

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
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.30
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	5 семестр - 16 часов;
Практические занятия	5 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	5 семестр - 32 часа;
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,50 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.А. Хвостов

(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 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 как примера практического использования ИИ в промышленности и энергетике;
- дать информацию об источниках ИИ и преобразователях ИИ в другие виды энергии;
- научить анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественные и зарубежные нормативные документы, регламентирующие условия работы с ИИ;
- ознакомить с особенностями взаимодействия рентгеновского, гамма-, бета-, альфа-излучения и нейтронов с различными сплавами и другими материалами).

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-2 способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных, интеллектуально-правовых и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов	ИД-1 _{ОПК-2} Осуществляет профессиональную деятельность с учетом экологических ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов	знать: - основные способы практического использования рентгеновского и гамма-излучения для оценки качества изделия; - основные источники научно-технической информации по физике ИИ, в том числе и отечественную и зарубежную (EN) нормативно-техническую документацию (НТД). уметь: - определить оптимальные режимы и параметры радиографических исследований; - оценить эффективность применения ИИ для выявления качества отливки или сварного соединения.

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.

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	Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом	17.4	5	3	4	2	-	0.4	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], п.1-2</p>
1.1	Ионизирующие излучения	8.2		1	2	1	-	0.2	-	-	-	4	-	
1.2	Квантовая теория возбуждения рентгеновского излучения	9.2		2	2	1	-	0.2	-	-	-	4	-	
2	Радиационные методы неразрушающего контроля	45.7		5	14	6	-	0.7	-	-	-	20	-	
2.1	Область применения радиационных методов неразрушающего контроля	11.2		1	4	2	-	0.2	-	-	-	4	-	
2.2	Эффект образования пар	16.2	2	4	2	-	0.2	-	-	-	8	-		
2.3	Качественные характеристики рентгеновского	18.3	2	6	2	-	0.3	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></p>	

	излучения												Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиационные методы неразрушающего контроля" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п.4-7
3	Источники ионизирующих излучений	20.4	4	4	4	-	0.4	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Источники ионизирующих излучений"
3.1	Способы ускорения электронов	10.2	2	2	2	-	0.2	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
3.2	Источники высокоэнергетического излучения линейные и циклические ускорители, бетатроны	10.2	2	2	2	-	0.2	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Источники ионизирующих излучений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.1-2
4	Регистрация проникающих излучений	26.5	4	10	4	-	0.5	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Регистрация проникающих излучений"
4.1	Физические явления при воздействии ионизирующих излучений на некоторые вещества	12.2	2	4	2	-	0.2	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Регистрация проникающих излучений" материалу.
4.2	Ионизационный метод измерений ионизирующих излучений	14.3	2	6	2	-	0.3	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение

													дополнительного материала по разделу "Регистрация проникающих излучений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.3
	Экзамен	34.00	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	33.50	
	Всего за семестр	144.00	16	32	16	-	2.0	-	-	0.50	44	33.50	
	Итого за семестр	144.00	16	32	16	2.0	-	-	-	0.50	77.50		

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. Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом

1.1. Ионизирующие излучения

Природа ионизирующего излучения. Характеристики ионизирующих излучений и параметры их взаимодействия с веществом. Распределение энергии рентгеновского излучения в пространстве.

1.2. Квантовая теория возбуждения рентгеновского излучения

Неоднородность торможения. Минимальная длина волны в спектре тормозного излучения. Сплошной и дискретный спектры излучения.

2. Радиационные методы неразрушающего контроля

2.1. Область применения радиационных методов неразрушающего контроля

Поглощение излучения, фотоэффект. Рассеяние излучения. Эффект Комптона. Когерентное рассеяние.

2.2. Эффект образования пар

Ослабление неоднородного пучка излучения. Эффективный коэффициент ослабления излучения.

2.3. Качественные характеристики рентгеновского излучения

Взаимодействие бета- и альфа-излучения с веществом. Взаимодействие нейтронного излучения с веществом.

3. Источники ионизирующих излучений

3.1. Способы ускорения электронов

Рентгеновские аппараты.

3.2. Источники высокоэнергетического излучения линейные и циклические ускорители, бетатроны

Радионуклидные источники излучения. Источники нейтронов.

4. Регистрация проникающих излучений

4.1. Физические явления при воздействии ионизирующих излучений на некоторые вещества

Классификация детекторов. Принципы детектирования. Принципы регистрации ионизирующих излучений.

4.2. Ионизационный метод измерений ионизирующих излучений

Полупроводниковые преобразователи. Сцинтилляционные преобразователи. Радиографическая пленка как детектор. Регистрация нейтронного излучения.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет радиационно-безопасных условий работы;
2. Расчет активности радионуклида по его периоду полураспада и времени распада.

- Определение периода полураспада по постоянной распада и первоначальной активности;
3. Определение поля излучения в зависимости от расстояния до источника и вида излучения;
 4. Расчет дозы мощности дозы излучения (поглощенной, экспозиционной, эквивалентной) в зависимости от расстояния, толщины экрана, времени работы оператора.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Влияние режима и параметров контроля на оптическую плотность радиографических снимков;
2. Испытание радиографических пленок.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Радиационные методы неразрушающего контроля"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Источники ионизирующих излучений"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Регистрация проникающих излучений"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Радиационные методы неразрушающего контроля"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Источники ионизирующих излучений"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Регистрация проникающих излучений"

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:						
основные источники научно-технической информации по физике ИИ, в том числе и отечественную и зарубежную (EN) нормативно-техническую документацию (НТД)	ИД-1 _{ОПК-2}	+				Тестирование/Ионизирующие излучения и физика частиц
основные способы практического использования рентгеновского и гамма-излучения для оценки качества изделия	ИД-1 _{ОПК-2}			+		Тестирование/Источники излучений
Уметь:						
оценить эффективность применения ИИ для выявления качества отливки или сварного соединения	ИД-1 _{ОПК-2}				+	Лабораторная работа/Влияние режима и параметров контроля на оптическую плотность радиографических снимков
определить оптимальные режимы и параметры радиографических исследований	ИД-1 _{ОПК-2}		+			Лабораторная работа/Испытание радиографических пленок

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Влияние режима и параметров контроля на оптическую плотность радиографических снимков (Лабораторная работа)
2. Испытание радиографических пленок (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Ионизирующие излучения и физика частиц (Тестирование)
2. Источники излучений (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

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 5 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. Типовые методики радиационной дефектоскопии и защиты / С. В. Румянцев, В. А. Добромислов, О. И. Борисов . – М. : Атомиздат, 1979 . – 199 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 / Российский пакет офисных программ;
2. 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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

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 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 хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Взаимодействие излучения с веществом**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Ионизирующие излучения и физика частиц (Тестирование)
 КМ-2 Испытание радиографических пленок (Лабораторная работа)
 КМ-3 Источники излучений (Тестирование)
 КМ-4 Влияние режима и параметров контроля на оптическую плотность радиографических снимков (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	14
1	Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом					
1.1	Ионизирующие излучения		+			
1.2	Квантовая теория возбуждения рентгеновского излучения		+			
2	Радиационные методы неразрушающего контроля					
2.1	Область применения радиационных методов неразрушающего контроля			+		
2.2	Эффект образования пар			+		
2.3	Качественные характеристики рентгеновского излучения			+		
3	Источники ионизирующих излучений					
3.1	Способы ускорения электронов				+	
3.2	Источники высокоэнергетического излучения линейные и циклические ускорители, бетатроны				+	
4	Регистрация проникающих излучений					
4.1	Физические явления при воздействии ионизирующих излучений на некоторые вещества					+
4.2	Ионизационный метод измерений ионизирующих излучений					+
Вес КМ, %:			20	30	20	30