

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: Диагностические системы и технологии (приборы диагностики зданий и сооружений, медицинские диагностические приборы)

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАДИАЦИОННОМ
НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03.01.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	9 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	9 семестр - 8 часов;
Практические занятия	9 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	9 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	9 семестр - 128,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	9 семестр - 1,2 часа;
включая: Тестирование Проверочная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	9 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Максимова А.А.
	Идентификатор	R6a033f13-VorozhtsovaAA-daecd87

А.А. Максимова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

А.А. Хвостов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Самокрутов А.А.
	Идентификатор	R145b9cc2-SamokrutovAA-7b5e7dd

А.А.
Самокрутов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение физических основ взаимодействия ионизирующих излучений (ИИ) с веществом, эффектов, возникающих при воздействии фотонных и корпускулярных излучений на материалы и возможность их использования для практического применения в народном хозяйстве, а также оценить степень опасного воздействия излучений на организм человека.

Задачи дисциплины

- ознакомление с технологическими процессами радиационного неразрушающего контроля и области его применения;
- получение навыков работы в оптимальных режимах рентгенографического контроля, томографии, цифровой рентгенографии;
- изучение принципов действия измерительных установок и измерительных систем;
- знакомство с современными приборами и методами измерения.

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 проводить конструирование и моделирование диагностических систем	ИД-1 _{ПК-2} разрабатывает и эксплуатирует системы диагностического контроля	знать: - условия эксплуатации рентгеновской, гамма-аппаратуры, и дозиметрической аппаратуры и применение ее к конкретным условиям контроля; - основы физики ионизирующих излучений и их взаимодействие с различными материалами. уметь: - применять метод радиографического контроля для диагностики ответственных изделий; - определять целесообразность применения метода радиационного контроля с целью обнаружения недопустимых дефектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Диагностические системы и технологии (приборы диагностики зданий и сооружений, медицинские диагностические приборы) (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 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	Детекторы проникающих излучений	29.00	9	2.0	-	1.0 0	-	0.5	-	0.3	-	25.2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Детекторы проникающих излучений" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Детекторы проникающих излучений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], п.3-4
1.1	Физические явления при воздействии ионизирующих излучений	9.35		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	8.4	-	
1.2	Классификация детекторов	9.45		0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.1	-	8.4	-	
1.3	Обработка сенсорных сигналов оператором при зрительном восприятии	10.2		1	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	8.4	-	
2	Радиографический метод неразрушающего контроля	37.60		2.0	-	1.0 0	-	0.5	-	0.4	-	33.7	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Радиографический метод неразрушающего контроля" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиографический метод неразрушающего контроля" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.9-11
2.1	Общие характеристики радиационных изображений	9.35		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	8.4	-	
2.2	Геометрическая нерезкость радиационного изображения	9.35		0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	8.4	-	
2.3	Теоретические принципы детектирования	9.45		0.5	-	0.2 5	-	0.2	-	0.1	-	8.4	-	

	радиационного изображения радиографической пленкой 1												
2.4	Средства, применяемые для улучшения качества изображения	9.45	0.5	-	0.2 5	-	0.1	-	0.1	-	8.5	-	
3	Разработка технологии радиографического контроля	20.70	2	-	1.0	-	0.50	-	0.2	-	17.0	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Разработка технологии радиографического контроля" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка технологии радиографического контроля" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.4-6
3.1	Общие характеристики радиографии	10.25	1	-	0.5	-	0.25	-	0.1	-	8.4	-	
3.2	Оцифровка рентгенограмм	10.45	1	-	0.5	-	0.25	-	0.1	-	8.6	-	
4	Расшифровка радиографического изображения	20.70	2	-	1.0	-	0.50	-	0.3	-	16.9	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расшифровка радиографического изображения" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расшифровка радиографического изображения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.10-13
4.1	Технологическая последовательность расшифровки радиограмм	10.25	1	-	0.5	-	0.25	-	0.1	-	8.4	-	
4.2	Оценка чувствительности контроля по изображению индикаторов качества (эталонов чувствительности)	10.45	1	-	0.5	-	0.25	-	0.2	-	8.5	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	35.7	
	Всего за семестр	144.00	8.0	-	4.0 0	-	2.00	-	1.2	0.3	92.8	35.7	
	Итого за семестр	144.00	8.0	-	4.0 0	2.00		1.2		0.3	128.5		

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. Детекторы проникающих излучений

1.1. Физические явления при воздействии ионизирующих излучений

Явления, используемые при регистрации ионизирующих излучений: (фотографическое действие; фотоэффект; люминесценция; ионизация газов; действие излучения на полупроводники).

1.2. Классификация детекторов

Принципы детектирования. Принципы регистрации ионизирующих излучений. Световые фотометрические единицы. Основные положения физиологической оптики.

1.3. 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.

2. Радиографический метод неразрушающего контроля

2.1. Общие характеристики радиационных изображений

Энергетические и спектральные характеристики радиационного изображения. Влияние рассеянного излучения. Проекционное увеличение при радиационном контроле.

2.2. Геометрическая нерезкость радиационного изображения

Дисторсия радиационного изображения. Сигнал/шум радиационного изображения. Контраст радиационного изображения.

2.3. Теоретические принципы детектирования радиационного изображения радиографической пленкой 1

Чувствительность радиационного контроля. Выбор энергии и источников фотонного излучения. Выбор радиографических пленок и их химическо-фотографическая обработка. Выбор фокусного расстояния.

2.4. Средства, применяемые для улучшения качества изображения

Схемы экспонирования объектов. Расшифровка радиографических снимков. Артефакты радиографических снимков. Виды дефектов и причины их возникновения.

3. Разработка технологии радиографического контроля

3.1. Общие характеристики радиографии

Выбор источников и энергии фотонного излучения при радиографии. Основы цифровой и компьютерной радиографии.

3.2. Оцифровка рентгенограмм

Методы испытаний радиографических пленок. Разработка технологических карт контроля сварных соединения и отливок.

4. Расшифровка радиографического изображения

4.1. Технологическая последовательность расшифровки радиограмм

Изображение типовых дефектов сварки и литья на снимках, ложные дефекты и способы их распознавания.

4.2. Оценка чувствительности контроля по изображению индикаторов качества (эталонov чувствительности)

Одиночные дефекты и скопления дефектов. Оценка качества объекта контроля по результатам расшифровки радиограмм.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет минимального фокусного расстояния при экспонировании объекта контроля по чертежу;
2. Выбор схемы контроля и построение эпюр оптической плотности радиографического снимка;
3. Определение чувствительности контроля по изображению индикатора качества изображения;
4. Расчет радиационно-безопасного расстояния при работе с открытыми источниками излучения;
5. Разработка технологической карты контроля сварного соединения и отливки по заданным образцам.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Детекторы проникающих излучений"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Радиографический метод неразрушающего контроля"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Разработка технологии радиографического контроля"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расшифровка радиографического изображения"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Детекторы проникающих излучений"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Радиографический метод неразрушающего контроля"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Разработка технологии радиографического контроля"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расшифровка радиографического изображения"

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	
Знать:						
основы физики ионизирующих излучений и их взаимодействие с различными материалами	ИД-1ПК-2	+				Тестирование/Ионизирующие излучения и физика частиц
условия эксплуатации рентгеновской, гамма-аппаратуры, и дозиметрической аппаратуры и применение ее к конкретным условиям контроля	ИД-1ПК-2		+			Тестирование/Радиационная дефектоскопия
Уметь:						
определять целесообразность применения метода радиационного контроля с целью обнаружения недопустимых дефектов	ИД-1ПК-2			+		Проверочная работа/Радиационная безопасность при радиационном контроле
применять метод радиографического контроля для диагностики ответственных изделий	ИД-1ПК-2				+	Проверочная работа/Основы радиационного контроля

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

9 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Ионизирующие излучения и физика частиц (Тестирование)
2. Радиационная дефектоскопия (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Основы радиационного контроля (Проверочная работа)
2. Радиационная безопасность при радиационном контроле (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №9)

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

В диплом выставляется оценка за 9 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Румянцев, С. В. Справочник по радиационным методам неразрушающего контроля / С. В. Румянцев, А. С. Штань, В. А. Гольцев. – М. : Энергоиздат, 1982. – 240 с.;
2. Румянцев, С. В. Радиационная дефектоскопия / С. В. Румянцев. – М. : Атомиздат, 1968. – 560 с.;
3. Л. А. Сашина- "Радиационный неразрушающий контроль", Издательство: "Академия стандартизации, метрологии и сертификации", Москва, 2012 - (124 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=137046>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
6. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
7. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
8. 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-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые технологии в радиационном неразрушающем контроле

(название дисциплины)

9 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Ионизирующие излучения и физика частиц (Тестирование)
 КМ-2 Радиационная дефектоскопия (Тестирование)
 КМ-3 Радиационная безопасность при радиационном контроле (Проверочная работа)
 КМ-4 Основы радиационного контроля (Проверочная 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	Детекторы проникающих излучений					
1.1	Физические явления при воздействии ионизирующих излучений		+			
1.2	Классификация детекторов		+			
1.3	Обработка сенсорных сигналов оператором при зрительном восприятии		+			
2	Радиографический метод неразрушающего контроля					
2.1	Общие характеристики радиационных изображений			+		
2.2	Геометрическая нерезкость радиационного изображения			+		
2.3	Теоретические принципы детектирования радиационного изображения радиографической пленкой 1			+		
2.4	Средства, применяемые для улучшения качества изображения			+		
3	Разработка технологии радиографического контроля					
3.1	Общие характеристики радиографии				+	
3.2	Оцифровка рентгенограмм				+	
4	Расшифровка радиографического изображения					
4.1	Технологическая последовательность расшифровки радиограмм					+

4.2	Оценка чувствительности контроля по изображению индикаторов качества (эталонов чувствительности)				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25