

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

Рабочая программа дисциплины
ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07.02.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	5 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	5 семестр - 16 часов;
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	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-7b5e7df

А.А.
Самокрутов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных характеристик и особенностей вихретокового вида неразрушающего контроля.

Задачи дисциплины

- изучение физических основ вихретокового вида неразрушающего контроля (НК);
- изучение особенностей, видов и свойств вихретоковых преобразователей;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при вихретоковой структуроскопии, дефектометрии и толщинометрии элементов энергетического оборудования.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	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.
ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	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.
РПК-3 Способен анализировать состояние средств измерений в организации, внедрение в процессы производства необходимых средств измерений и стандартных образцов и методик измерений	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. условия, описания, инструкции по вихретоковому контролю и другие документы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительно-измерительные системы (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Физические основы и особенности вихретокового вида НК	18.4	5	8	-	-	-	0.4	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Физические основы и особенности вихретокового вида НК" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Физические основы и особенности вихретокового вида НК"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Физические основы и особенности вихретокового вида НК"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], п.1-4</p>
1.1	Физические основы ВТК	9.2		4	-	-	-	0.2	-	-	-	5	-	
1.2	Вихретоковый контроль как вид НК	9.2		4	-	-	-	0.2	-	-	-	5	-	
2	Расчет ВТК преобразователей	22.2		8	4	-	-	0.2	-	-	-	10	-	
2.1	Основные уравнения электромагнитного поля при расчете преобразователей вихретокового вида НК	22.2		8	4	-	-	0.2	-	-	-	10	-	

													<p>занятиях</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет ВТК преобразователей" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет ВТК преобразователей"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.2-4</p>
3	Контроль различных изделий ВТК преобразователями	32.7	8	4	-	-	0.7	-	-	-	20	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Контроль различных изделий ВТК преобразователями"</p>
3.1	Классификация вихретоковых преобразователей	7.2	2	-	-	-	0.2	-	-	-	5	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Контроль различных изделий ВТК преобразователями" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
3.2	Сигналы вихретоковых преобразователей	9.2	2	2	-	-	0.2	-	-	-	5	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Контроль различных изделий ВТК преобразователями" материалу. Дополнительно студенту необходимо</p>
3.3	Особенности сигналов при импульсном возбуждении	16.3	4	2	-	-	0.3	-	-	-	10	-	

													изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Контроль различных изделий ВТК преобразователями" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.5-8
4	Современные тенденции развития систем вихретокового вида НК	36.7	8	8	-	-	0.7	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Современные тенденции развития систем вихретокового вида НК"
4.1	Современные приборы ВТК	18.4	4	4	-	-	0.4	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
4.2	Способы устранения мешающих факторов	18.3	4	4	-	-	0.3	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Современные тенденции развития систем вихретокового вида НК" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Современные тенденции развития систем вихретокового вида НК" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.7-9
	Экзамен	34.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	16	-	-	2.0	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	16	-	-	2.0	-	-	0.5	93.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Физические основы и особенности вихретокового вида НК

1.1. Физические основы ВТК

Вихретоковый контроль (ВТК) как один из видов НК.. Физические основы ВТК, схема замещения трансформаторного и параметрического преобразователей, понятия вносимых напряжений и сопротивлений.

1.2. Вихретоковый контроль как вид НК

Особенности ВТК, определяющие его использование как основного средства НК и как дополняющего в системе комплексного НК.

2. Расчет ВТК преобразователей

2.1. Основные уравнения электромагнитного поля при расчете преобразователей вихретокового вида НК

Уравнения Максвелла, их упрощения для малоподвижных проводящих сред. Уравнения для напряженности магнитного поля и векторного потенциала, граничные и начальные условия. Гармоническое и импульсное возбуждение.

3. Контроль различных изделий ВТК преобразователями

3.1. Классификация вихретоковых преобразователей

Годографы вносимого напряжения при контроле цилиндрических (проволока, прутки, трубы, полости, многослойные изделия) и плоских (массивные объекты, листы) изделий при гармоническом возбуждении.

3.2. Сигналы вихретоковых преобразователей

Сигналы при контроле структурного состояния, размеров наличия дефектов. Сигналы при контроле изделий различной формы.

3.3. Особенности сигналов при импульсном возбуждении

Сигналы вихретоковых преобразователей при динамическом режиме контроля для проходных преобразователей. Сигналы вихретоковых преобразователей при динамическом режиме контроля для накладных преобразователей.

4. Современные тенденции развития систем вихретокового вида НК

4.1. Современные приборы ВТК

Структурные схемы современных приборов. Схемы современных приборов при различных способах выделения информации. Современные способы выделения информации из сигнала вихретокового преобразователя.

4.2. Способы устранения мешающих факторов

Стабилизация вихретокового преобразователя. Подмагничивание. Стабилизация зазора.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Использование дефектоскопа для ВТК;
2. Измерение толщины проводящих листов;
3. Измерение толщины изоляционных покрытий на проводящем основании;
4. Исследование проходных наружных ВТП.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физические основы и особенности вихретокового вида НК"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет ВТК преобразователей"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Контроль различных изделий ВТК преобразователями"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Современные тенденции развития систем вихретокового вида НК"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физические основы и особенности вихретокового вида НК"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет ВТК преобразователей"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Контроль различных изделий ВТК преобразователями"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Современные тенденции развития систем вихретокового вида НК"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
основные уравнения и закономерности электромагнитных полей, методы математического анализа и моделирования, как основы вихретокового НК	ИД-1ПК-1	+				Тестирование/Основы вихретокового метода
методы моделирования электромагнитных процессов в проводящих средах	ИД-3РПК-3			+		Тестирование/Обработка вихретоковых сигналов
Уметь:						
проводить наладку и настройку вихретоковых преобразователей для решения задач дефектометрии, структуроскопии и контроля размеров объектов контроля	ИД-3ПК-1		+			Лабораторная работа/Исследование проходных наружных ВТП
составлять отдельные виды тех. документации: тех. условия, описания, инструкции по вихретоковому контролю и другие документы	ИД-3РПК-3				+	Лабораторная работа/Использование дефектоскопа для ВТК

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

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

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Герасимов, В. Г. Методы и приборы электромагнитного контроля / В. Г. Герасимов, В. В. Клюев, В. Е. Шатерников ; ред. В. Е. Шатерников . – М. : Спектр, 2010 . – 256 с. - ISBN 978-5-904270-12-4 .;
2. Герасимов, В. Г. Вопросы общей теории и применения метода вихревых токов для контроля многослойных проводящих изделий : Диссертация доктора технических наук / В. Г. Герасимов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1970 . – 441 с. : Прил.: Автореферат .;
3. Герасимов В.Г.- "Электротехнический справочник. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы", Издательство: "МЭИ", Москва, 2007 - (440 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000823.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	С-201, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-501, Лаборатория осветительных приборов и прототипирования каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стол, стул, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-519, Лаборатория спектральных и колориметрических измерений каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стул, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-501, Лаборатория осветительных приборов и прототипирования каф. "Светотехники"	стол преподавателя, стол, стул, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-402, Кабинет сотрудников "ВМСС"	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Вихретоковый контроль

(название 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.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	6	10	12
1	Физические основы и особенности вихретокового вида НК					
1.1	Физические основы ВТК		+			
1.2	Вихретоковый контроль как вид НК		+			
2	Расчет ВТК преобразователей					
2.1	Основные уравнения электромагнитного поля при расчете преобразователей вихретокового вида НК			+		
3	Контроль различных изделий ВТК преобразователями					
3.1	Классификация вихретоковых преобразователей				+	
3.2	Сигналы вихретоковых преобразователей				+	
3.3	Особенности сигналов при импульсном возбуждении				+	
4	Современные тенденции развития систем вихретокового вида НК					
4.1	Современные приборы ВТК					+
4.2	Способы устранения мешающих факторов					+
Вес КМ, %:			20	30	20	30