

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор Белорусско-Российского  
университета

  
Ю. В. Машин

«17» 06 2022 г.

Регистрационный № УД-120301/Б.1.В.12/р

## ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.01 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Направленность (профиль) Информационные системы и технологии неразрушающего  
контроля и диагностики

Квалификация Бакалавр

|   | Форма обучения |
|---|----------------|
|   | Очная          |
| Курс  | 4              |
| Семестр                                     | 7              |
| Лекции, часы                                | 44             |
| Практические занятия, часы                  | 14             |
| Лабораторные занятия, часы                  | 14             |
| Экзамен, семестр                            | 7              |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 72             |
| Самостоятельная работа, часы                | 72             |
| Всего часов / зачетных единиц               | 144/4          |

Кафедра-разработчик программы: Физические методы контроля  
Составитель: канд. техн. наук, доц. Шилова И.В.

Могилев, 2022

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение № 945 от 19. 09. 2017 г., учебным планом рег. №120301-4 от 30.08. 2021 г.


Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Физические методы контроля» «25» 03. 2022 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  С. С. Сергеев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

«15» июня 2022 г., протокол № 7.

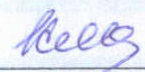
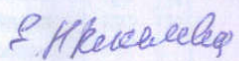
Зам. председателя  
Научно-методического совета

 С. А. Сухоцкий

Рецензент:  
Генеральный директор ЗАО «ТПМ», к.т.н., доцент Молочков Василий Александрович

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь

Начальник учебно-методического  
отдела

 В. А. Кемова

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1.1 Цель учебной дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является ознакомление студентов с основными необходимыми положениями из акустики, физическими принципами основных методов контроля с применением определенного математического аппарата, а также с приборной базой, методическими и технологическими вопросами применения акустических методов для дефектоскопии, измерения геометрических параметров, контроля физико-механических свойств материалов и изделий.

### 1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

**знать:**

- основные физические закономерности рентгеновского и гамма-излучения;
- характеристики и особенности детекторов ионизирующих излучений;
- устройство и принцип действия средств радиационного контроля;
- способы улучшения метрологических характеристик рентгеновских и гамма-дефектоскопов;
- технологию радиационного контроля типовых объектов.

**уметь:**

- производить расчет средств защиты от ионизирующего излучения;
- настраивать рентгеновские и гамма-дефектоскопы;
- разрабатывать технологию радиационного контроля материалов и изделий и метрологическое обеспечение технических средств;
- производить контроль и расшифровку рентгеновских снимков;
- составлять технологические карты на контроль.

**владеть:**

- способностью рационального выбора методов и средств радиационного контроля, универсальными техническими средствами радиационного контроля, методами обработки информации при проведении контроля и диагностики промышленных объектов.

### 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика;
- физика;
- теория физических полей;
- источники и приемники излучений.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- неразрушающий контроль в производстве;
- основы проектирования приборов и систем;
- методы технической диагностики.

Кроме того, результаты изучения дисциплины будут использоваться в ходе преддипломной практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

| Коды формируемых компетенций | Наименования формируемых компетенций   |
|------------------------------|--|
| ПК-6                         | Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики |
| ПК-8                         | Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий                       |

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

| Номер темы | Наименование тем   | Содержание   | Коды формируемых компетенций |
|------------|--|--|------------------------------|
| 1          | Физические и биологические аспекты взаимодействия ионизирующих излучений с веществом | Строение атома. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Природа альфа-, бета- и гамма-излучений. Единицы измерения ионизирующих излучений. Доза излучения и мощность дозы излучения. Активность радиоактивных излучений. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Источники ионизирующих излучений (ИИИ). Классификация и общая характеристика ИИИ. Рентгеновские аппараты. Ускорители электронов. Линейные резонансные ускорители. Бетатроны и микротроны. Источники гамма излучения и гамма дефектоскопы. Биологическое действие ИИИ. | ПК-6                         |
| 2          | Методы регистрации и измерения ионизирующих излучений                                | Детекторы ионизирующих излучений. Ионизационная камера, пропорциональный счетчик, счетчик Гейгера-Мюллера. Полупроводниковые детекторы. Сцинтилляционный метод. Фотографический и химический методы. Радиохромные плёнки. Термолюминесцентные и радиофотолюминесцентные дозиметры.   | ПК-6, ПК-8                   |
| 3          | Радиографический метод контроля  | Основы метода. Классификация аппаратуры рентгеновской и гамма дефектоскопии. Детекторы в радиографии: рентгеновские пленки, компьютерная радиография на запоминающих пластинах, плоскочастотные детекторы. Усиливающие и люминесцентные экраны. Экспозиция просвечивания. Принадлежности и оснастка для промышленной радиографии. Схемы просвечивания. Подготовка к просвечиванию. Чувствительность. Эталоны чувствительности, применяемые в радиографии. Расшифровка снимков.   | ПК-6, ПК-8                   |
| 4          | Радиоскопия и радиометрия  | Общая характеристика радиоскопии и радиометрии. Выбор источников и энергии фотонного излучения. Детекторы для  | ПК-6, ПК-8                   |

|   |   |   |            |
|---|---|---|------------|
|   |   | радиоскопии. Измерители толщины.  |            |
| 5 | Томография. Поисковые системы на основе метода радиационной интроскопии | Метод рентгеновской компьютерной томографии в промышленности и медицине. Гамма-камера и однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Позитронная эмиссионная томография. Поисковые системы на основе метода радиационной интроскопии   | ПК-6, ПК-8 |
| 6 | Терапия с использованием ИИИ  | Лучевая терапия фотонами и электронами. Терапия протонами и ионами. Терапия нейтронами. Гамма-нож. Кибер-нож. Брахитерапия. Аппараты интраоперационной лучевой терапии  | ПК-6       |
| 7 | Обеспечение радиационной безопасности                                   | Основные нормативные документы в области обеспечения радиационной безопасности. Классификация радиационных объектов потенциальной опасности. Организация работ с источниками излучения. Поставка, учет, хранение и перевозка источников излучения. Вывод и эксплуатация радиационных объектов и ИИИ. Работа с УГИИ. Работа с закрытыми источниками и устройствами, генерирующими ионизирующее излучение. Работа с открытыми источниками излучения. Требования к помещениям рентгенодефектоскопических лабораторий. Требования к конструкции аппаратов и их размещений. Проведение рентгеновской дефектоскопии с использованием стационарных, переносных и передвижных аппаратов. Требования к устройству радионуклидных дефектоскопов. Требования к проведению работ с использованием радионуклидных дефектоскопов. Требования к зарядке, перезарядке и ремонту дефектоскопов. Требования к производственным помещениям, транспортировке и хранению дефектоскопов. Обращение с радиоактивными отходами. | ПК-6       |

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

| № недели | Лекции<br>(наименование тем)   | Часы | Практические<br>(семинарские)<br>занятия   | Часы | Лабораторные<br>занятия  | Часы |   | Самостоятельная<br>работа часов | Форма контроля<br>знаний | Баллы (max) |
|----------|--|------|--|------|--|------|---|---------------------------------|--------------------------|-------------|
|          |  |      |  |      |  |      |   |                                 |                          |             |
| Модуль 1 |  |      |  |      |  |      |   |                                 |                          |             |
| 1        | Тема 1. Физические и биологические аспекты взаимодействия ионизирующих излучений с веществом | 2    | Пр. р. 1. Расчет экспозиционной, поглощенной и эквивалентной доз. Расчет линейного пробега различных частиц в веществе | 2    | Л.р. № 1. Дозиметрия ионизирующих излучений                              | 2    | 2 |                                 | ЗЛР<br>ЗПР               | 2<br>2      |
| 2        | Тема 1. Физические и биологические аспекты взаимодействия ионизирующих излучений с веществом | 4    |  |      |  |      | 2 |                                 |                          |             |
| 3        | Тема 2 Методы регистрации и измерения ионизирующих излучений                                 | 2    | Пр. р. 2. Расчет защиты от гамма-излучения   | 2    | Л.р. №2. Измерение плотности потока бета-излучения и удельной активности | 2    | 3 |                                 | ЗЛР<br>ЗПР               | 2<br>2      |

|          |  |        |   |   |   |   |   |                    |
|----------|--|--------|---|---|---|---|---|--------------------|
|          |  |        |   | радионуклидов<br>продуктов питания,<br>почвы и<br>стройматериалов |   |   |   |                    |
| 4        | Тема 2. Методы регистрации и измерения ионизирующих излучений<br>Тема 3. Радиографический метод контроля | 2<br>2 |   |   |   |   | 3 |                    |
| 5        | Тема 3. Радиографический метод контроля  | 2      | Пр. р. 3. Расчет параметров при радиографическом контроле   | 2   | Л.р. №2. Измерение плотности потока бета-излучения и удельной активности радионуклидов продуктов питания, почвы и стройматериалов                   | 2 | 2 | ЗЛР<br>ЗПР 2<br>2  |
| 6        | Тема 3. Радиографический метод контроля  | 4      |   |   |   |   | 2 |                    |
| 7        | Тема 4. Радиоскопия и радиометрия  | 2      | Пр. р. 4. Составление технологических карт для рентгеновского контроля сварных соединений                       |   | Л.р. №3. Изучение радиографических снимков сварных соединений с типичными дефектами сварки. Измерение оптической плотности радиографических снимков | 2 | 3 | ЗЛР<br>ЗПР 2<br>2  |
| 8        | Тема 4. Радиоскопия и радиометрия.<br>Тема 5. Томография   | 2<br>2 |   |   |   |   | 3 | КР<br>ПКУ 14<br>30 |
| Модуль 2 |  |        |   |   |   |   |   |                    |
| 9        | Тема 5. Томография   | 2      | Пр. р. 5. Расчет защиты от рентгеновского излучения   | 2   | Л.р. №4. Химико-фотографическая обработка рентгеновской пленки  | 2 | 3 | ЗЛР<br>ЗПР 3<br>2  |
| 10       | Тема 5. Томография<br>Тема 5. Поисковые системы на основе метода радиационной интроскопии                | 2<br>2 |   |   |   |   | 2 |                    |
| 11       | Тема 6. Терапия с использованием ИИИ   | 2      | Пр. 6. Общие требования радиационной безопасности   | 2   | Л.р. №4. Химико-фотографическая обработка рентгеновской пленки  | 2 | 3 | ЗЛР<br>ЗПР 3<br>2  |
| 12       | Тема 6. Терапия с использованием ИИИ.  | 4      |   |   |   |   | 2 |                    |
| 13       | Тема 7. Обеспечение радиационной безопасности  | 2      | Пр. 7. Воздействие ИИ на организм человека. Радиационная безопасность при рентгенодиагностике и лучевой терапии | 2   | Л.р. №5. Радиационная безопасность при проведении рентгенографического и гаммаграфического контроля   | 2 | 2 | ЗЛР<br>ЗПР 3<br>2  |
| 14       | Тема 7. Обеспечение радиационной безопасности  | 4      |   |   |   |   | 2 |                    |

|       |   |    |    |    |    |                 |          |
|-------|---|----|----|----|----|-----------------|----------|
| 15    | Тема 7. Обеспечение радиационной безопасности | 2  |    |    | 2  | КР<br>ПКУ       | 15<br>30 |
| 16-18 |   |    |    |    | 36 | ПА<br>(экзамен) | 40       |
|       | Итого   | 44 | 14 | 14 | 72 |                 | 100      |

Принятые обозначения

Текущий контроль:

КР – контрольная работа;

ЗЛР – защита лабораторных работ;

ЗПР - защита практической работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен, дифференцированный зачет

|        |         |        |                   |                     |
|--------|---------|--------|-------------------|---------------------|
| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
| Баллы  | 87-100  | 65-86  | 51-64             | 0-50                |

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

| № п/п | Форма проведения занятия*              | Вид аудиторных занятий |                      |                      | Всего часов |
|-------|--|------------------------|----------------------|----------------------|-------------|
|       |  | Лекции                 | Практические занятия | Лабораторные занятия |             |
| 1     | Традиционные                           |                        |                      | Лаб. 1-4             | 12          |
| 2     | Мультимедиа                            | Темы 1-7               |                      |                      | 44          |
| 3     | Проблемные / проблемно-ориентированные |                        | № 4                  |                      | 2           |
| 4     | Дискуссии, беседы                      |                        |                      |                      |             |
| 5     | Деловые игры                           |                        |                      |                      |             |
| 6     | Виртуальные                            |                        |                      |                      |             |
| 7     | С использованием ЭВМ                   |                        | №6, 7                | №5                   | 6           |
| 8     | Расчетные                              |                        | № 1, 2, 3, 5         |                      | 8           |
|       | <b>ИТОГО</b>                           | 44                     | 14                   | 14                   | 72          |

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

| № п/п | Вид оценочных средств                             | Количество комплектов |
|-------|---|-----------------------|
| 1     | Вопросы к экзамену                                | 1                     |
| 2     | Экзаменационные билеты                            | 1                     |
| 3     | Вопросы к контрольным работам                     | 2                     |
| 4     | Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ | 1                     |
| 5     | Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ | 1                     |

## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

| № п/п  | Уровни сформированности компетенции | Содержательное описание уровня  | Результаты обучения   |
|--|-------------------------------------|---|---|
| ПК-6. Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики |                                     |   |   |
| ПК-6.3. Разрабатывает типовые технологии радиационного контроля и составляет первичные нормативные документы на контроль   |                                     |   |   |
| 1  | Пороговый уровень                   | Знать и понимать основы радиационного неразрушающего контроля и сущность первичных нормативных документов               | Понимает основы методов и приборов радиационного контроля   |
| 2  | Продвинутый уровень                 | Уметь применять типовые технологии радиационного контроля материалов и изделий в соответствии с инструкцией на контроль | Способность расшифровать радиографические снимки по типовой программе и провести дозиметрический контроль |
| 3  | Высокий уровень                     | Способен разработать методику радиационного контроля материалов и изделий и составить инструкцию на контроль            | Способность составить технологическую карту на контроль   |
| ПК-8. Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий                       |                                     |   |   |
| ПК-8.3. Выбирает и применяет наиболее экономичные и производительные методы, приборы и системы радиационного неразрушающего контроля материалов и изделий                      |                                     |   |   |
| 1  | Пороговый уровень                   | Знать и понимать сущность и возможности современных методов и средств радиационного контроля материалов и изделий       | Представляет физическую сущность и возможности технологий радиационного контроля                          |
| 2  | Продвинутый уровень                 | Уметь выбирать и применять современные методы и средства радиационного контроля материалов и изделий                    | Практические навыки реализации радиационного контроля реального объекта                                   |
| 3  | Высокий уровень                     | Способен оценивать эффективность и производительность методов и средств радиационного контроля материалов и изделий     | Способность выбрать и применить наиболее эффективную технологию радиационного контроля                    |

### 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

| Результаты обучения   | Оценочные средства  |
|---|---|
| <i>Компетенция ПК-6.</i> Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики |   |
| Понимает основы методов и приборов радиационного контроля и понимает вопросы радиационной безопасности  | Вопросы к контрольным работам и экзамену.<br>Контрольные работы |
| Способность расшифровать радиографические   | Вопросы для защиты лабораторных работ                           |



|   |  |
|---|--|
| снимки по типовой программе и провести дозиметрический контроль   |  |
| Способность составить технологическую карту на контроль   | Вопросы для защиты лабораторных работ                        |
| <i>Компетенция ПК-8. Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий</i> |  |
| Представляет физическую сущность и возможности технологий радиационного контроля и понимает вопросы радиационной безопасности   | Вопросы к контрольным работам и экзамену. Контрольные работы |
| Практические навыки реализации радиационного контроля реального объекта   | Вопросы для защиты лабораторных работ                        |
| Способность выбрать и применить наиболее эффективную технологию радиационного контроля  | Практические работы  |

### 5.3 Критерии оценки знаний студентов по всем видам контроля.

**5.3.1 Контрольные работы.** Контрольные работы выполняются по всем дидактическим единицам. Каждая работа включает три теоретических вопроса и оценивается положительной оценкой в диапазоне от 1 до 14 баллов для первой контрольной работы, от 1 до 15 баллов – для второй. Каждый теоретический вопрос оценивается в зависимости от полноты ответа максимум в 5 баллов, кроме первого вопроса первой контрольной работы, который оценивается максимум в 4 балла.

**5.3.2 Лабораторные работы.** Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оценивается в диапазоне от 1 до 2 баллов в первом модуле и от 1 до 3 баллов во втором модуле. Если по окончании модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

**5.3.4 Экзамен.** Экзаменационный билет включает 3 теоретических вопроса из каждой дидактической единицы и тест по радиационной безопасности на компьютере.. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

**10 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы.

**9 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

**8 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

**7 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.

**6 балла** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.

**5 балла** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки

**4 балла** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

**Ниже 4 баллов** – имеется представление о вопросе, однако при изложении материала допущены грубые ошибки, которые обучающийся не в состоянии исправить самостоятельно.

Тест на компьютере оценивается по следующим критериям:

- **10 баллов** – студент сдал тест (есть максимум 1 неверный ответ из 10 вопросов)
- **0 баллов** – студент не сдал тест (есть более одного неверного ответа из 10 вопросов)

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение материала по учебникам и другим источникам;
- обзор литературы;
- закрепление изученного материала на групповых занятиях;
- работа со справочной литературой;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- подготовка к сдаче экзамена.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проходит в устной форме.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

| № п/п | Библиографическое описание  | Гриф | Количество экземпляров |
|-------|---|------|------------------------|
| 1     | Фещенко, В.Н. Обеспечение качества продукции в машиностроении : учебник / В.Н. Фещенко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 788 с.                                      |      | ЭБС<br>znanium.com     |
| 2     | Крапивский, Е. И. Основы технической диагностики и оценки надежности нефтегазопроводов : учебное пособие / Е. И. Крапивский. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 332 с. |      | ЭБС<br>znanium.com     |

## 7.2 Дополнительная литература

| № п/п | Библиографическое описание   | Гриф  | Количество экземпляров |
|-------|--|---|------------------------|
| 1     | <b>Алешин, Н. П.</b> Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учебник / Н. П. Алешин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 2013. - 576с. : ил.   | Доп. УМО вузов по унив. политех. образованию в качестве учебника для студ. вузов                                    | 2                      |
| 2     | <b>Артемьев, Б. В.</b> Радиационный контроль : учеб. пособие для вузов / Б. В. Артемьев, А. А. Буклей ; под ред. В. В. Ключева. - М. : Спектр, 2011. - 192с.   | Рек. НМС по автоматизированным системам и испытаний РАН в качестве учеб. пособия для студентов вузов                | 2                      |
| 3     | <b>Гупало, Т. А.</b> Контроль радиационной безопасности окружающей среды: учеб. пособие для вузов / Т. А. Гупало, С. Л. Спешилов. – 3-е изд., стер. – М.: Горная книга, 2009. – 111 с.                                       | Доп. УМО Вузов РФ по образованию в области горного дела   | 15                     |
| 4     | <b>Овчинников, В. В.</b> Дефекты сварных соединений: учеб. пособие / В. В. Овчинников. – 5-е изд., стер., – М. : Академия, 2014. – 64 с.   | Доп. Экспертным советом по проф. образованию в качестве учеб. пособия   | 1                      |
| 5     | <b>Ризин, А. И.</b> Терминология ядерного приборостроения: справ.пособие: в 2 т. Т.2 : Ядерное приборостроение. Измерение ионизирующих излучений / А. И. Ризин, Д. Е. Ферман. – М.: Группа ИДТ, 2008. – 264 с.               | нет   | 20                     |
| 6     | <b>Стерман, Л. С.</b> Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. – 5-е изд., стер. – М.: ИД МЭИ, 2010. – 464 с.  | Доп. УМО для вузов России по образованию в области энергетики и электроники в качестве учебника для студентов вузов | 1                      |
| 7     | <b>Неразрушающий контроль</b> : справочник: в 8 т. Т. 1, кн. 1: Визуальный и измерительный контроль, кн. 2: Радиационный контроль / под ред. В. В. Ключева. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2008. - 560с. | нет   | 10                     |
| 8     | <b>Маслов, Б. Г.</b> Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении : учеб. пособие для вузов / Б. Г. Маслов. - М. : Академия, 2008. - 272с.   | Доп. УМО по унив. политех. образованию  | 21                     |
| 9     | <b>Красько, А. Г.</b> Радиационные методы неразрушающего контроля : пособие для специалистов I и II уровней / А. Г. Красько, З. В. Ключев, Г. А. Тарасенков. - М. : МНПО СПЕКТР, 2009. - 91с.                                | Доп. УМО Вузов РФ по образованию в области радиационного контроля   | 5                      |

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. <http://window.edu.ru/resource/916/49916>
2. <https://xrs.ru/literatura/uchebniki-i-posobiya>

### 7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

#### 7.4.1 Методические рекомендации

1. Магилинский А. П. Приборы и методы радиационного контроля. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов специальности 1-54 01 02 «Методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов» очной и заочной форм обучения. – Могилев: БРУ, 2018. – 44 с. (26 экз.)
2. Магилинский А. П. Приборы и методы радиационного контроля. Методические рекомендации к курсовой работе. – Могилев: БРУ, 2019. – 44 с. (26 экз.)
3. Магилинский А. П. Приборы и методы радиационного контроля. Методические рекомендации к практическим занятиям – Могилев: БРУ, 2019. – 46 с. (26 экз.)

#### 7.4.3 Информационные технологии

##### Мультимедийные презентации

- Тема 1 – Физические и биологические аспекты взаимодействия ионизирующих излучений с веществом.
- Тема 2 – Методы регистрации и измерения ионизирующих излучений.
- Тема 3 – Радиографический метод контроля.
- Тема 4 – Радиоскопия и радиометрия.
- Тема 5 – Томография.
- Тема 6 – Терапия с использованием ИИИ.
- Тема 7 – Обеспечение радиационной безопасности.

##### Видеоролики, видеофильмы

- Тема 1 – Радиохимия.
- Тема 1 – Рентгеновская трубка.
- Тема 1 – Циклотрон.
- Тема 1 – Микротрон.
- Тема 1 – Бетатрон.
- Тема 1 – Линейный ускоритель.
- Тема 2 – Ионизационная камера.
- Тема 2 – Полупроводниковый детектор.
- Тема 2 – Сцинтилляционный детектор.
- Тема 3 – Рентгенографический контроль труб.
- Тема 3 – Гамма-дефектоскоп.
- Тема 3 – Оцифровка рентгеновской пленки.
- Тема 3 – Как работать со сканером запоминающих пластин. Компьютерная радиография.
- Тема 3 – Типы плоскочастотных детекторов.
- Тема 3 – Рентгенографический кроулер.
- Тема 4 – Радиоскопическая установка.
- Тема 5 – Устройство и алгоритм работы томографа.
- Тема 5 – Трехмерные цветные рентгеновские снимки.
- Тема 5 – Компьютерный томограф изнутри.
- Тема 5 – ОФЭКТ.
- Тема 5 – ПЭТ сканер.

- Тема 5 – Как работает интроскоп для досмотра багажа.
- Тема 6 – Лучевая терапия.
- Тема 6 – Дистанционная лучевая терапия на линейном ускорителе VARIAN TRUEBEAM.
- Тема 6 – Протонная терапия.
- Тема 6 – Гамма-нож.
- Тема 6 – Кибер-нож.
- Тема 6 – Брахитерапия.
- Тема 7 – Радиоактивное заражение в Гоянии.

#### **7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе**

При проведении лабораторных и практических работ используется следующий программный продукт:

Программа «Экзамен» – Экзамен по радиационной безопасности для специалистов и руководителей (лицензионное ПО, ИП Бондаренко).

### **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Радиационный контроль» (ауд. 511, корп.2), рег. номер ПУЛ-4.508-503/2-21.

## ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

### АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль) Информационные системы и технологии неразрушающего контроля и диагностики

|   | Форма обучения |
|---|----------------|
|   | Очная          |
| Курс  | 4              |
| Семестр                                     | 7              |
| Лекции, часы                                | 44             |
| Практические занятия, часы                  | 14             |
| Лабораторные занятия, часы                  | 14             |
| Экзамен, семестр                            | 7              |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 72             |
| Самостоятельная работа, часы                | 72             |
| Всего часов / зачетных единиц               | 144/4          |

1 Цель учебной дисциплины: ознакомление студентов с основными необходимыми положениями из области радиационного контроля, физическими принципами основных методов контроля, а также с приборной базой, методическими и технологическими вопросами применения радиационных установок и систем. Приборы и методы радиационного контроля широко используются для выявления дефектов литья, сварки, пайки и других технологических процессов. С их помощью определяют форму, характер и размеры дефекта. Эти достоинства радиационных методов обусловили их широкое применение в промышленности.

2 Планируемые результаты изучения дисциплины. Студент должен знать:

**знать:** основные физические закономерности рентгеновского и гамма-излучения; характеристики и особенности детекторов ионизирующих излучений; устройство и принцип действия средств радиационного контроля; способы улучшения метрологических характеристик рентгеновских и гамма дефектоскопов; технологию радиационного контроля типовых объектов.

**уметь:** производить расчет средств защиты от ионизирующего излучения; настраивать рентгеновские и гамма дефектоскопы; разрабатывать технологию радиационного контроля материалов и изделий и метрологическое обеспечение технических средств; производить контроль и расшифровку рентгеновских снимков; составлять технологические карты на контроль.

**владеть:** способностью рационального выбора методов и средств радиационного контроля, универсальными техническими средствами радиационного контроля, методами обработки информации при проведении контроля и диагностики промышленных объектов.

3 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций: ПК-6 (Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики) и ПК-8 (Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий).

4 Образовательные технологии

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов, а также следующие формы и методы проведения занятий:

традиционные, мультимедиа, проблемные / проблемно-ориентированные, с использованием ЭВМ, расчетные.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ  
по учебной дисциплине «Приборы и системы радиационного контроля»

Направление подготовки 12.03.01 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

на 2023-2024 учебный год

| №№<br>пп | Дополнения и изменения     | Основание |
|----------|----------------------------|-----------|
|          | Дополнений и изменений нет |           |

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Физические методы контроля»

(протокол № 7 от «15» марта 2023 г.)

Заведующий кафедрой

Доцент, к.т.н.



С.С. Сергеев

УТВЕРЖДАЮ

Декан электротехнического факультета

Доцент, к.т.н.



С.В. Болотов

«13» мая 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь

Начальник учебно-методического  
отдела


О.С. Шустова

О.Е. Печковская

«13» мая 2023 г.