

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

---

Направление подготовки/специальность: 12.04.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 109,5 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Тестирование</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

**Преподаватель**

(должность)

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

(подпись)


**Н.В. Мелешко**

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель  
образовательной программы**

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

**В.П. Лунин**

(расшифровка  
подписи)

**Заведующий выпускающей  
кафедры**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIGN-f73624c

(подпись)

**И.Н. Желбаков**

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение теории ультразвукового контроля, получение навыков работы с современными приборами, освоение методик 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 проводить научные исследования, направленные на развитие методов неразрушающего контроля	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Формулирует цели и выбирает методы решения задач в области приборостроения на основе подбора и изучения различных источников информации	знать: - основные законы физической акустики, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; - основные методики ультразвукового контроля.  уметь: - выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат; - анализировать информацию о современных тенденциях развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Приборы и методы контроля качества и диагностики (далее – ОПОП), направления подготовки 12.04.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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	Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн	20	1	-	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 52-113</p>
1.1	Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн	20		-	-	4	-	-	-	-	-	16	-	
2	Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн	28		-	-	8	-	-	-	-	-	20	-	
2.1	Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн	28		-	-	8	-	-	-	-	-	20	-	
3	Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи. Акустическое поле преобразователя	30		-	-	10	-	-	-	-	-	20	-	
3.1	Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи.	30		-	-	10	-	-	-	-	-	20	-	

	Акустическое поле преобразователя												
4	Технология ультразвукового контроля	30	-	-	10	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Технология ультразвукового контроля" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 34-118
4.1	Технология ультразвукового контроля	30	-	-	10	-	-	-	-	-	20	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	-	-	32	-	2	-	-	0.5	76	33.5	
	Итого за семестр	144.0	-	-	32	2	-	-	0.5	109.5			

**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. Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн

1.1. Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн

Упругие колебания и волны. Основные методы акустического неразрушающего контроля: эхо-импульсный, амплитудно-теневой метод, временно-теневой метод, реверберационный метод, зеркально-теневой метод, эхо-теневой метод, импедансный метод, методы колебаний, акустическая эмиссия, шумодиагностические методы. 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..

#### 2. Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн

2.1. Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн

Акустические свойства сред: импеданс и волновое сопротивление, коэффициент затухания. Закон синусов, понятие нормального импеданса, коэффициенты прохождения и отражения, критические углы. Прохождение плоской волны границы сред, разделенных слоем: схема замещения плоскопараллельного слоя, просветляющий слой. Понятие о дифракции и рефракции акустических волн: дифракция волн, дифракция на плоском диске, дифракция на цилиндре, сфере, эллипсоиде, рефракция волн..

#### 3. Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи. Акустическое поле преобразователя

3.1. Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи.

Акустическое поле преобразователя

Пьезоэлектрический преобразователь и его основные характеристики. Бесконтактные преобразователи. Лазерный способ возбуждения УЗ волн. Расчет поля дискообразного преобразователя на оси, понятие ближней и дальней зоны. Методы расчета характеристики направленности преобразователя, характеристики направленности для преобразователей различной формы. Методика расчета акустического поля фазированной решетки. Секторное сканирование и фокусировка поля решетки с временным и фазовым управлением..

#### 4. Технология ультразвукового контроля

4.1. 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. Темы практических занятий**

1. Определения скоростей распространения и мод волн Лэмба;
2. Расчет коэффициента затухания продольных и поперечных волн. Расчет коэффициентов отражения и преломления. Расчет углов падения, преломления и трансформации по закону Снеллиуса;
3. Расчет амплитуд эхо-сигналов методом Кирхгофа;
4. Расчет ближней зоны и характеристики направленности (диаграммы)

- направленности) преобразователей различной формы;
5. Расчет акустического поля дискообразных, кольцеобразных, прямоугольных преобразователей;
  6. Расчет акустического поля преобразователей с плоскопараллельной и клиновидной призмой;
  7. Расчет акустического поля фокусирующего преобразователя;
  8. Расчет акустического поля фазированной решетки;
  9. Определение погрешностей измерения при толщинометрии;
  10. Построение диаграммы направленности;
  11. Решение задач по пересчету отражателей одного типа в отражатели другого типа;
  12. Построение размерной АРД-диаграммы для эхо-импульсного метода;
  13. Расчет оптимальных рабочих частот. Определение максимальной и минимальной глубины прозвучивания;
  14. Расчет лучевой и фронтальной разрешающих способностей. Определение ложных сигналов;
  15. Расчет размеров отражателей при настройке чувствительности при контроле сварных соединений;
  16. Измерение параметров дефектов. Измерение эквивалентной площади и условных размеров. Определение формы дефектов.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **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	
<b>Знать:</b>						
основные методики ультразвукового контроля	ИД-1ПК-1	+				Тестирование/Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн
основные законы физической акустики, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИД-1ПК-1		+			Тестирование/Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн
<b>Уметь:</b>						
анализировать информацию о современных тенденциях развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности	ИД-1ПК-1			+		Тестирование/Излучение и прием акустических сигналов
выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	ИД-1ПК-1				+	Тестирование/Технология ультразвукового контроля



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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

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

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### *Экзамен (Семестр №1)*

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

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. 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 .;
2. Методы акустического контроля металлов / Н. П. Алешин, и др. – М. : Машиностроение, 1989 . – 456 с. - ISBN 5-217-00492-4 .;
3. Бадалян В. Г., Базулин Е. Г., Вopilкин А. X., 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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=784).

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office;
2. Windows.

### **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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-500/3, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-310, Учебная лаборатория	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-312/1, Учебная лаборатория Электромагнитных методов контроля	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, лабораторный стенд, оборудование для экспериментов, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Ультразвуковой контроль**

(название дисциплины)

**1 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн (Тестирование)  
 КМ-2 Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн (Тестирование)  
 КМ-3 Излучение и прием акустических сигналов (Тестирование)  
 КМ-4 Технология ультразвукового контроля (Тестирование)

**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	Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн		+			
2	Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн					
2.1	Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн			+		
3	Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи. Акустическое поле преобразователя					
3.1	Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи. Акустическое поле преобразователя				+	
4	Технология ультразвукового контроля					
4.1	Технология ультразвукового контроля					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25