

**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  
Акустика в интроскопии**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Н.В.

Мелешко

(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. ПК-1 Способен применять методы неразрушающего контроля для определения технического состояния различных промышленных объектов

ИД-1 Демонстрирует понимание физических основ методов неразрушающего контроля

ИД-2 Выбирает эффективные технологии и средства неразрушающего контроля для применения в конкретных условиях

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Изучение основных параметров ультразвукового контроля. Изучение основных характеристик акустических волн (Лабораторная работа)

2. Изучение принципов работы ультразвуковых дефектоскопов с фазированными решетками. Обнаружение дефектов в образцах сварных соединений с применением системы контроля Narfang (Лабораторная работа)

3. Разработка технологической карты для проведения ультразвукового контроля. Контроль сварных соединений (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Акустико – эмиссионный метод (Тестирование)

2. Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн. Излучение и прием акустических сигналов (Тестирование)

3. Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка. Методы прохождения и комбинированные (Тестирование)

4. Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Отражение и прохождение ультразвуковых волн (Контрольная работа)

2. Расчет акустического поля преобразователей (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн					

Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн	+			
Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн				
Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн		+	+	
Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи				
Излучение и прием акустических волн, электроакустические преобразователи		+	+	
Акустическое поле преобразователя				
Акустическое поле преобразователя				+
Вес КМ:	25	25	25	25

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
	Срок КМ:	4	6	12	14	16
Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка						
Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка	+	+				
Методы прохождения и комбинированные методы: расчет сигналов, характеристики						
Методы прохождения и комбинированные методы	+	+				
Технология ультразвукового контроля материалов и изделий						
Технология ультразвукового контроля материалов и изделий				+	+	
Акустико-эмиссионный метод						
Акустико-эмиссионный метод						+
Вес КМ:	20	20	20	20	20	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
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание физических основ методов неразрушающего контроля	Знать: основные методики ультразвукового контроля основные характеристики акустических преобразователей знать основы эхо-импульсного метода основы метода акустической эмиссии основные законы физической акустики	Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн (Тестирование) Отражение и прохождение ультразвуковых волн (Контрольная работа) Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн. Излучение и прием акустических сигналов (Тестирование) Расчет акустического поля преобразователей (Контрольная работа) Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка. Методы прохождения и комбинированные (Тестирование) Изучение основных параметров ультразвукового контроля. Изучение основных характеристик акустических волн (Лабораторная работа) Акустико – эмиссионный метод (Тестирование)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выбирает эффективные технологии и средства неразрушающего контроля для применения в конкретных условиях	Уметь: уметь проводить расчет акустического тракта уметь составлять технологические карты контроля уметь рассчитывать акустическое поле преобразователя	Расчет акустического поля преобразователей (Контрольная работа) Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка. Методы прохождения и комбинированные (Тестирование) Изучение основных параметров ультразвукового контроля. Изучение основных характеристик акустических волн (Лабораторная работа) Разработка технологической карты для проведения ультразвукового контроля. Контроль сварных соединений (Лабораторная работа) Изучение принципов работы ультразвуковых дефектоскопов с фазированными решетками. Обнаружение дефектов в образцах сварных соединений с применением системы контроля Harfang (Лабораторная работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

7 семестр

**КМ-1. Основные методы акустического неразрушающего контроля, типы акустических волн**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** СДО Прометей

**Краткое содержание задания:**

Пройти тестирование в СДО Прометей

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные методики ультразвукового контроля	1. Как называется метод, основанный на регистрации дифрагированных волн, переизлученных краями несплошности: А) дельта метод Б) эхо-зеркальный В) амплитудно-теневой Г) реверберационный
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-2. Отражение и прохождение ультразвуковых волн**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнить контрольную работу

**Краткое содержание задания:**

Импульсный источник сферической волны расположен в воде на некотором расстоянии от стальной плоскопараллельной пластины, нижняя поверхность которой свободна. Изобразить в виде лучей с соблюдением углового масштаба все виды волн,

возбуждаемые в пластине. Интерференции здесь нет, так как импульс источника достаточно короткий.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные законы физической акустики	1. Отражение, прохождение, трансформация
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-3. Акустические свойства сред, прохождение и отражение волн. Излучение и прием акустических сигналов**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** СДО Прометей

**Краткое содержание задания:**

Пройти тестирование в СДО Прометей

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные законы физической акустики	1. Какой из указанных видов деформации характерен для плоской продольной упругой волны: А) сдвиг Б) растяжение-сжатие В) изгиб Г) кручение
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-4. Расчет акустического поля преобразователей**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнить контрольную работу

**Краткое содержание задания:**

Преобразователь диаметром 20 мм (частота 1 МГц) расположен в воде, на расстоянии 1 см от плоской поверхности толстостенного объекта контроля из стали. Где находится граница ближней зоны преобразователя?

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные характеристики акустических преобразователей	1.Что такое зона Френеля?
Уметь: уметь рассчитывать акустическое поле преобразователя	1.Рассчитать угол раскрытия диаграммы направленности для преобразователя с пьезоэлементом в виде диска

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**8 семестр**

**КМ-5. Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхо-сигналов, характеристики эхо-метода, их оптимизация и проверка. Методы прохождения и комбинированные**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** СДО Прометей

**Краткое содержание задания:**

Пройти тестирование в СДО Прометей

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: знать основы эхо-импульсного метода	1.Чем определяется собственная (резонансная) частота тонкой пьезопластины? А) диаметром и пьезомодулем Б) скоростью звука в материале и толщиной В) длиной излучаемой волны Г) ни одним из перечисленных свойств
Уметь: уметь проводить расчет акустического тракта	1.Дефектоскоп с прямым ПЭП имеет мертвую зону 7 мм. Как обеспечить оценку толщины стенки сосуда толщиной порядка 5 мм? А) ввести ВРЧ Б) по изменению формы зондирующего импульса В) по многократным донным сигналам, выполняя измерение по интервалу между вторым и третьим сигналами Г) увеличить частоту посылки импульсов

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-6. Изучение основных параметров ультразвукового контроля. Изучение основных характеристик акустических волн**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Допуск и защита лабораторной работы

**Краткое содержание задания:**

Выполнить лабораторную работу в соответствии с Лабораторным практикумом

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: знать основы эхо-импульсного метода	1. В чем сущность пьезоэлектрического эффекта?
Уметь: уметь проводить расчет акустического тракта	1. Какие меры помимо СО-2 и СО-3 могут применяться при ультразвуковом контроле и настройке дефектоскопа?

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-7. Разработка технологической карты для проведения ультразвукового контроля. Контроль сварных соединений**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Допуск и защита лабораторной работы

**Краткое содержание задания:**

Выполнить лабораторную работу в соответствии с Лабораторным практикумом

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: уметь составлять технологические карты контроля	1.Измерение характеристик (амплитуда, координаты, условные размеры)
--	---

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 70**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 60**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено***КМ-8. Изучение принципов работы ультразвуковых дефектоскопов с фазированными решетками. Обнаружение дефектов в образцах сварных соединений с применением системы контроля Harfang****Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Допуск и защита лабораторной работы**Краткое содержание задания:**

Выполнить лабораторную работу в соответствии с Лабораторным практикумом

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: уметь составлять технологические карты контроля	1.Какие существуют виды фокусировки в дефектоскопах с фазированными решетками. В чем их отличие?
--	--

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Описание характеристики выполнения задания:**Оценка: 4**Описание характеристики выполнения задания:**Оценка: 3**Описание характеристики выполнения задания:***КМ-9. Акустико – эмиссионный метод****Формы реализации:** Компьютерное задание**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20**Процедура проведения контрольного мероприятия:** СДО Прометей

**Краткое содержание задания:**

Пройти тестирование в СДО Прометей

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы метода акустической эмиссии	1. Особенности метода акустической эмиссии
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

**Пример билета**

1. Акустические свойства сред
2. Вывод коэффициентов отражения и прохождения

**Процедура проведения**

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Время подготовки обучающегося к ответу - 40 минут. Опрос проводится преподавателем в устной форме.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание физических основ методов неразрушающего контроля

**Вопросы, задания**

1. Понятие "дефект" и "несплошность". Достоверность контроля
2. Методы акустического контроля. Классификация
3. Методы прохождения и комбинированные. Схемы применения, ограничения
4. Понятие фазовой и групповой скоростей

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. В качестве материала элемента ПЭП наиболее часто применяют

Ответы:

1. пьезокерамику, 2. металл, 3. кварц, 4. пьезокерамику и кварц

Верный ответ: 4. пьезокерамику и кварц

***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Получен ответ на оба вопроса*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: На один вопрос получен ответ, на второй не полностью*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Получен ответ только на один вопрос*

***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 зачетной составляющих

## 8 семестр

### Форма промежуточной аттестации: Экзамен

#### Пример билета

1. Структурная схема импульсного дефектоскопа аналогового типа. Принцип действия. Назначение его узлов.
2. Технология контроля поковок и литья. Типовые дефекты
3. Разработать технологическую карту контроля и выбрать основные параметры контроля для контроля стыкового сварного соединения толщиной 10 мм в соответствии с РД 34.17.302
4. При контроле объекта импульсным эхометодом в иммерсионной ванне с водой обнаружен сигнал амплитудой 40 дБ от дефекта на глубине 60 мм. Контроль проводится совмещенным прямым преобразователем, расположенным на расстоянии 50 мм от поверхности ОК. Диаметр пьезопластины 10 мм, частота 5 МГц. Скорость продольных волн в ОК 6000 м/с, затуханием можно пренебречь. Определить эквивалентную площадь дефекта.

#### Процедура проведения

Экзаменационный билет содержит два теоретический вопрос и практическую часть, состоящую из двух задач. 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-2<sub>ПК-1</sub> Выбирает эффективные технологии и средства неразрушающего контроля для применения в конкретных условиях

#### Вопросы, задания

1. Структурная схема импульсного дефектоскопа аналогового типа. Принцип действия. Назначение его узлов.
2. Структурная схема импульсного дефектоскопа цифрового типа. Принцип действия. Назначение его узлов.
3. Конструкция прямого совмещенного преобразователя, назначение основных элементов. Характеристики преобразователя.
4. Конструкция раздельно-совмещенного преобразователя, назначение основных элементов. Характеристики преобразователя.
5. Конструкция наклонного преобразователя, назначение основных элементов. Характеристики преобразователя.
6. Метрологическое обеспечение. Государственные стандартные образцы (меры) и их назначение.
7. Метрологическое обеспечение. Стандартные образцы предприятия (настроечные образцы) и их назначение. Требования к СОПам.
8. Способы представления информации на экране. Типы разверток.
9. Основные параметры метода и аппаратуры.
10. Расчет амплитуд эхо-сигналов. Типы отражателей.
11. АД-диаграмма. Общий подход к оценке максимальной амплитуды отражения от моделей дефектов.
12. Особенности отражения от реальных дефектов.
13. Помехи эхо-метода. Влияние геометрии.

14. Принцип действия дефектоскопов с фазированными решетками. Линейное и секторное сканирование.

15. Виды чувствительностей. Минимальная и максимальная глубина прозвучивания

16. TOFT метод. Принцип формирования A-scan, B-scan. Образцы для настройки.

17. Теневой метод.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Выбрать схемы контроля железнодорожных колес.

Ответы:

1. DR, 2. BR, 3. AR

Верный ответ: 1. DR

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

### **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