

**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**  
**КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРИБОРОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.04
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 39,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Кейс (решение конкретных производственных ситуаций) Дискуссия Тестирование	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Терехин И.В.
	Идентификатор	R70c376dc-TerekhinIV-8a185ef6

(подпись)

И.В. Терехин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

В.П. Лунин

(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-ZhelbakovIGN-f73624c

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ проектной деятельности в области проектирования аппаратуры и преобразователей для неразрушающего контроля с применением системного подхода.

### Задачи дисциплины

- 1. Ознакомление с методами проектирования;
- 2. Изучение конструкций и характеристик основных типов преобразователей для неразрушающего контроля и технической диагностики;
- 3. Изучение технических решений типовых задач неразрушающего контроля и технической диагностики;
- 4. Изучение и освоение методики совместного проектирования преобразователей и приборов для неразрушающего контроля и технической диагностики;
- 5. Освоение современных средств проектирования приборов и преобразователей;
- 6. Получение опыта разработки прибора неразрушающего контроля с использованием средств моделирования.

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-2 Способен разрабатывать, совершенствовать и применять на практике оборудование неразрушающего контроля	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Осуществляет разработку аппаратного, программного и методического обеспечения приборов неразрушающего контроля в соответствии с техническим заданием	знать: - методы проектирования приборов, типовые решения задач толщинометрии, контроля электрофизических свойств и дефектоскопии..  уметь: - определять методы и средства решения основных проблем в области проектирования приборов НК..
ПК-2 Способен разрабатывать, совершенствовать и применять на практике оборудование неразрушающего контроля	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Осуществляет планирование проектов по разработке новых изделий в области неразрушающего контроля	знать: - современные технические средства для проведения измерений в области НК..  уметь: - осуществлять проектную деятельность на основе системного подхода.

## 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.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать устройство и принцип действия первичных измерительных преобразователей
- знать уравнения электромагнитного поля
- знать элементную базу основных измерительных приборов
- знать типы измерительных электрических схем

- уметь проводить расчеты электромагнитных полей
- уметь рассчитывать электрические цепи

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	Основные стадии и способы проектирования	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала [1] 1: стр. 5-9</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 3-17</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторным работам [2] стр. 3 – 10, стр. 48-51</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала [1] 3.1, 3.2, стр. 33 – 47, 4.1, 4.2, 4.3, стр. 49 – 56. [2] стр. 10-17</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала [1] 2.1, 2.2, 2.4, 2.5 стр. 9 – 18, 24 – 31</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 22-31</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторным работам [2] стр. 32-47, 48-51</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала [1] 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, стр. 57 – 65, 67-80.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>	
1.1	Основные стадии и способы проектирования	2		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	Проектирование классических вихретоковых преобразователей и приборов на их основе	30.7		8	4	-	-	-	-	-	-	-	18.7		-
2.1	Проектирование классических вихретоковых преобразователей	24		6	4	-	-	-	-	-	-	-	14		-
2.2	Неклассические вихретоковые преобразователи	6.7		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4.7		-
3	Аппаратные средства вихретокового контроля	22		3	8	-	-	-	-	-	-	-	11		-
3.1	Аппаратные средства вихретокового контроля	22		3	8	-	-	-	-	-	-	-	11		-

													<b>источников:</b> [1], 34-55 [3], 112-156
4	Проектирование вихретоковых преобразователей при импульсном возбуждении	17	3	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b> Изучение теоретического материала [1] 3.1, 3.2, стр. 33 – 47, 4.1, 4.2, 4.3, стр. 49 – 56. [2] стр. 10-17 <b>Изучение материалов литературных источников:</b>
4.1	Проектирование вихретоковых преобразователей при импульсном возбуждении	17	3	4	-	-	-	-	-	-	10	-	[1], 56-80 [2], 237-269
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>39.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>39.7</b>	-	

**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 стадии и способы проектирования

#### 1.1. Основные стадии и способы проектирования

Основные методы проектирования. Метод последовательных приближений. Морфологический метод. Основные этапы проектирования приборов неразрушающего контроля. Эскизный, технический проекты, конструкторская документация..

### 2. Проектирование классических вихретоковых преобразователей и приборов на их основе

#### 2.1. Проектирование классических вихретоковых преобразователей

Классический вихретоковый преобразователь. Физические основы вихретокового контроля. Выходной сигнал классического вихретокового преобразователя. Годограф классического преобразователя, годографы чувствительности, использование годографов для выбора параметров контроля. Способы выделения информации об объекте контроля, блок-схемы типовых устройств вихретокового контроля. Общий порядок проектирования вихретоковых устройств с классическими вихретоковыми преобразователями. Математическое моделирование вихретоковых преобразователей. Пример расчета вихретокового устройства для контроля удельной электрической проводимости. Обобщенная блок-схема современного прибора неразрушающего контроля. Требования к блокам прибора. Связь характеристик преобразователя с блоками сбора и обработки сигнала. Совместное проектирование преобразователя и измерительной части прибора..

#### 2.2. Неклассические вихретоковые преобразователи

Ограничения классических преобразователей. Общая схема дифференциального преобразователя. Компенсация трансформаторного и начального сигналов, компенсация дрейфов и внешних помех. Векторно-разностный преобразователь, получение годографа, отличного от классического. Использование дифференциальных преобразователей для решения нестандартных задач вихретокового контроля. Матричный преобразователь. Классификация матричных преобразователей. Выходной сигнал матричного преобразователя и его основные свойства. Автоматическая калибровка матричных преобразователей, использование матричных преобразователей для распознавания типа дефекта. Аппаратура контроля матричными преобразователями. Особенности проектирования приборов с матричными преобразователями..

### 3. Аппаратные средства вихретокового контроля

#### 3.1. Аппаратные средства вихретокового контроля

Аналоговые средства измерения амплитуды, фазы, активной и реактивной составляющих напряжения: схемотехнические решения, точность, источники погрешности. Измерение напряжения с помощью аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Типы АЦП, их особенности, области применения. Измерительные системы на основе АЦП и цифро-аналоговых преобразователей. Комбинированные измерительные системы с аналоговыми и цифровыми устройствами. Моделирование измерительной части прибора с помощью персонального компьютера и АЦП, реализация и отладка макета прибора с помощью программной среды LabView..

### 4. Проектирование вихретоковых преобразователей при импульсном возбуждении

#### 4.1. Проектирование вихретоковых преобразователей при импульсном возбуждении

Выходной сигнал вихретокового преобразователя при импульсном возбуждении. Измерение основных параметров контролируемого объекта. Аналогии с гармоническим возбуждением вихретоковых преобразователей. Аппаратура контроля. Особенности проектирования прибора при импульсном возбуждении. Применение магниторезисторов в качестве первичных измерительных преобразователей. Пример расчета устройства и преобразователя для контроля удельной электрической проводимости.

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

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Эскизное проектирование приборов с классическими вихретоковыми преобразователями;
2. Макетирование измерительной части вихретокового прибора;
3. Моделирование выходного сигнала вихретокового преобразователя;
4. Макетирование вихретокового прибора НК.

### **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>						
методы проектирования приборов, типовые решения задач толщинометрии, контроля электрофизических свойств и дефектоскопии.	ИД-1ПК-2	+		+	+	Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Защита лабораторной работы № 1
современные технические средства для проведения измерений в области НК.	ИД-3ПК-2			+		Дискуссия/Допуск к лабораторной работе №2 Тестирование/Защита лабораторной работы № 2
<b>Уметь:</b>						
определять методы и средства решения основных проблем в области проектирования приборов НК.	ИД-1ПК-2		+			Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Защита лабораторной работы № 1
осуществлять проектную деятельность на основе системного подхода	ИД-3ПК-2		+	+		Дискуссия/Защита лабораторной работы № 4

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

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

#### **3 семестр**

Форма реализации: Устная форма

1. Допуск к лабораторной работе №2 (Дискуссия)
2. Защита лабораторной работы № 1 (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
3. Защита лабораторной работы № 2 (Тестирование)
4. Защита лабораторной работы № 4 (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Зачет выставляется как среднее арифметическое оценок по контрольным мероприятиям семестра

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

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

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

1. Терехин, И. В. Конструирование приборов электромагнитного контроля : учебное пособие по курсу "Конструирование приборов неразрушающего контроля" по программе магистратуры по направлению 12.04.01 "Приборостроение" / И. В. Терехин, Е. А. Куликова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 81 с. - ISBN 978-5-7046-1934-5 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10179](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10179);

2. Неразрушающий контроль : В 5 кн. Кн. 3. Электромагнитный контроль / В. Г. Герасимов, и др. – М. : Высшая школа, 1992 . – 308 с. : 67.20 .;

3. Алешин Н. П.- "Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений", (2-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "Машиностроение", Москва, 2019 - (576 с.)

<https://e.lanbook.com/book/151068>.

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

1. Office;
2. Windows;
3. MathCad.

### **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-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
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
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
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	В-306/1, Кабинет	кресло рабочее, рабочее место

консультирования	сотрудников	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****Конструирование приборов неразрушающего контроля**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Защита лабораторной работы № 1 (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))

КМ-2 Допуск к лабораторной работе №2 (Дискуссия)

КМ-3 Защита лабораторной работы № 2 (Тестирование)

КМ-4 Защита лабораторной работы № 4 (Дискуссия)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	6	8	10	14
1	Основные стадии и способы проектирования					
1.1	Основные стадии и способы проектирования		+			
2	Проектирование классических вихретоковых преобразователей и приборов на их основе					
2.1	Проектирование классических вихретоковых преобразователей		+			+
2.2	Неклассические вихретоковые преобразователи					+
3	Аппаратные средства вихретокового контроля					
3.1	Аппаратные средства вихретокового контроля		+	+	+	+
4	Проектирование вихретоковых преобразователей при импульсном возбуждении					
4.1	Проектирование вихретоковых преобразователей при импульсном возбуждении		+			
Вес КМ, %:			25	25	25	25