

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3; 3 семестр - 4; всего - 7
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 16 часов; всего - 48 часа
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 43,7 часа; 3 семестр - 109,5 часов; всего - 153,2 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Тестирование Реферат Интервью	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой Экзамен	2 семестр - 0,3 часа; 3 семестр - 0,5 часа; всего - 0,8 часа

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7df

(подпись)

А.А. Самокрутов

(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:** Формирование знания об основных методах, средствах научных исследований в области разработки диагностических информационных систем и технологий

### Задачи дисциплины

- изучение физических и математических моделей, используемых при построении диагностических систем и технологий;
- изучение общей методологии проектирования информационных диагностических технологий и систем;
- изучение методов моделирования и проектирования, используемых при разработке диагностических систем;
- изучение методов диагностирования с применением различных физических воздействий.

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
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Демонстрирует знание математических, естественнонаучных и социально-экономических методов для использования в профессиональной деятельности	знать: - требования к программному обеспечению диагностических систем.
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Предлагает решения профессиональных задач, в том числе в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний	уметь: - формулировать цели, определить задачи, выбрать методы исследования в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации.
ОПК-3 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> Демонстрирует знание принципов, методов и средств анализа и структурирования	знать: - основные источники научно-технической информации в области диагностических информационных технологий.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	профессиональной информации	
ОПК-3 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Выбирает на основе анализа профессиональную информацию, выделяет в ней главное, структурирует, оформляет и представляет в виде аналитических обзоров	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</li> </ul>
ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Использует знание методов проведения исследований при решении практических задач профессиональной деятельности	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы методов неразрушающего контроля.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять методики диагностирования различных техногенных объектов с использованием типового встроенного программного обеспечения диагностических систем.</li> </ul>
ОПК-7 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> Формулирует функциональные требования к прикладному программному обеспечению для решения актуальных задач предприятий отрасли с учетом национальных стандартов обработки информации	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические и математические модели и методы, используемые при проектировании диагностических систем и технологий.</li> </ul>
ОПК-7 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий	ИД-2 <sub>ОПК-7</sub> Использует типовые методы настройки интерфейса, разработки пользовательских шаблонов, подключения библиотек, добавления новых функций	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить моделирование диагностических систем с применением различных видов физических воздействий.</li> </ul>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационно-аналитические и диагностические интеллектуальные технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 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	Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения.	38	2	16	8	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения."</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 "Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения." материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материала по разделу "Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения."</p>
1.1	Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения.	38		16	8	4	-	-	-	-	-	-	10	

													<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 12-54
2	Акустические диагностические системы.	40	8	4	8	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Акустические диагностические системы."
2.1	Акустические диагностические системы.	40	8	4	8	-	-	-	-	-	20	-	<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 "Акустические диагностические системы." 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 "Акустические диагностические системы." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 4-65
3	Электромагнитные диагностические системы.	29.7	8	4	4	-	-	-	-	-	13.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электромагнитные диагностические системы."
3.1	Электромагнитные диагностические системы.	29.7	8	4	4	-	-	-	-	-	13.7	-	<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 "Электромагнитные диагностические системы." 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 "Электромагнитные диагностические системы." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 12-45
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0		32	16	16	-	-	-	-	0.3	43.7	-	
	Итого за семестр	108.0		32	16	16	-	-	-	-	0.3	43.7	-	
4	Оптические диагностические системы/	42	3	8	8	-	-	-	-	-	-	26	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Оптические диагностические системы/"
4.1	Оптические диагностические системы/	42		8	8	-	-	-	-	-	-	26	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Оптические диагностические системы/" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Оптические диагностические системы/" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Оптические диагностические системы/" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>



													[4], 198-234
5	Тепловизионные диагностические системы	33	4	4	-	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
5.1	Тепловизионные диагностические системы	33	4	4	-	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Тепловизионные диагностические системы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловизионные диагностические системы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 37-67
6	Радиографические диагностические системы.	33	4	4	-	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Радиографические диагностические системы."
6.1	Радиографические диагностические системы.	33	4	4	-	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Радиографические диагностические системы." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиографические диагностические системы." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 456-517
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>76</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>109.5</b>			

	ИТОГО	252.0	-	48	32	16	2	-	0.8	153.2	
--	-------	-------	---	----	----	----	---	---	-----	-------	--

**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. Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения.

1.1. Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения.

Представление о диагностической системе, области применения диагностических систем. Диагностирование техногенных и биологических объектов. Диагностические информационные технологии. Роботизация и автоматизация диагностических систем. Способы реконструкции внутренней структуры диагностических объектов. Принципы построения диагностических систем. Виды и способы физического зондирующего воздействия. Физические основы получения диагностической информации. Проектирование и оптимизация диагностических систем. Общие принципы построения аппаратных и программных решений. Виды и способы построения диагностических моделей. Аналитическое, эмпирическое и численное моделирование. Построение конечно-элементных моделей диагностических систем при различных физических зондирующих воздействиях..

#### 2. Акустические диагностические системы.

2.1. Акустические диагностические системы.

преобразователи, принцип работы и конструкция акустического микроскопа, фронтальная разрешающая способность, акустические характеристики материалов, пригодных для работы в области высокочастотного ультразвука, применение акустического микроскопа для неразрушающего контроля деталей микроэлектроники, биологических объектов. Использование методов акустической интроскопии в медицине. Сходство и особенности методов и аппаратуры ультразвуковой диагностики. Ультразвук в медицине: хирургия, физиотерапия, диагностика. Ультразвуковая диагностика (УЗИ или УЗД), преимущества и недостатки. Акустические характеристики тканей человека. Особенности применения импульсного эхо-метода. Виды сканирования: линейное, секторное. Электроакустические преобразователи для УЗИ. Вида развертки: В, С, М (в кардиологии). Технические характеристики аппаратуры УЗИ: получение изображения в реальном времени, компьютерная обработка изображения. Доплеровские установки диагностики кровотока. Методы визуализации акустических полей, возможность применения в дефектоскопии. Звукочувствительные пластинки, Шлирен-метод, метод фотоупругости, метод поверхностного рельефа, считывание деформации поверхности лазерным лучом, метод дифракции Брэгга, метод Теплера, звуковизор. Оптическое восстановление акустических голограмм. Восстановление изображения отражателей по цифровым многочастотным голограммам. Цифровые методы восстановления изображения дефекта. Современные голографические ультразвуковые системы. История развития ультразвуковой голографии. Ультразвуковая голография с записью интенсивности интерференционной картины наложения предметной и опорной акустических волн (метод поверхностного рельефа) и восстановления изображения объекта лазерным лучом. Недостатки практического применения в дефектоскопии. Ультразвуковая голография с использованием линейных детекторов амплитуды и фазы акустического поля, использование в качестве опорной волны сигнала опорного генератора. Решение обратной задачи восстановления изображения объекта по распределению комплексной амплитуды поля рассеяния с помощью преобразования Фраунгофера. Разрешающая способность восстановленного изображения объекта, применение многочастотных и импульсных сигналов. Метод синтезированной апертуры SAFT. Техническая реализация дефектоскопической системы ультразвуковой голографии, сканирующие устройства. Акустические методы измерения расхода жидкости и газа: времяпролетные, частотные, доплеровские расходомеры. Основные типы

расходомеров: времяпролетный, частотный, доплеровский. Физические принципы работы, конструкция, электронная схемотехника, метрологические характеристики..

### 3. Электромагнитные диагностические системы.

#### 3.1. Электромагнитные диагностические системы.

Магнитные величины, используемые в магнитном неразрушающем контроле (остаточная магнитная индукция и индукция насыщения, намагниченность, различные виды магнитной проницаемости). Намагничивание ферромагнетиков и методы определения магнитных параметров. Способы установления связи магнитных характеристик ферромагнитных объектов с их физико-химическими и магнитными свойствами. Классификация методов неразрушающих испытаний и место в них магнитного контроля. Основные свойства и характеристики индукционных, феррозондовых, полупроводниковых, магнитооптических преобразователей. Способы получения первичной информации. Сопоставление условий их применения при контроле различных типов изделий. Сравнение магнитных преобразователей с преобразователями в других видах неразрушающего контроля. Свойства и особенности магнитных порошков как магнитных индикаторов в неразрушающем контроле. Методы и средства намагничивания объектов контроля. Циркулярное, продольное и комбинированное намагничивание. Устройства для намагничивания. Расчет необходимой напряженности магнитного поля для проведения магнитного контроля. Особенности намагничивания в постоянном, переменном и импульсном магнитных полях. Размагничивание объектов контроля. Оценка степени остаточной намагниченности. Магнитная дефектоскопия как один из способов дефектоскопии. Требования к поверхности объекта контроля, подготовка объекта к контролю. Выявление дефектов при различных видах намагничивания. Контроль в приложенном и остаточном поле. Нанесение магнитного порошка или суспензии на поверхность объекта контроля. Осмотр деталей. Мешающие факторы при контроле сварных соединений и деталей сложной формы. Фиксация результатов магнитной дефектоскопии. Условные уровни чувствительности и условный дефект. Выбор режимов контроля по различным уровням в приложенном поле и методом остаточной намагниченности. Измерение напряженности магнитного поля на поверхности контролируемых деталей. Аппаратура для магнитопорошкового контроля. Универсальные, переносные и специализированные дефектоскопы. Магнитные поля неразмагниченных деталей могут вызвать нежелательные последствия. Неразмагниченные детали могут влиять на работу устройств автоматики, при механической обработке плохо размагниченных заготовок стружка может прилипнуть к резцу, что снизит чистоту обработки поверхности детали. Детали размагничивают до уровня, при котором остаточная намагниченность не нарушает нормальной работы приборов, агрегатов, не оказывает влияния на технологический процесс. Одной из причин недостаточного размагничивания деталей является различная ориентация частей детали по отношению к намагничивающему полю. Оценку намагниченности труб при сварочных работах на магистральных трубопроводах и выявление мешающих сварке магнитных полей на трубных станах можно производить, например, миллитесламетром. Надежность и безопасность многих типов грузоподъемных машин зависят от состояния стальных канатов. Своевременное обнаружение недопустимых, зачастую скрытых внутренних дефектов возможно лишь при использовании специальных дефектоскопов стальных канатов. Магнитные дефектоскопы, в которых канат намагничивается вдоль оси и измеряются поля рассеяния, создаваемые дефектами, позволяют обнаруживать все дефекты. Для проведения калибровки используют образец контролируемого каната (контрольный образец), на котором имеются два участка с разным и точно известным сечением. Актуальной задачей является обнаружение коррозионных поражений вантовых канатов кранов вблизи мест их заделки в муфту. Главная трудность здесь вызвана сильным влиянием большой ферромагнитной массы муфты на результаты контроля. Контрольный образец каната с искусственно выполненными дефектами типа

потери сечения и обрыва отдельных проволок предназначен для настройки и калибровки измерителя. Неразрушающий контроль трубопроводов, главным образом уложенных магистральных газопроводов, осуществляется путем пропускания внутри контролируемого трубопровода дефектоскопа, продвигающегося внутри трубопровода за счет давления потока газа, транспортируемого по трубопроводу. Принцип действия проходного дефектоскопа для внутритрубного обследования трубопроводов основан на измерении магнитного потока рассеивания. На магнитной секции размещены два пояса магнитов, способных намагничивать стенку трубопровода, и пояс датчиков утечки магнитного потока, установленный между поясами магнитов. Для выявления продольных трещин предназначены дефектоскопы, осуществляющие поперечное "секторное" намагничивание контролируемых участков трубы. Технология позиционирования магистральных газопроводов сокращает объем наиболее трудоемких полевых работ геодезического позиционирования, сроки навигационно-топографического обследования, увеличивает точность позиционирования элементов и дефектов. Магнитографический метод основан на записи на магнитную ленту магнитных полей рассеяния, например, создаваемых дефектами в сварных швах, и последующем считывании и расшифровке этой записи. Здесь процесс контроля оказывается разделенным на два этапа, разнесенных во времени. Технология контроля. Основные мешающие факторы. Размагничивание ленты. Намагничивание объекта контроля. Влияние ориентации дефектов. Способы повышения чувствительности магнитографического контроля..

#### 4. Оптические диагностические системы/

##### 4.1. Оптические диагностические системы/

Методы оптического контроля. Общие вопросы. Основы теоретической оптики. Особенности оптических методов и их классификация. Взаимодействие электромагнитного излучения оптического диапазона с различными объектами. Законы зрительного восприятия. Информационные параметры систем оптического неразрушающего контроля. Фотометрические, световые, спектральные единицы измерения параметров оптических полей. Основные геометрической оптики. Взаимодействие световых волн с поверхностями различной шероховатости. Модели отражения световых волн от поверхности. Принципы построения приборов оптического неразрушающего контроля. Классификация методов по получению полезной информации. Структура автоматизированной системы оптического контроля. Особенности источников оптического излучения. Устройства для формирования излучений требуемой интенсивности, направленности, спектрального состава, поляризации. Элементы оптических систем неразрушающего контроля. Вспомогательные устройства, применяемые при оптическом контроле. Преобразователи оптического излучения в электрический сигнал: электро-вакуумные, полупроводниковые и матричные. Особенности ПЗС и КМОП-матриц. Блоки и узлы оптических систем. Разновидности осветителей. Особенности лазерные осветителей для задач контроля. Устройства лазерного сканирования. Критерии качества оптических систем контроля. Разрешающая способность. Критерий Релея. Влияние оптической системы на формирование изображения. Передаточные функции элементов оптических систем и системы в целом. Точность измерений при оптическом контроле. Оптические миры Классификация методов оптического контроля. Аппаратура визуально-оптического контроля. Организация визуального и оптико-визуального контроля. Микроскопы общего применения, их использование для контроля размеров и оптических свойств. Метрологические вопросы измерений. Специализированные микроскопы и установки для неразрушающего контроля. Эндоскопы, их устройство, области применения. Дефектоскопия внешних поверхностей деталей. Автоматические системы оптического неразрушающего контроля. Системы измерения формы объектов. Приборы для контроля размеров, физических свойств и дефектоскопии в одной точке. Триангуляционный, рефлектометрический, автоколлимационные методы контроля формы. Интерференционные

методы измерения формы и дефектоскопии. Особенности интерференционного метода. Схемы установок. Достижимая точность метода. Методы контроля параметров формы объектов, позволяющие получить двумерную информацию. Теневой метод, метод светового сечения, метод теневого сечения, оптико-механический метод, муаровый метод, метод спекл-интерферометрии. Точность и схемы реализации. Стереоскопические и голографические системы для измерения формы объектов. Стереоскопический метод и голографический метод. Точность и схемы реализации..

## 5. Тепловизионные диагностические системы

### 5.1. Тепловизионные диагностические системы

Термины и определения. Особенности тепловых методов и их классификация. Виды теплообмена. Законы теплового излучения. Взаимодействие электромагнитного излучения ИК диапазона с различными объектами. Информационные параметры систем теплового неразрушающего контроля. Меры безопасности. Нагрев газом, током, электромагнитным полем. Применение лазера в непрерывном и импульсном режиме для нагрева объектов. Абсолютно черное тело. Серое тело. Излучение реальных тел – твердых, жидких, газообразных. Прохождение ИК излучения через атмосферу. Термоиндикаторы, термометры, термопары, термосопротивления, полупроводниковые приборы, пирозлектрические преобразователи, болометры и болометрические матрицы. Аппаратура контактного и бесконтактного измерения температуры, достоинства недостатки различных методов. Достижимая точность измерения температуры. Яркостные, радиационные, пирометры спектрального отношения. Особенности применения, функциональные схемы, точность измерения температур. Поле зрения пирометров. Отстройка от влияния излучательной способности объекта контроля. Схема реализации. Радиометры, измеряющие температуру вдоль прямой. Типы тепловизоров. Работа в различных спектральных интервалах ИК излучения. Устройство неохлаждаемого тепловизора с фокальной матрицей. Методы борьбы с темновыми шумами бесконтактной ИК аппаратуры, операции коррекции неоднородности. Влияние оптической системы на формирование термограммы. Передаточные функции элементов систем тепловизора и ИК-системы в целом. Точность измерений при бесконтактном тепловом контроле. Влияние атмосферы, теплового отражения, ветра, тепловой инерции, погодных условий. Влияние излучательной способности и ее флуктуаций. Примеры применения тепловизоров в различных отраслях промышленности. Примеры применения в строительстве, авиационной промышленности, на транспорте, в машиностроении, в металлургии, в нефтегазовой сфере, при производстве печатных плат и в сфере энергетики. Аэромониторинг объектов на поверхности и под поверхностью земли. Проведение аэромониторинга объектов, находящихся на поверхности и вблизи поверхности земли..

## 6. Радиографические диагностические системы.

### 6.1. Радиографические диагностические системы.

Физические явления при воздействии ионизирующих излучений. Явления, используемые при регистрации ионизирующих излучений: (фотографическое действие; фотоэффект; люминесценция; ионизация газов; действие излучения на полупроводники). Классификация детекторов. Принципы детектирования. Принципы регистрации ионизирующих излучений. Световые фотометрические единицы. Основные положения физиологической оптики. Обработка сенсорных сигналов оператором при зрительном восприятии. Радиографическая пленка как детектор. Формирование радиационных изображений и их преобразование в оптические при радиографическом контроле. Радиационный и оптический контрасты изображений. Общие характеристики радиационных изображений. Энергетические и

спектральные характеристики радиационного изображения. Влияние рассеянного излучения. Проекционное увеличение при радиационном контроле. Геометрическая нерезкость радиационного изображения. Дисторсия радиационного изображения. Сигнал/шум радиационного изображения. Контраст радиационного изображения. Теоретические принципы детектирования радиационного изображения радиографической пленкой. Чувствительность радиационного контроля. Выбор энергии и источников фотонного излучения. Выбор радиографических пленок и их химическо-фотографическая обработка. Выбор фокусного расстояния. Средства, применяемые для улучшения качества изображения. Схемы экспонирования объектов. Расшифровка радиографических снимков. Артефакты радиографических снимков. Виды дефектов и причины их возникновения. Документальное оформление результатов контроля. Микрорентгенография. Цифровая рентгенография. Динамическая щелевая радиография. Параллаксная радиография. Электрорадиография. Томография. Нейтронная радиография. Общие характеристики радиографии. Выбор источников и энергии фотонного излучения при радиографии. Основы цифровой и компьютерной радиографии. Оцифровка рентгенограмм. типы радиографических пленок их классификация, сенситометрические и дефектоскопические свойства радиографических пленок. Методы испытаний радиографических пленок. Разработка технологических карт контроля сварных соединения и отливок. Технологическая последовательность расшифровки радиограмм. Изображение типовых дефектов сварки и литья на снимках, ложные дефекты и способы их распознавания. Оценка чувствительности контроля по изображению индикаторов качества (эталонов чувствительности). Одиночные дефекты и скопления дефектов. Оценка качества объекта контроля по результатам расшифровки радиограмм..

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

1. Применение тепловизоров для теплового контроля;
2. Аппаратура теплового контроля;
3. . Примеры применения методов оптической диагностики;
4. Программное обеспечение оптических диагностических систем.;
5. Обработка информации в диагностических системах;
6. Диагностические модели;
7. Общая методология построения диагностических систем;
8. Составление обзора литературных источников.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Разработка технологической карты ультразвуковой диагностики;
2. Обнаружение дефектов разнородных объектов ультразвуковым методом;
3. Моделирование методов контроля магистральных трубопроводов;
4. Моделирование физических полей объектов и выбор информативных параметров.

### **3.5 Консультации**

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

1. Групповые консультации по разделу "Диагностические системы и технологии. Современное состояние. Области применения"
2. Обсуждение материалов по разделу "Акустические диагностические системы."
3. Обсуждение материалов по разделу "Электромагнитные диагностические системы."
4. Обсуждение материалов по разделу "Оптические диагностические системы/"
5. Обсуждение материалов по разделу "Тепловизионные диагностические системы"
6. Обсуждение материалов по разделу "Радиографические диагностические системы."

### **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	5	6	
<b>Знать:</b>								
требования к программному обеспечению диагностических систем	ИД-1опк-1	+						Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 "Моделирование физических полей объектов и выбор информативных параметров"
основные источники научно-технической информации в области диагностических информационных технологий	ИД-1опк-3			+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 "Моделирование методов контроля магистральных трубопроводов"
физические основы методов неразрушающего контроля	ИД-1опк-4		+					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3 Обнаружение дефектов разнородных объектов ультразвуковым методом  Лабораторная работа/Лабораторная работа №4 Разработка технологической карты ультразвуковой диагностики
физические и математические модели и методы, используемые при проектировании диагностических систем и технологий	ИД-1опк-7						+	Тестирование/Основы радиографического контроля.
<b>Уметь:</b>								
формулировать цели, определить задачи, выбрать методы исследования в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации	ИД-2опк-1	+						Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 1 "Моделирование физических полей объектов и выбор информативных параметров"
использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и	ИД-2опк-3		+	+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы № 2 "Моделирование методов контроля магистральных трубопроводов"  Лабораторная работа/Защита лабораторной

экспериментального исследования								работы №3 Обнаружение дефектов разнородных объектов ультразвуковым методом
составлять методики диагностирования различных техногенных объектов с использованием типового встроенного программного обеспечения диагностических систем	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>				+			Интервью/Оптические диагностические системы Реферат/Оптические диагностические системы.
проводить моделирование диагностических систем с применением различных видов физических воздействий	ИД-2 <sub>ОПК-7</sub>					+		Реферат/Тепловизионные диагностические системы

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

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

#### **2 семестр**

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторной работы № 1 "Моделирование физических полей объектов и выбор информативных параметров" (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы № 2 "Моделирование методов контроля магистральных трубопроводов" (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 Обнаружение дефектов разнородных объектов ультразвуковым методом (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа №4 Разработка технологической карты ультразвуковой диагностики (Лабораторная работа)

#### **3 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Основы радиографического контроля. (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Оптические диагностические системы. (Реферат)
2. Тепловизионные диагностические системы (Реферат)

Форма реализации: Устная форма

1. Оптические диагностические системы (Интервью)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

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

*Экзамен (Семестр №3)*

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

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. 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>;

2. Неразрушающий контроль и диагностика : Справочник / ЗАО "НИИИИИ МНПО 'Спектр" ; Ред. В. В. Клюев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Машиностроение, 2003 . – 656 с. - ISBN 5-217-03178-6 .;
3. Неразрушающий контроль : В 5 кн. Кн. 3. Электромагнитный контроль / В. Г. Герасимов, и др. – М. : Высшая школа, 1992 . – 308 с. : 67.20 .;
4. Неразрушающий контроль. В 5 кн. кн.2. Акустические методы контроля / И. Н. Ермолов, и др., В. В. Сухоруков . – М. : Высшая школа, 1991 . – 283 с. - ISBN 5-06-002038-X .;
5. Вавилов, В. П. Инфракрасная термография и тепловой контроль / В. П. Вавилов . – 2-е изд., доп . – М. : Спектр, 2013 . – 544 с. - ISBN 978-5-4442-0013-1 ..

## 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-500/1, Учебная лаборатория "Современные методы диагностики топливно-энергетического оборудования"	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, доска меловая, доска маркерная, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

промежуточной аттестации	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

### Организация научных исследований

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Защита лабораторной работы № 1 "Моделирование физических полей объектов и выбор информативных параметров" (Лабораторная работа)
- КМ-2 Защита лабораторной работы № 2 "Моделирование методов контроля магистральных трубопроводов" (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторной работы №3 Обнаружение дефектов разнородных объектов ультразвуковым методом (Лабораторная работа)
- КМ-4 Лабораторная работа №4 Разработка технологической карты ультразвуковой диагностики (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	12	16
1	Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения.					
1.1	Диагностические системы и технологии. Современное состояние, области применения.		+			
2	Акустические диагностические системы.					
2.1	Акустические диагностические системы.			+	+	+
3	Электромагнитные диагностические системы.					
3.1	Электромагнитные диагностические системы.			+	+	
Вес КМ, %:			25	25	25	25

#### 3 семестр

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

- КМ-5 Основы радиографического контроля. (Тестирование)
- КМ-6 Тепловизионные диагностические системы (Реферат)
- КМ-7 Оптические диагностические системы. (Реферат)
- КМ-8 Оптические диагностические системы (Интервью)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя	4	8	12	16

		КМ:				
1	Оптические диагностические системы/					
1.1	Оптические диагностические системы/			+	+	
2	Тепловизионные диагностические системы					
2.1	Тепловизионные диагностические системы		+			
3	Радиографические диагностические системы.					
3.1	Радиографические диагностические системы.	+				
Вес КМ, %:		25	25	25	25	