

**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

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ**

<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.07</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 35,7 часа;</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>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.А. Хвостов

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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)

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

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение физических основ, основных характеристик и особенностей электрического вида неразрушающего контроля, метода проникающих веществ (капиллярный метод и контроль герметичности).

### Задачи дисциплины

- изучение задач в области неразрушающего контроля, которые могут решаться с помощью методов, как основных, так и дополняющих;
- изучение физических основ электрического вида неразрушающего контроля и метода проникающих веществ;
- формирование навыка разработки методик контроля рассмотренными методами.

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 применять методы неразрушающего контроля для определения технического состояния различных промышленных объектов	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание физических основ методов неразрушающего контроля	знать: - физические основы метода проникающих веществ (капиллярного метода и метода контроля герметичности); - физические основы электрического вида неразрушающего контроля.
ПК-1 Способен применять методы неразрушающего контроля для определения технического состояния различных промышленных объектов	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выбирает эффективные технологии и средства неразрушающего контроля для применения в конкретных условиях	уметь: - выявлять дефекты различных изделий с помощью электрического вида неразрушающего контроля;; - выявлять дефекты с помощью капиллярного метода неразрушающего контроля;; - проводить проверку герметичности с помощью манометрического метода;; - проводить расчет параметров первичных преобразователей для электрического вида неразрушающего контроля;; - определять чувствительность электрического вида неразрушающего контроля..

## 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 12.03.01 Приборостроение, 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 2 зачетных единицы, 72 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	Электрический вид неразрушающего контроля	23.7	8	4	4	4	-	-	-	-	-	11.7	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электрический вид неразрушающего контроля"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> 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 "Электрический вид неразрушающего контроля" материалу.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрический вид неразрушающего контроля"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 34-67</p>
1.1	Электрический вид неразрушающего контроля	23.7		4	4	4	-	-	-	-	-	11.7	-	
2	Капиллярный метод контроля	24		4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	
2.1	Капиллярный метод контроля	24		4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	

													обработки результатов по изученному в разделе "Капиллярный метод контроля" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Капиллярный метод контроля" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 12-56
3	Контроль герметичности	24	4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 23-78
3.1	Контроль герметичности	24	4	4	4	-	-	-	-	-	12	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>35.7</b>	<b>-</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>35.7</b>	<b>-</b>	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КНР – 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. Электрический вид неразрушающего контроля

##### 1.1. Электрический вид неразрушающего контроля

Емкостной метод. Физические основы. Область применения. Типы преобразователей. Схемы включения. Электропотенциальный и методы электрического сопротивления. Термоэлектрический метод. Трибоэлектрический метод. Трибоэлектрический метод ВЧ фотографии..

#### 2. Капиллярный метод контроля

##### 2.1. Капиллярный метод контроля

Общие сведения о капиллярной диагностике (КД). Основные операции при капиллярной дефектоскопии. Физические явления, на которых основана КД. Некоторые термины и понятия: растворение, сорбция, диффузия, эмульгирование, поверхностно-активные вещества, люминесценция, яркостной и цветовой контрасты. Процессы КД. Технология и средства контроля. Пороги и классы чувствительности систем капиллярной дефектоскопии. Приборы для проведения капиллярного контроля. Области применения капиллярного контроля..

#### 3. Контроль герметичности

##### 3.1. Контроль герметичности

Основные понятия и термины техники течеискания: герметичность, норма герметичности и технологический контроль герметичности, натекание, пробные, балластные и индикаторные вещества. Методы испытания на герметичность: масс-спектрометрический, галогенный, катарометрический, электронно-захватный, оптико-акустический, акустический, химический, манометрический, газогидравлический (пузырьковый, опрессовочный), гидравлический (опрессовочный, люминесцентный). Течение пробных газов при малом и большом влиянии вязкости. Выявляемость течей. Области применения течеискания: химическое и нефтяное машиностроение, химическая, автомобильная, пищевая, авиационная и газовая отрасли промышленности, судостроение, энергетика. Варианты проявления негерметичности: дефекты при производстве и эксплуатационные. Контроль герметичности изделий массового производства. Современные тенденции систем и техники контроля проникающими веществами..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет характеристик емкостных проходных и накладных датчиков.;
2. Расчет чувствительности электропотенциального, термоэлектрического и трибоэлектрического методов;
3. Особенности процессов капиллярной дефектоскопии для различных вариантов неразрушающего контроля;
4. Пороги и классы чувствительности систем капиллярной дефектоскопии;
5. Лабораторные методы систем течеискания;
6. Акустический метод течеискания.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование характеристик емкостного преобразователя;
2. Исследование чувствительности метода электрического сопротивления;
3. Исследование капиллярного метода НК;

4. Исследование манометрического метода течеискания.

### **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	
<b>Знать:</b>					
физические основы электрического вида неразрушающего контроля	ИД-1ПК-1	+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 "Исследование характеристик емкостного преобразователя" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 "Исследование чувствительности метода электрического сопротивления "
физические основы метода проникающих веществ (капиллярного метода и метода контроля герметичности)	ИД-1ПК-1		+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 "Исследование капиллярного метода неразрушающего контроля" Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 4 "Манометрический метод контроля герметичности"
<b>Уметь:</b>					
определять чувствительность электрического вида неразрушающего контроля.	ИД-2ПК-1	+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 "Исследование чувствительности метода электрического сопротивления "
проводить расчет параметров первичных преобразователей для электрического вида неразрушающего контроля;	ИД-2ПК-1	+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 "Исследование чувствительности метода электрического сопротивления "
проводить проверку герметичности с помощью манометрического метода;	ИД-2ПК-1			+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 4 "Манометрический метод контроля герметичности"
выявлять дефекты с помощью капиллярного метода неразрушающего контроля;	ИД-2ПК-1		+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 3 "Исследование капиллярного метода неразрушающего контроля"
выявлять дефекты различных изделий с	ИД-2ПК-1	+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1



помощью электрического вида неразрушающего контроля;					"Исследование характеристик емкостного преобразователя"
------------------------------------------------------	--	--	--	--	---------------------------------------------------------

## **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: Смешанная форма

1. Защита лабораторной работы № 2 "Исследование чувствительности метода электрического сопротивления " (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 3 "Исследование капиллярного метода неразрушающего контроля" (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы № 4 "Манометрический метод контроля герметичности" (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №1 "Исследование характеристик емкостного преобразователя" (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Зачет с оценкой (Семестр №8)

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. 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. Ремизов А. Л., Зубарев А. С., Дерябин А. А.- "Методы контроля проникающими веществами. Модуль 1 Методы контроля герметичности изделий", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2017 - (92 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/103324>;
3. Неразрушающий контроль : В 5 кн. Кн.1.Общие вопросы. Контроль проникающими веществами / А. К. Гурвич, и др. ; Ред. В. В. Сухоруков . – М. : Высшая школа, 1992 . – 240 с. : 50.80 ..

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

1. 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](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/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	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
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	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
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-310/2, Учебная лаборатория электромагнитных методов неразрушающего контроля	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
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-306/1, Кабинет сотрудников	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стеллаж, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Физические методы контроля

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Защита лабораторной работы №1 "Исследование характеристик емкостного преобразователя" (Лабораторная работа)
- КМ-2 Защита лабораторной работы № 2 "Исследование чувствительности метода электрического сопротивления " (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторной работы № 3 "Исследование капиллярного метода неразрушающего контроля" (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы № 4 "Манометрический метод контроля герметичности" (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	12
1	Электрический вид неразрушающего контроля					
1.1	Электрический вид неразрушающего контроля		+	+		
2	Капиллярный метод контроля					
2.1	Капиллярный метод контроля				+	+
3	Контроль герметичности					
3.1	Контроль герметичности				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25