

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
АКУСТИКА В ИНТРОСКОПИИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07.06.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	8 семестр - 12 часов;
Практические занятия	8 семестр - 12 часов;
Лабораторные работы	8 семестр - 12 часов;
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 69,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мелешко Н.В.
	Идентификатор	R78017593-MeleshkoNV-62df8907

Н.В. Мелешко

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: Углубленное изучение методов акустической интроскопии, получение навыков работы с современными приборами акустического контроля, освоение методик акустической дефектоскопии материалов и изделий.

Задачи дисциплины

- освоение теории акустических волн и условий их распространения применительно к задачам неразрушающего контроля материалов и изделий;
- ознакомление с методами возбуждения и приема акустических сигналов и конструкциями электроакустических преобразователей;
- ознакомление с методами обнаружения и определения характеристик дефектов материалов и изделий при акустическом контроле;
- детальное изучение методов и аппаратуры акустического контроля;
- получение практических навыков работы с аппаратурой акустического контроля;
- практическое освоение методик акустической дефектоскопии материалов и изделий.

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-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем	знать: - основные законы физической акустики. уметь: - уметь рассчитывать акустическое поле преобразователя.
РПК-3 Способен анализировать состояние средств измерений в организации, внедрение в процессы производства необходимых средств измерений и стандартных образцов и методик измерений	ИД-2 _{РПК-3} Проводит калибровочные процедуры измерительных систем	знать: - основные характеристики акустических преобразователей. уметь: - уметь составлять технологические карты контроля.

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн	16.50	8	2.0	2.0	2.0	-	0.50	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы</p>
1.1	Упругие колебания и волны	3.5		0.5	0.5	0.5	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Основные методы акустического неразрушающего контроля	5.75		0.5	0.5	0.5	-	0.25	-	-	-	4	-	
1.3	Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн	7.25		1	1	1	-	0.25	-	-	-	4	-	

														акустических волн" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 50-70 [5], 3-17, 19-34
2	Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка	37.00	6	6	6	-	1.00	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка" материалу.	
2.1	Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи	7.25	1	1	1	-	0.25	-	-	-	4	-		
2.2	Акустическое поле преобразователя	9.25	1	1	1	-	0.25	-	-	-	6	-		
2.3	Аппаратура	10	2	2	2	-	-	-	-	-	4	-		
2.4	Понятие акустического тракта	10.5	2	2	2	-	0.5	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 118-198	

														[2], 97-112 [4], 20-25 [5], 45-81
3	Технология ультразвукового контроля материалов и изделий	20.50	4	4	4	-	0.50	-	-	-	8	-	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Технология ультразвукового контроля материалов и изделий"
3.1	Методы прохождения и комбинированные методы	5	1	1	1	-	-	-	-	-	2	-	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Технология ультразвукового контроля материалов и изделий" материалу.
3.2	Технология ультразвукового контроля	5.25	1	1	1	-	0.25	-	-	-	2	-	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
3.3	Акустико-эмиссионный метод	10.25	2	2	2	-	0.25	-	-	-	4	-	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Технология ультразвукового контроля материалов и изделий и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Технология ультразвукового контроля материалов и изделий" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Технология ультразвукового контроля материалов и изделий" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
	Экзамен	34.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	33.5	[2], 67-89 [6], 3-56
	Всего за семестр	108.00	12.0	12.0	12.0	-	2.00	-	-	0.5	36	-	33.5	

	Итого за семестр	108.00		12.0	12.0	12.0	2.00	-	0.5	69.5	
--	------------------	--------	--	------	------	------	------	---	-----	------	--

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн

1.1. Упругие колебания и волны

Закон Гука, характеристики волнового процесса. Продольная и поперечная волны, поверхностная волна Рэлея, головная волна, волны на поверхности раздела двух сред, волны в слоях и пластинах, волны в стержнях.

1.2. Основные методы акустического неразрушающего контроля

Методы отражения. Методы прохождения. Комбинированные.

1.3. Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн

Акустические свойства сред. Закон синусов. Понятие о дифракции и рефракции акустических волн.

2. Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка

2.1. Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи

Излучение и прием акустических волн.

2.2. Акустическое поле преобразователя

Расчет поля.

2.3. Аппаратура

Импульсный ультразвуковой дефектоскоп, технические характеристики дефектоскопа. Ультразвуковой толщиномер. Преобразователи для контроля эхо-методом.

2.4. Понятие акустического тракта

Понятие акустического тракта, расчет методом Кирхгофа, расчет в энергетическом приближении, АД-диаграмма. Общий подход к оценке максимальной амплитуды отражения от моделей дефектов. Амплитуда отражения при изменении взаимного положения преобразователя и отражателя.

3. Технология ультразвукового контроля материалов и изделий

3.1. Методы прохождения и комбинированные методы

Расчет акустического тракта, помехи, порог чувствительности, аппаратура.

3.2. Технология ультразвукового контроля

Дефектоскопия металлических и неметаллических объектов, общие положения методики контроля, выбор схемы контроля, настройка аппаратуры, поиск дефектов, определение положения и размеров дефекта, контроль поковок и литья, контроль проката, контроль сварных соединений. Контроль упругих свойств материалов. Акустическая тензометрия. Контроль прочности, контроль твердости, контроль коррозии.

3.3. Акустико-эмиссионный метод

Физические основы метода, форма импульсов АЭ, основные параметры АЭ, акустическая эмиссия при деформации материалов, эмиссия при многократном нагружении.

Преобразователи, оборудование, имитаторы сигнала АЭ. Испытания и эксплуатация конструкций, испытания материалов.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет коэффициента затухания продольных и поперечных волн. Расчет коэффициентов отражения и преломления. Расчет углов падения, преломления и трансформации по закону Снеллиуса;
2. Расчет амплитуд эхо-сигналов методом Кирхгофа;
3. Расчет ближней зоны и характеристики направленности (диаграммы направленности) преобразователей различной формы;
4. Расчет акустического поля дискообразных, кольцеобразных, прямоугольных преобразователей;
5. Расчет акустического поля преобразователей с плоскопараллельной и клиновидной призмой;
6. Расчет акустического поля фокусирующего преобразователя;
7. Расчет акустического поля фазированной решетки;
8. Определение погрешностей измерения при толщинометрии;
9. Построение диаграммы направленности;
10. Построение размерной АД-диаграммы для эхо-импульсного метода;
11. Решение задач по пересчету отражателей одного типа в отражатели другого типа;
12. Расчет оптимальных рабочих частот. Определение максимальной и минимальной глубины прозвучивания;
13. Расчет лучевой и фронтальной разрешающих способностей. Определение ложных сигналов;
14. Построение размерной АД-диаграммы для амплитудно-теневого метода;
15. Расчет основных параметров при контроле труб;
16. Расчет размеров отражателей при настройке чувствительности при контроле сварных соединений;
17. Измерение параметров дефектов. Измерение эквивалентной площади и условных размеров. Определение формы дефектов;
18. Расчет координат акустической эмиссии;
19. Методика расчета амплитуды отражения при изменении взаимного положения преобразователя и отражателя;
20. Определения скоростей распространения и мод волн Лэмба.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение принципов работы дефектоскопов с фазированными решетками. Обнаружение дефектов в образцах сварных соединений;
2. Разработка технологической карты ультразвукового контроля. Контроль сварного соединения;
3. Исследование эхо-импульсного метода ультразвуковой дефектоскопии.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка"

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология ультразвукового контроля материалов и изделий"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технология ультразвукового контроля материалов и изделий"

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	
Знать:					
основные законы физической акустики	ИД-1ПК-1	+			Тестирование/Основные методы акустического неразрушающего контроля
основные характеристики акустических преобразователей	ИД-2РПК-3		+		Тестирование/Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн. Излучение и прием акустических сигналов
Уметь:					
уметь рассчитывать акустическое поле преобразователя	ИД-1ПК-1		+		Контрольная работа/Отражение и прохождение ультразвуковых волн
уметь составлять технологические карты контроля	ИД-2РПК-3			+	Контрольная работа/Расчет акустического поля преобразователей

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн. Излучение и прием акустических сигналов (Тестирование)
2. Основные методы акустического неразрушающего контроля (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Отражение и прохождение ультразвуковых волн (Контрольная работа)
2. Расчет акустического поля преобразователей (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

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

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Методы акустического контроля металлов / Н. П. Алешин, и др. – М. : Машиностроение, 1989 . – 456 с. - ISBN 5-217-00492-4 .;
2. Неразрушающий контроль. В 5 кн. кн.2. Акустические методы контроля / И. Н. Ермолов, и др., В. В. Сухоруков . – М. : Высшая школа, 1991 . – 283 с. - ISBN 5-06-002038-X .;
3. Иванов, В. И. Акустическая эмиссия : учебное пособие для специалистов по неразрушающему контролю и технической диагностике / В. И. Иванов, Г. А. Бигус, И. Э. Власов ; ред. В. В. Клюев ; Рос. общество по неразруш. контролю и технич. диагностике (РОНКТД) . – М. : Спектр, 2011 . – 192 с. – (Диагностика безопасности) . - ISBN 978-5-904270-60-5 .;
4. Бадалян В. Г.,Базулин Е. Г.,Вопилкин А. Х.,Кононов Д. А.- "Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением голографических методов", Издательство: "Машиностроение", Москва, 2008 - (368 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=784;
5. Алешин Н. П., Р. А., Д. А.- "Особенности возбуждения и распространения ультразвуковых волн", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2017 - (88 с.)
<https://e.lanbook.com/book/103287;>
6. Мелешко, Н. В. Исследование ультразвукового метода неразрушающего контроля : лабораторный практикум по курсу "Акустика в интроскопии" по направлению "Приборостроение" / Н. В. Мелешко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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

Акустика в интроскопии

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные методы акустического неразрушающего контроля (Тестирование)
- КМ-2 Отражение и прохождение ультразвуковых волн (Контрольная работа)
- КМ-3 Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн. Излучение и прием акустических сигналов (Тестирование)
- КМ-4 Расчет акустического поля преобразователей (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн					
1.1	Упругие колебания и волны		+			
1.2	Основные методы акустического неразрушающего контроля		+			
1.3	Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн		+			
2	Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка					
2.1	Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи			+		
2.2	Акустическое поле преобразователя			+		
2.3	Аппаратура				+	
2.4	Понятие акустического тракта				+	
3	Технология ультразвукового контроля материалов и изделий					
3.1	Методы прохождения и комбинированные методы					+
3.2	Технология ультразвукового контроля					+
3.3	Акустико-эмиссионный метод					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25