

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

---

Направление подготовки/специальность: 12.04.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.03
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	2 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 93,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Тестирование</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	2 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

**Преподаватель**

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Степанов А.В.
	Идентификатор	R01c0ae05-StepanovAVIac-c7335e1

(подпись)

**А.В. Степанов**

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель  
образовательной программы**

(должность, ученая степень, ученое звание)

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


(подпись)

**В.П. Лунин**

(расшифровка  
подписи)

**Заведующий выпускающей  
кафедры**

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

**И.Н. Желбаков**

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение физических основ 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

- Познакомить обучающихся с технологическими процессами радиационного неразрушающего контроля и области его применения;
- Дать информацию оптимальных режимах рентгенографического контроля, томографии, цифровой рентгенографии.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен проводить научные исследования, направленные на развитие методов неразрушающего контроля	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Проводит экспериментальные исследования с использованием методов неразрушающего контроля	знать: - основы физики ионизирующих излучений и их взаимодействие с различными материалами.  уметь: - определять целесообразность применения метода радиационного контроля с целью обнаружения недопустимых дефектов.
ПК-1 Способен проводить научные исследования, направленные на развитие методов неразрушающего контроля	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Создает новые технологии и методики неразрушающего контроля	знать: - условия эксплуатации рентгеновской, гамма-аппаратуры, и дозиметрической аппаратуры и применение ее к конкретным условиям контроля.  уметь: - применять метод радиографического контроля для диагностики ответственных изделий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Приборы и методы контроля качества и диагностики (далее – ОПОП), направления подготовки 12.04.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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	22	2	-	4	8	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Детекторы проникающих излучений"  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [3], п.3-4</p>	
1.1	Физические явления при воздействии ионизирующих излучений	5		-	1	2	-	-	-	-	-	-	2		-
1.2	Классификация детекторов	7		-	1	2	-	-	-	-	-	-	4		-
1.3	Обработка сенсорных сигналов оператором при зрительном восприятии	10		-	2	4	-	-	-	-	-	-	4		-
2	Радиографический метод неразрушающего контроля	36		-	4	8	-	-	-	-	-	-	24		-
2.1	Общие характеристики радиационных изображений	7	-	1	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиографический метод неразрушающего контроля"  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], п.9-11</p>	
2.2	Геометрическая нерезкость радиационного изображения	7	-	1	2	-	-	-	-	-	-	4	-		
2.3	Теоретические принципы детектирования	11	-	1	2	-	-	-	-	-	-	8	-		

	радиационного изображения радиографической пленкой												
2.4	Средства, применяемые для улучшения качества изображения	11	-	1	2	-	-	-	-	-	8	-	
3	Разработка технологии радиографического контроля	24	-	4	8	-	-	-	-	-	12	-	<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 "Разработка технологии радиографического контроля" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Разработка технологии радиографического контроля и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Разработка технологии радиографического контроля"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], п.4-6</p>
3.1	Общие характеристики радиографии	12	-	2	4	-	-	-	-	-	6	-	
3.2	Оцифровка рентгенограмм	12	-	2	4	-	-	-	-	-	6	-	
4	Расшифровка радиографического изображения	26	-	4	8	-	-	-	-	-	14	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расшифровка радиографического изображения"</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 "Расшифровка радиографического</p>
4.1	Технологическая последовательность расшифровки радиограмм	12	-	2	4	-	-	-	-	-	6	-	
4.2	Оценка чувствительности контроля по изображению	14	-	2	4	-	-	-	-	-	8	-	

	индикаторов качества (эталонов чувствительности)												изображения" материалу. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расшифровка радиографического изображения и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расшифровка радиографического изображения" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п.10-13
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	-	16	32	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	-	16	32		2	-		0.5		93.5	

**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

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 соединений 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 (эталонной 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

1. Построение номограмм экспозиций для рентгеновского аппарата;
2. Фотометрирование рентгенограмм;
3. Разработка технологической карты контроля;
4. Расшифровка рентгенограмм и определение пригодности объекта контроля.

### 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"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
основы физики ионизирующих излучений и их взаимодействие с различными материалами	ИД-3 <sub>ПК-1</sub>	+				Тестирование/Ионизирующие излучения и физика частиц
условия эксплуатации рентгеновской, гамма-аппаратуры, и дозиметрической аппаратуры и применение ее к конкретным условиям контроля	ИД-4 <sub>ПК-1</sub>		+			Тестирование/Радиационная дефектоскопия
<b>Уметь:</b>						
определять целесообразность применения метода радиационного контроля с целью обнаружения недопустимых дефектов	ИД-3 <sub>ПК-1</sub>			+		Контрольная работа/Радиационная безопасность при радиационном контроле
применять метод радиографического контроля для диагностики ответственных изделий	ИД-4 <sub>ПК-1</sub>				+	Контрольная 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**

**2 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

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

Форма реализации: Компьютерное задание

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

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №2)*

Экзаменационная составляющая оценки за освоение дисциплины определяется в соответствие с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ"

**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. Радиационная дефектоскопия / С. В. Румянцев . – М. : Атомиздат, 1968 . – 560 с.;
2. Румянцев, С. В. Справочник по радиационным методам неразрушающего контроля / С. В. Румянцев, А. С. Штань, В. А. Гольцев . – М. : Энергоиздат, 1982 . – 240 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. Office;
2. Windows.

##### **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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-312/1, Учебная лаборатория Электромагнитных методов контроля	стол преподавателя, стол, стул, шкаф, лабораторный стенд, оборудование для экспериментов, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Радиационный контроль

(название дисциплины)

## 2 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 (Контрольная работа)  
 КМ-4 Основы радиационного контроля (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	14
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			+		
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 (эталонных чувствительности)					+

	Bec KM, %:	10	25	35	30
--	------------	----	----	----	----