 2. Вторичное поле генерируется контролируемым объектом и: 1. Равно по величине и противоположно по направлению первичному полю 2. Противоположно по первичному полю, но намного слабее его 3. Возникает в плоскости обмотки 4. Находится в фазе с первичным полем Ответ: 2 3. Если в первичную обмотку помещается неферромагнитное тело, то напряжение на обмотке: 1. Увеличивается 2. Остается неизменным 3. Уменьшается 4. Смещается по фазе на 90° Ответ: 3 4. Если E_T создавалось контролируемым объектом из нержавеющей стали, что произойдет, если заменить его на медный? 1. E_T уменьшится и будет расположено под другим углом 2. E_T увеличится и будет под другим углом 3. Изменений не будет, поскольку оба материала не являются ферромагнетиками

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	4.Ничего из указанного выше не произойдет Ответ: 1 5.Открытие электромагнитной индукции принадлежит: 1.Араго 2.Эрстеду 3.Максвеллу 4.Фарадею Ответ: 4 6.Глубиной проникновения называется уровень в контролируемом объекте, на которой относительная плотность тока уменьшится до: 1.25% 2.37% 3.50% 4.100% Ответ: 2 7.Если в объекте толщиной 3 мм глубина проникновения соответствует глубине 1 мм, то какова относительная плотность тока на внутренней поверхности? 1.3 2.Менее 0,1 3.$\frac{1}{3}$ 4.Нельзя определить Ответ: 2 8.В объекте толщиной 3 мм глубина проникновения соответствует глубине 1 мм каков будет сдвиг фаз между вихревыми токами на наружной и внутренней поверхностях объекта? 1.Токи на внутренней поверхности “опережают” токи на наружной на 57 2.Токи на внутренней поверхности “опережают” токи на наружной на 171 3.Токи на внутренней поверхности “отстают” токи на наружной на 171 4.Токи на внутренней поверхности “отстают” токи на наружной на 57 Ответ: 3 9.Вычислить глубину проникновения для меди на частоте 10 кГц; $\sigma=5,7 \times 10^{-7}$ См/м: 1.0,1 мм 2.0,02 мм 3. 0,66 мм

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	4. 66 мм Ответ: 3 10. Дифференциальное включение ВТП обычно используется во: 1. Внутренних ВТП 2. Накладных ВТП 3. Проходных ВТП 4. Во всех названных ВТП Ответ: 4

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. Исследование проходных наружных ВТП

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Допуск, выполнение и защита работы.

Краткое содержание задания:

Исследовать работу ВТП при различных параметрах ОК

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить наладку и настройку вихретоковых преобразователей для решения задач дефектометрии, структуроскопии и контроля размеров объектов контроля	1. Проведите измерение проводимости для материалов: медь, алюминий, латунь, бронза, свинец, нержавеющая сталь 2. Проанализируйте результаты измерения проводимости для материалов: медь, алюминий, латунь, бронза, свинец,

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	нержавеющая сталь 3.Рассчитайте погрешность рассчитанных значений проводимости 4.Постройте график зависимости погрешности измерений проводимости 5.Исследуйте зависимость показаний прибора от зазора для материалов: медь, алюминий, латунь, бронза, свинец, нержавеющая сталь 6.Постройте график зависимости проводимости от толщины изоляционного слоя 7.Проанализируйте влияние краевого эффекта для материалов: медь, алюминий, латунь, бронза, свинец, нержавеющая сталь 8.Поясните влияние кривизны поверхности образцов на результаты измерений 9.Обоснуйте влияние толщины образцов на результат контроля 10.Проанализируйте зависимость измерений проводимости от толщины образцов

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. Обработка вихретоковых сигналов

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проведение тестирования.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы теста

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы моделирования электромагнитных процессов в проводящих средах	1.ВТП “с прохождением через” - это: 1.ВТП с первичной и вторичной обмотками, соединенными так, что сигнал подается через первичную обмотку на вторичную 2.Проходной ВТП 3.Внутренний ВТП Ответ: 2, 3 2.Какое утверждение будет ложным при проверке трубообразных изделий с помощью проходного ВТП? 1.Могут обнаружиться дефекты по внешнему диаметру 2.Могут отмечаться места аксиальных дефектов 3.Могут отмечаться места дефектов в пределах окружности 4.Могут обнаруживаться дефекты по внутреннему диаметру Ответ: 3 3.Измерения с помощью абсолютных ВТП осуществляются: 1.Путем сравнения одного места контролируемого объекта с другим 2.Без эталонных изменений 3.Только с помощью накладных ВТП 4.Путем сравнительных измерений с использованием эталона Ответ: 2 4.Когда катушки в дифференциальной системе одновременно испытывают воздействие со стороны переменных одного и того же контролируемого объекта, выходной сигнал: 1.Прямо пропорционален числу переменных 2.Равен нулю или близок к нулю 3.Обратно пропорционален числу переменных 4.В основном зависит от тока возбуждения Ответ: 2 5.В каком типе ВТП ослаблено влияние температуры? 1.Во внутреннем ВТП 2.В абсолютном ВТП 3.В проходном ВТП 4.В дифференциальном ВТП Ответ: 4

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	6.Комбинированный ВТП состоит из двух или более обмоток. Эти обмотки: 1.Должны быть ориентированы компланарно по отношению к оси возбуждения 2.Могут различаться размерами 3.Должны иметь близкие по значению импедансы 4.Очень чувствительны к температуре Ответ: 2 7.Выбор конструкции ВТП определяется: 1.Формой контролируемого объекта 2.Необходимой разрешающей способностью 3.Стабильностью 4.Всеми указанными факторами Ответ: 4 8.Соппротивление обмотки определяется: 1.Материалом, из которого изготовлен провод 2.Длиной провода 3.Поперечным сечением провода 4.Всеми указанными факторами Ответ: 4 9.Индуктивность аналогична: 1.Силе 2.Объему 3.Инерции 4.Скорости Ответ: 3 10.Единицей индуктивности является: 1.Генри 2.Ампер 3.Ом 4.Герц Ответ: 1

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. Использование дефектоскопа для ВТК

Формы реализации: Допуск к лабораторной работе

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Допуск, выполнение и защита работы.

Краткое содержание задания:

Исследовать работу ВТП при различных параметрах ОК

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: составлять отдельные виды тех. документации: тех. условия, описания, инструкции по вихретоковому контролю и другие документы	1.Рассчитайте рабочую частоту прибора для образцов из меди, алюминия и нержавеющей стали 2.Проанализируйте разность полученных результатов рабочей частоты для образцов из меди, алюминия и нержавеющей стали 3.Обоснуйте влияние разных диаметров дефектов 4.Поясните как влияет глубина дефекта на амплитуду сигнала 5.Исследуйте влияние зазора на измерения 6.Поясните как влияет проводимость материала на результат измерений при исследовании образцов с разными дефектами 7.Обоснуйте выбранное значение глубины проникновения для измерений 8.Поясните отличие полученных годографов для образцов из алюминия с дефектом в виде трещины разной глубины 9.Поясните отличие полученных годографов для образцов из алюминия и нержавеющей стали с дефектом в виде трещины одной глубины 10.Проанализируйте годограф для рельефного образца из алюминия прямоугольной формы

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

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Импульсный метод контроля для накладных ВТП. Структурная схема прибора
2. Распределение $H_z^z z_z(r)$ для внутреннего ВТП с ОК в виде трубы при импульсном и гармоническом возбуждении
3. ВТТ метод контроля отслоений

Процедура проведения

При получении билета студент по нему готовится и отвечает на вопросы билета преподавателю

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем

Вопросы, задания

1. Уравнение для вихретокового потенциала электромагнитного поля соленоида внутри металлической полости
2. Граничные условия
3. ВТТ метод. Принцип и особенности применения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Индуктивность многослойной обмотки с воздушным сердечником с размерами $h=0,2$; $r=0,5$; $b=0,1$; $\omega=20$

Ответы:

1. 1,38 Гн
2. 13,8 мкГн
3. 13,8 Ом
4. 1,38 Ом

Верный ответ: 2

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК-1} Производит оценку влияния применяемых технических решений на общее функционирование системы

Вопросы, задания

1. Способ проекции для подавления влияния мешающих факторов при вихретоковом контроле. Структурная схема прибора
2. Предложите метод, тип ВТП и структурную схему прибора для измерения удельной электрической проводимости листов толщиной от 2 до 10 мм из алюминиевых сплавов и укажите источники погрешности при импульсном и гармоническом возбуждении
3. Основные уравнения и граничные условия, описывающие электромагнитное поле в электропроводящей среде для внутреннего ВТП с неоднородным полем

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Импеданс обмотки с индуктивностью 100 мкГн и активным сопротивлением 20 Ом при частоте 100 кГц равен:

Ответы:

- 1.62,8 Ом
- 2.434,8 Ом
- 3.628 Ом
- 4.65,9 Ом

Верный ответ: 4

3. Компетенция/Индикатор: ИД-З_{РПК-3} Демонстрирует знание содержания закона «Об обеспечении единства измерений»

Вопросы, задания

- 1.Предложите метод и датчик для измерения диаметра медной проволоки в диапазоне 0,1..0,5 мм в процессе перемотки со скоростью до 10 м/с. Укажите источники погрешности и приведите вид градуировочной кривой
- 2.Распределение плотности вихревых токов в металлическом цилиндре для однородного поля
- 3.Зависимость вносимого напряжения измерительной обмотки накладного ВТП от параметров электропроводящего неферромагнитного полупроводникового полупространства при импульсном и гармоническом возбуждении
- 4.Структурные схемы приборов, реализующих импульсное возбуждение

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Введение магнитного экранирования

Ответы:

- 1.Улучшает разрушающую способность
- 2.Уменьшает распространение поля
- 3.Увеличивает импеданс
- 4.Вызывает все три указанные эффекты

Верный ответ: 1, 2

2.При выборе ВТП важнее всего учесть

Ответы:

- 1.Чувствительность
- 2.Разрешающую способность
- 3.Стабильность
- 4.Требования к контролю и совместимости

Верный ответ: 4

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.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Экзаменационная составляющая оценки за освоение дисциплины определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ".