

**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**  
**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ**


<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.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 4; 8 семестр - 4; всего - 8
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	288 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 16 часов; 8 семестр - 12 часов; всего - 28 часа
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 16 часов; 8 семестр - 12 часов; всего - 28 часа
<b>Лабораторные работы</b>	7 семестр - 16 часов; 8 семестр - 12 часов; всего - 28 часа
<b>Консультации</b>	7 семестр - 2 часа; 8 семестр - 14 часов; всего - 16 часов
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 93,5 часа; 8 семестр - 89,2 часа; всего - 182,7 часа
<b>в том числе на КП/КР</b>	8 семестр - 15,7 часов;
<b>Иная контактная работа</b>	8 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b> Коллоквиум Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	7 семестр - 0,5 часа;
<b>Защита курсовой работы</b>	8 семестр - 0,3 часа;
<b>Экзамен</b>	8 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,3 часа

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чернов Д.В.
	Идентификатор	R3df1e8a2-ChernovDmV-6ce9038t

(подпись)

Д.В. Чернов

(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-ZhelbakovIGN-f73624c

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение современных принципов, методов и особенностей проектирования приборов и систем неразрушающего контроля

### Задачи дисциплины

- Формирование знаний об основных принципах измерения физических величин;
- Освоение информации о типах и основных характеристиках измерительных преобразователей, об особенностях их использования при проектировании диагностических систем;
- Формирование навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при последующем проектировании устройств, контролирующих качество продукции и осуществляющих диагностику состояния промышленных объектов;
- Освоение методик регистрации, обработки и интерпретации регистрируемых сигналов с применением многофункциональных измерительных системы.

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 осуществлять разработку и проектирование электронных схем приборов неразрушающего контроля	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание основ проектирования приборов неразрушающего контроля	знать: - Физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной и управляющей информации; - Свойства и основные метрологические характеристики измерительных преобразователей, особенности их взаимодействия с физическими полями.  уметь: - Создавать модели конкретных приборов для неразрушающего контроля материалов и изделий на основе современных моделирующих программ; - Применять экспериментальные и расчетные методы для решения задач неразрушающего контроля.
ПК-2 Способен осуществлять разработку и проектирование электронных схем приборов неразрушающего контроля	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Разрабатывает конструкторскую и проектную документацию	знать: - Методы регистрации и обработки информации об окружающей среде, технических и биологических объектах; - Основные источники научно-технической информации по вопросам конструирования контрольно-измерительной аппаратуры.  уметь: - Проектировать основные измерительные блоки систем контроля промышленных объектов; - Осуществлять поиск и анализировать

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		научно-техническую информацию о новых технологиях в приборостроении.

## 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.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Для изучения дисциплины необходимо знать основы физических процессов получения и обработки информации с помощью компьютерных технологий и программных комплексов, используемых при решении задач неразрушающего контроля

- уметь Для выполнения лабораторных и практических работ необходимо уметь проектировать схемы измерения физических величин с применением аналоговых и цифровых преобразователей, а также рассчитывать погрешность прямых и косвенных измерений

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 8 зачетных единиц, 288 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	Общие сведения о процессе проектирования приборов и систем	27	7	4	4	4	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и цели выполнения лабораторной работы "Проектирование системы расчета местоположения источника акустических сигналов", а также изучить основные особенности построения линейной и планарной локации источников акустической эмиссии</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Освоение теоретического материала для успешного выполнения заданий на коллоквиуме по теме "Общие вопросы проектирования приборов и систем"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Общие сведения о процессе проектирования приборов и систем", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для освоения теоретического материала и подготовки к контрольному мероприятию необходимо изучить основные термины и типовые схемы устройств в рамках процесса проектирования приборов и систем.</p>
1.1	Общие сведения о процессе проектирования приборов и систем	27		4	4	4	-	-	-	-	-	-	15	

													<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 18-35
2	Организация процесса проектирования	27	4	4	4	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Обработка результатов, полученных в рамках лабораторной работы по теме "Разработка компьютерной модели системы измерения поля вихревых токов", оформление отчета
2.1	Организация процесса проектирования	27	4	4	4	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Организация процесса проектирования", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для освоения теоретического материала и подготовки к контрольному мероприятию необходимо изучить основные термины и методы проектирования устройств по разделу "Организация процесса проектирования" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 191-196 [3], стр. 163-192
3	Исследование характеристик первичных преобразователей	27	4	4	4	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно ознакомиться с темой и целями выполнения лабораторной работы "Разработка измерительного блока системы тензометрии", изучить основные типы измерительных схем измерения сигналов вихретокового контроля
3.1	Исследование характеристик первичных преобразователей	27	4	4	4	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для освоения теоретического материала и подготовки к контрольному мероприятию необходимо изучить основные типы преобразователей, используемых в измерительных системах

													<p>неразрушающего контроля</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Исследование характеристик первичных преобразователей", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях, а также изучить основные виды погрешностей, возникающих при измерении физических величин</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материала по разделу "Исследование характеристик преобразователей, применяемых в системах неразрушающего контроля", подготовка к коллоквиуму по теме "Характеристики преобразователей и систем неразрушающего контроля"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 233-257</p>
4	Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств	27	4	4	4	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
4.1	Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств	27	4	4	4	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для освоения теоретического материала и подготовки к контрольному мероприятию необходимо изучить основные термины и виды погрешностей по разделу "Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Обработка результатов, полученных в рамках лабораторной работы по теме "Разработка измерительного блока системы тензометрии", оформление отчета, а также</p>

														изучение теоретического материала по теме "Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 259-294
	Экзамен	36.00		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.50	
	Всего за семестр	144.00		16	16	16	-	2	-	-	0.5	60	33.50	
	Итого за семестр	144.00		16	16	16		2		-	0.5		93.50	
5	Проектирование систем электромагнитного метода неразрушающего контроля	22	8	4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Изучение основных особенностей конечно-элементного моделирования преобразователей неразрушающего контроля для построения достоверных математических моделей
5.1	Проектирование систем электромагнитного метода неразрушающего контроля	22		4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Проектирование систем электромагнитного метода неразрушающего контроля", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Обработка результатов, полученных в рамках лабораторной работы по теме "Исследование характеристик индуктивного преобразователя", оформление отчета <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для освоения теоретического материала и подготовки к контрольному мероприятию необходимо изучить основные термины и особенности построения систем измерения электромагнитных сигналов <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 "Проектирование систем измерения сигналов электромагнитных методов неразрушающего контроля" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 149-166 [5], стр. 84-142
6	Источники и преобразователи акустических сигналов в системах неразрушающего контроля	22	4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Построение геометрии конечно-элементной модели, выбор граничных условий и разработка блок-схемы регистрации диагностических сигналов <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Обработка результатов, полученных в рамках лабораторной работы по теме "Проектирование системы расчета местоположения источника акустических сигналов", оформление отчета	
6.1	Источники и преобразователи акустических сигналов в системах неразрушающего контроля	22	4	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Источники и преобразователи акустических сигналов в системах неразрушающего контроля", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для освоения теоретического материала и подготовки к контрольному мероприятию необходимо изучить основные способы регистрации акустических сигналов <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 204-241	
7	Источники и приемники оптико-электронных приборов	16	2	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Построение градуировочной характеристики для сопоставления параметров диагностических сигналов и контролируемых величин	
7.1	Источники и приемники оптико-	16	2	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Источники	

	электронных приборов. Классификация и области применения фотоприемников												и приемники опико-электронных приборов", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для освоения теоретического материала и подготовки к контрольному мероприятию необходимо изучить принципы работы оптических преобразователей <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Освоение теоретического материала для успешного выполнения заданий на коллоквиуме по теме "Системы оптического контроля" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 236-301
8	Частотные характеристики преобразователей для систем неразрушающего контроля	16	2	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Оформление материала для пояснительной записки <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Частотные характеристики преобразователей для систем неразрушающего контроля", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
8.1	Частотные характеристики преобразователей для систем неразрушающего контроля	16	2	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для освоения теоретического материала и подготовки к контрольному мероприятию необходимо изучить принцип действия приемников СВЧ, ионизирующего и теплового излучения <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение теоретического материала для успешного выполнения заданий на коллоквиуме по теме "Системы оптического контроля" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 97-162

	Экзамен	36.00		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.50	
	Курсовая работа (КР)	32.0		-	-	-	12	-	4	-	0.3	15.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.00</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>55.7</b>	<b>33.50</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.00</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>14</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>		<b>89.20</b>	
	<b>ИТОГО</b>	<b>288.00</b>	-	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>16</b>		<b>4</b>		<b>1.3</b>		<b>182.70</b>	

**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. Общие сведения о процессе проектирования приборов и систем

#### 1.1. Общие сведения о процессе проектирования приборов и систем

Основные понятия процесса проектирования. Этапы жизненного цикла измерительных устройств. Виды проектных работ и способы автоматизации процесса проектирования. Оценка качества приборов и систем. Аналитические системы и программные комплексы, используемые в современном приборостроении. Метрологические характеристики измерительных устройств. Нормативные документы, стандарты и правила, используемые при проектировании приборов и систем. Стандартизация процесса проектирования. Государственные стандарты, регламентирующие особенности процесса проектирования приборов и систем в современном приборостроении. Стандарты точности, области применения и правил эксплуатации систем неразрушающего контроля.

### 2. Организация процесса проектирования

#### 2.1. Организация процесса проектирования

Принципы построения приборов и систем измерения физических величин. Классификация и область применения систем неразрушающего контроля. Структура и особенности измерительного тракта устройства. Схема подключения первичных преобразователей. Калибровка измерительных устройств. Измерение, обработка и хранение регистрируемых сигналов. Режимы работы устройств в режиме измерения физических величин. Амплитудно-частотные преобразования измерительных сигналов. Анализ временных преобразований дискретизированного сигнала. Разработка компьютерных моделей измерительных устройств. Этапы разработки компьютерных моделей измерительного устройства. Элементы компьютерных моделей при статическом и динамическом измерении физических величин. Конечно-элементное моделирование процессов взаимодействия внешних полей с объектами контроля. Влияние анизотропии физических свойств объектов контроля на результаты диагностики.

### 3. Исследование характеристик первичных преобразователей

#### 3.1. Исследование характеристик первичных преобразователей

Статические и динамические характеристики измерительных устройств. Виды статических и динамических характеристик измерительного устройства. Коэффициент чувствительности. Расчет погрешности от нелинейности характеристик измерительных устройств. Расчет градуировочных характеристик систем измерения. Влияние весовых функций на результаты регистрации физических величин. Виды преобразования измерительного сигнала. Виды и характеристики преобразований. Преобразование детерминированного сигнала с учетом явлений инерционности и безынерционности. Преобразование случайного сигнала. Модуляция, дискретизация и фильтрация измерительного сигнала. Виды первичных преобразователей. Характеристики измерительных сигналов. Характеристики регистрируемых сигналов. Энергия, спектр и временные параметры детерминированных и случайных сигналов. Виды характеристик и параметров измерительных сигналов. Информативность и достоверность результатов измерения физических величин.

### 4. Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств

#### 4.1. Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств

Применение аналитических моделей и градуировочных характеристик для преобразования физических явлений в электрический сигнал. Оценка погрешностей измерения на стадии проектирования. Влияние систематической, случайной, аддитивной и мультипликативной погрешности на результаты измерения. Инерционность процесса регистрации данных. Методы повышения точности измерения. Оценка точности построения градуировочной характеристики для систем измерения деформации при помощи тензорезистивных преобразователей. Методика построения градуировочной характеристики измерительного устройства. Особенности применения тензорезистивных преобразователей. Влияние анизотропии на результаты измерения степени деформации объекта контроля. Численная оценка сопутствующих погрешностей.

## 5. Проектирование систем электромагнитного метода неразрушающего контроля

### 5.1. Проектирование систем электромагнитного метода неразрушающего контроля

Первичные преобразователи для приборов электромагнитного контроля. Индикаторы электромагнитных полей. Электрические первичные преобразователи. Системы контроля с применением датчиков электромагнитного контроля для оценки геометрических параметров, химического состава и структуроскопии промышленных объектов. Конечно-элементное моделирование процесса взаимодействия переменного электромагнитного поля с поврежденными объектами. Создание двумерной конечно-элементной модели. Определение геометрических размеров, электрофизических свойств объекта контроля и параметров приемника электромагнитного излучения. Определение вносимого сигнала от бездефектного эталонного образца. Разработка систем измерения и контроля дефектных изделий, основанных на предварительных численных испытаниях. Измерение параметров индуктивного преобразователя с использованием многофункциональной системы обработки аналоговых сигналов. Разработка схемы подключения индуктивного преобразователя для измерения активной и реактивной составляющей полного сопротивления с применением системы графического программирования. Регистрация полного сопротивления измерительного преобразователя при изменении магнитной проницаемости сердечника. Установка градуировочной зависимости полного сопротивления от параметров объекта контроля.

## 6. Источники и преобразователи акустических сигналов в системах неразрушающего контроля

### 6.1. Источники и преобразователи акустических сигналов в системах неразрушающего контроля

Принцип действия и характеристики акустико-эмиссионных и ультразвуковых преобразователей. Пьезоэлектрические материалы и их свойства. Принцип действия, устройство и характеристики ультразвуковых и акустико-эмиссионных преобразователей. Акустическое поле пьезопреобразователей. Идентификация местоположения развивающихся повреждений с помощью триангуляционных и сканирующих методов локализации дефектов. Линейная и планарная локация источников акустической эмиссии. Исследования основных источников погрешностей определения разности времен прихода импульсов на преобразователи антенной решетки. Оценка погрешности измерительной системы при определении местоположения развивающихся повреждений.

## 7. Источники и приемники оптико-электронных приборов

### 7.1. Источники и приемники оптико-электронных приборов. Классификация и области применения фотоприемников

Классификация и области применения фотоприемников. Фотометрические единицы. Газоразрядные, лазерные и светодиодные источники света. Область применения фотоприемников в неразрушающем контроле. Системы неразрушающего контроля, основанные на явлении внутреннего и внешнего фотоэффекта. Регистрация электрических сигналов фотоприемников, схема подключения в измерительной цепи. Пересчет параметров фотоприемников. Исследование явления внутреннего и внешнего фотоэффекта.

#### 8. Частотные характеристики преобразователей для систем неразрушающего контроля

8.1. Частотные характеристики преобразователей для систем неразрушающего контроля  
Физические особенности преобразователей теплового излучения. Область применения преобразователей теплового излучения. Источники нагрева объектов контроля и индикаторы тепловых полей. Современные достижения в области применения приемников теплового излучения. Электронно-оптические преобразователи. Приемники СВЧ-излучения в системах неразрушающего контроля. Электронные генераторы и приемники СВЧ-излучения, область применения. Квантовые СВЧ-генераторы и усилители. Детекторы радиоактивного излучения. Источники ионизирующего излучения. Источники высокоэнергетического фотонного излучения. Область применения и системы регистрации ионизирующего излучения..

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

1. Методики сбора, обработки и хранения диагностических сигналов;
2. Аппроксимация экспериментальных данных в рамках построения градуировочных характеристик;
3. Основные этапы проектирования измерительных комплексов с помощью систем графического программирования;
4. Расчет основных типов погрешностей, возникающих в процессе измерения физических величин;
5. Особенности применения программ конечно-элементного моделирования при решении задач неразрушающего контроля;
6. Расчет основных схем подключения первичных преобразователей;
7. Модификация стандартного алгоритма линейной и триангуляционной локации;
8. Расчет параметров индуктивных преобразователей;
9. Анализ частотных, энергетических и временных параметров диагностических сигналов;
10. Расчет статических характеристик измерительных устройств;
11. Численная оценка точности и надежности измерительных устройств;
12. Разработка математических моделей измерительного устройства;
13. Расчет динамических характеристик измерительных устройств;
14. Расчет параметров тензометрических систем оценки степени деформации объекта контроля.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Конечно-элементное моделирование процесса распространения электромагнитных волн в объектах с дефектами;
2. Применение тензорезистивных преобразователей для оценки степени деформации материала контролируемого изделия;
3. Экспериментальный метод расчета погрешности стандартного алгоритма триангуляционной локации;

4. Разработка системы регистрации параметров индуктивных преобразователей.

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение раздела курсовой работы "Разработка конечно-элементной модели приемного преобразователя" под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий
2. Консультации направлены на выполнение раздела курсовой работы "Построение градуировочной характеристики, применяемой для сопоставления параметров диагностических сигналов с физическими величинами" под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий
3. Консультации направлены на выполнение раздела курсовой работы "Расчет основных погрешностей результатов измерения физических величин" под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий
4. Консультации направлены на выполнение раздела курсовой работы "Разработка блок-схемы измерительного устройства" под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие сведения о процессе проектирования приборов и систем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Организация процесса проектирования"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Исследование характеристик преобразователей, применяемых в системах неразрушающего контроля"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проектирование систем измерения сигналов электромагнитных методов неразрушающего контроля"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Источники и преобразователи акустических сигналов в системах неразрушающего контроля"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Источники и приемники оптико-электронных приборов"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Частотные характеристики преобразователей для систем неразрушающего контроля"

#### Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультация проводится по разделу "Разработка конечно-элементной модели приемного преобразователя"
2. Консультация проводится по разделу "Построение градуировочной характеристики, применяемой для сопоставления параметров диагностических сигналов с физическими величинами"
3. Консультация проводится по разделу "Расчет основных погрешностей результатов измерения физических величин"
4. Консультация проводится по разделу "Разработка блок-схемы измерительного устройства"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 8 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Разработка измерительного устройства с использованием расчетно-экспериментальных средств проектирования систем неразрушающего контроля

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 10	11 - 12	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	20	20	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	40	60	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Разработка конечно-элементной модели приемного преобразователя
2	Разработка компьютерной модели измерительного устройства
3	Разработка блок-схемы измерительного устройства
4	Определение основных источников погрешности измерения
5	Оформление пояснительной записки по результатам выполнения курсовой работы



### 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	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
Свойства и основные метрологические характеристики измерительных преобразователей, особенности их взаимодействия с физическими полями	ИД-1ПК-2			+							Коллоквиум/Характеристики преобразователей и систем неразрушающего контроля
Физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной и управляющей информации	ИД-1ПК-2								+		Коллоквиум/Системы оптического контроля
Основные источники научно-технической информации по вопросам конструирования контрольно-измерительной аппаратуры	ИД-4ПК-2	+									Коллоквиум/Общие вопросы проектирования приборов и систем
Методы регистрации и обработки информации об окружающей среде, технических и биологических объектах	ИД-4ПК-2									+	Коллоквиум/Частотные характеристики преобразователи в системах неразрушающего контроля
<b>Уметь:</b>											
Применять экспериментальные и расчетные методы для решения задач неразрушающего контроля	ИД-1ПК-2		+								Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Исследование характеристик индуктивного преобразователя"
Создавать модели конкретных приборов для неразрушающего контроля материалов и изделий на основе современных моделирующих программ	ИД-1ПК-2					+					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Разработка компьютерной модели системы измерения поля вихревых токов"
Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о новых технологиях в приборостроении	ИД-4ПК-2							+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Проектирование системы расчета местоположения источника акустических сигналов"

Проектировать основные измерительные блоки систем контроля промышленных объектов	ИД-4 <sub>ПК-2</sub>				+					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы "Разработка измерительного блока системы тензометрии"
----------------------------------------------------------------------------------	----------------------	--	--	--	---	--	--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

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

#### **7 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Общие вопросы проектирования приборов и систем (Коллоквиум)
2. Характеристики преобразователей и систем неразрушающего контроля (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы "Исследование характеристик индуктивного преобразователя" (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы "Разработка измерительного блока системы тензометрии" (Лабораторная работа)

#### **8 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Системы оптического контроля (Коллоквиум)
2. Частотные характеристики преобразователи в системах неразрушающего контроля (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы "Проектирование системы расчета местоположения источника акустических сигналов" (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы "Разработка компьютерной модели системы измерения поля вихревых токов" (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

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

#### Экзамен (Семестр №7)

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

#### Экзамен (Семестр №8)

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

#### Курсовая работа (КР) (Семестр №8)

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ"

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. Культиасов, П. С. Резистивные и емкостные преобразователи: Лабораторные работы N 1,2 : Методическое пособие по курсу "Измерительные преобразователи систем диагностики" для студентов специальности 19.02 направления "Техническая физика" / П. С. Культиасов, Ю. Я. Останин, Л. А. Чернов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 8 с.;
2. Культиасов, П. С. Резистивные и индуктивные преобразователи. Лабораторные работы N 3 и 4 : методическое пособие по курсу "Основы проектирования приборов и систем" по специальности "Приборы и методы контроля качества и диагностики" / П. С. Культиасов, Ю. Я. Останин, А. А. Петрусь, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2006 . – 16 с.;
3. Щепетов, А. Г. Основы проектирования приборов и систем : учебник для вузов по направлению 200100 "Приборостроение" / А. Г. Щепетов . – М. : Академия, 2011 . – 368 с. – (Высшее профессиональное образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-7695-7448-1 .;
4. Иванов, В. И. Акустическая эмиссия : учебное пособие для специалистов по неразрушающему контролю и технической диагностике / В. И. Иванов, Г. А. Бигус, И. Э. Власов ; общ. ред. В. В. Ключев ; Рос. общество по неразруш. контролю и технич. диагностике (РОНКТД) . – 2-изд . – М. : Спектр, 2015 . – 192 с. – (Диагностика безопасности) . - ISBN 978-5-4442-0098-8 .;
5. Батоврин В. К., Бессонов А. С., Мошкин В. В., Папуловский В. Ф.- "LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий", (2-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2009 - (232 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1096](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1096).

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Ansys / CAE Fidesy;
5. 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](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

## 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
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-304, Учебная лаборатория микропроцессорной техники	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол, стол компьютерный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, сервер, техническая аппаратура, компьютер персональный, стенд учебный
	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-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	В-308/1, Кладовая	

хранения оборудования и учебного инвентаря		
--------------------------------------------------	--	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы проектирования приборов и систем

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 Общие вопросы проектирования приборов и систем (Коллоквиум)
- КМ-2 Защита лабораторной работы "Исследование характеристик индуктивного преобразователя" (Лабораторная работа)
- КМ-3 Характеристики преобразователей и систем неразрушающего контроля (Коллоквиум)
- КМ-4 Защита лабораторной работы "Разработка измерительного блока системы тензометрии" (Лабораторная 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	Общие сведения о процессе проектирования приборов и систем					
1.1	Общие сведения о процессе проектирования приборов и систем		+			
2	Организация процесса проектирования					
2.1	Организация процесса проектирования			+		
3	Исследование характеристик первичных преобразователей					
3.1	Исследование характеристик первичных преобразователей				+	
4	Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств					
4.1	Оценка точности и надежности результатов применения измерительных устройств					+
Вес КМ, %:			20	30	20	30

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Защита лабораторной работы "Разработка компьютерной модели системы измерения поля вихревых токов" (Лабораторная работа)
- КМ-2 Защита лабораторной работы "Проектирование системы расчета местоположения источника акустических сигналов" (Лабораторная работа)
- КМ-3 Системы оптического контроля (Коллоквиум)
- КМ-4 Частотные характеристики преобразователи в системах неразрушающего контроля (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	12
1	Проектирование систем электромагнитного метода неразрушающего контроля					
1.1	Проектирование систем электромагнитного метода неразрушающего контроля		+			
2	Источники и преобразователи акустических сигналов в системах неразрушающего контроля					
2.1	Источники и преобразователи акустических сигналов в системах неразрушающего контроля			+		
3	Источники и приемники оптико-электронных приборов					
3.1	Источники и приемники оптико-электронных приборов. Классификация и области применения фотоприемников				+	
4	Частотные характеристики преобразователей для систем неразрушающего контроля					
4.1	Частотные характеристики преобразователей для систем неразрушающего контроля					+
Вес КМ, %:			30	30	20	20



**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Основы проектирования приборов и систем**

(название дисциплины)

**8 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Оценка выполнения раздела КР
- КМ-2 Оценка выполнения раздела КР
- КМ-3 Оценка выполнения раздела КР
- КМ-4 Оценка выполнения раздела КР
- КМ-5 Соблюдение графика выполнения КР и качество оформления расчетно-пояснительной записки

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12
1	Разработка конечно-элементной модели приемного преобразователя		+				
2	Разработка компьютерной модели измерительного устройства			+			
3	Разработка блок-схемы измерительного устройства				+		
4	Определение основных источников погрешности измерения					+	
5	Оформление пояснительной записки по результатам выполнения курсовой работы						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20