



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Физические основы радиационного контроля

Направление подготовки

12.03.01 Приборостроение

Профиль Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Естествознания и стандартизации
Физики
4
7

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01
Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 г. № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики

« 25 » 10 20 18 г., протокол № 3.


Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и
стандартизации

« 29 » 10 20 18 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

Рабочая программа составлена:
старший преподаватель кафедры физики

 / Э.К. Мамаев /

Рецензент:
Профессор кафедры ВТиП, доктор технических наук, профессор

 / И.М. Ячиков /

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Физические основы радиационного контроля» являются:

- Изучение физических основ, методов и средств радиационного контроля и диагностики.
- Получение студентами знаний о взаимодействии различных видов радиационных излучений с веществом.
- Изучение физических принципов детектирования разных радиационных излучений.
- Изучение конструкций, принципов и особенностей работы разных типов детекторов.
- Получение представлений о радиационных дозах и радиационном дозиметрическом контроле.
- Изучение общих принципов и особенностей различных методов радиационного контроля технологических параметров, качества, структуры и т.д.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Физические основы радиационного контроля» входит в вариативную часть блока 1 Б.1В.ДВ.04.01 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин:

Физика, Метрология, стандартизация и сертификация, Материаловедение и технология конструкционных материалов, Основы электроники, Цифровые измерительные устройства.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для аттестации в виде государственного междисциплинарного экзамена.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	
Знать	- Физические принципы и методы регистрации рентгеновского α -, β -, γ - излучений, потоков нейтронов..
Уметь	- Применять приборы радиационного контроля для измерений соответствующих излучений
Владеть	- Навыками работы с приборами радиационного контроля и рентгеновских установок
ПК-11 способностью к организации входного контроля материалов и комплектующих изделий	
Знать	- Дозиметрические величины, а также иметь представление о приборах и устройствах для дозиметрического контроля.
Уметь	- Использовать радиоактивные материалы и применять приборы радиа-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ционного контроля
Владеть	– Навыками работы с приборами и устройствами дозиметрического контроля, рентгеновских установках и установках с радиоактивными источниками излучения.
ПК-12 готовностью к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества элементов приборов различного назначения	
Знать	- Знать принципы работы приборов радиационного контроля и рентгеновских установок
Уметь	– Уметь работать на рентгеновских установках и с радиоактивными источниками излучения.
Владеть	– Навыками работы с приборами и устройствами дозиметрического контроля, рентгеновских установках и установках с радиоактивными источниками излучения.

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов:
 - аудиторная – 36 акад. часов;
 - внеаудиторная – 1 акад. час;
- самостоятельная работа – 71 акад. часов;

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Приборы и методы радиационного контроля.								
1.1. Радиационные излучения, их природа и основные характеристики	7	4	2		11	Выполнение и защита лабораторной работы: «Исследование поля излучения закрытого источника Cs-137»	Отчет по лабораторной работе; семинар	ПК-3 зув, ПК-11 зув, ПК-12зув
1.2. Взаимодействие радиационных излучений с веществом		2	4		12	Выполнение и защита лабораторной работы: «Определение коэффициентов ослабления гамма-лучей в различных веществах»	Отчет по лабораторной работе; семинар	ПК-3 зув, ПК-11 зув, ПК-12зув
1.3. Детектирование радиационных излучений		2	4		11	Выполнение и защита лабораторной работы: «Изучение устройства и работы газоразрядного счетчика» «Изучение устройства и работы сцинтилляционного счетчика»	Отчет по лабораторной работе; семинар	ПК-3 зув, ПК-11 зув, ПК-12зув
1.4. Дозиметрии ионизирующего излучения		2	2		12	Выполнение и защита лабораторной работы: «Изучение устройства и работы газоразряд-	Отчет по лабораторной работе; семинар	ПК-3 зув, ПК-11 зув, ПК-12зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						ного счетчика»		
1.5. Виды и способы радиационного контроля		4	2		13	Выполнение и защита лабораторной работы: «Оценка точности определения толщины металла с помощью просвечивающего гамма-излучения»	Отчет по лабораторной работе; семинар	ПК-3 зув, ПК-11 зув, ПК-12зув
1.6. Организация работ с использованием источников ионизирующего излучения		4	2		12	Выполнение и защита лабораторной работы: Диагностирование дефектов, с помощью модели рентгеновской установки	Отчет по лабораторной работе; семинар	ПК-3 зув, ПК-11 зув, ПК-12зув
Итого за семестр	7	18	18		71	Подготовка к зачету	Зачет с оценкой	
Итого по дисциплине	7	18	18		18			

5 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Физические основы радиационного контроля» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят в традиционной форме с использованием мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к итоговой аттестации, а также при написании конспекта по вопросам, отведенным на самостоятельное изучение.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для сти-

мулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

4. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

5. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Физические основы радиационного контроля» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на лабораторных заданиях.

Теоретические вопросы по теме «Приборы и методы радиационного контроля»

1. Радиоактивность. Закономерности альфа- и бета-распадов. Источники гамма-излучения. Энергетические спектры альфа- беты- и гамма-излучений. Радиоактивные семейства.
2. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного элемента, ее вычисление и единицы измерения.
3. Принципы получения рентгеновского излучения. Рентгеновская трубка. Тормозной рентгеновский спектр, коротковолновая граница спектра. Характеристический спектр, формула Мозли.
4. Получение тормозного электромагнитного излучения с помощью источников высоких энергий. Особенности формирования излучения и его спектр. Источники потоков нейтронов и их энергетический спектр.
5. Взаимодействие альфа- и бета- частиц с веществом. Пробег этих частиц в веществе. Взаимодействие потоков нейтронов с веществом.
6. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом: фотоэффект, рассеяние электромагнитных фотонов, образование электронно-позитронных пар. Закон изменения интенсивности излучения. Коэффициент ослабления и его зависимость от различных факторов.
7. Несамостоятельный разряд в газе, закономерности его протекания при разных напряжениях. Полная зависимость тока от напряжения. Коэффициент газового усиления.
8. Устройство и принцип работы ионизационной камеры. Импульсный и интегрирующий режим работы камеры.
9. Устройство и принципы работы газоразрядных счетчиков (пропорционального и Гейгера-Мюллера). Самогасящиеся и несамогасящиеся счетчики. Мертвое время и эффективность счетчиков.
10. Устройство и принцип работы сцинтилляционного счетчика. Процессы, протекающие в сцинтилляторе, время высвечивания. Работа ФЭУ. Преимущества и недостатки сцинтилляционных детекторов.
11. Устройство и работа полупроводниковых детекторов. Особенности их работы, преимущества и недостатки.
12. Поглощенная, экспозиционная и эквивалентная дозы: их определения и единицы измерения. Коэффициент качества. Мощность дозы. Числовые значения некоторых радиационных доз: радиационный фон, предельно допустимая доза и т.д.
13. Измерение накопленной радиационной дозы и мощности дозы. Методы детектирования излучений при дозиметрическом контроле. Система градуировки и поверки дозиметров.
14. Принципиальное устройство рентгеновских установок, используемых в материаловедении. Стабилизация питания рентгеновских трубок. Способы получения монохроматического излучения. Способы регистрации излучения.
15. Принципы проведения качественного и количественного рентгеновского фазового анализа. Флуоресцентный анализ. Другие направления применения рентгеновского метода в материаловедении.
16. Просвечивающая радиационная дефектоскопия. Виды используемых излучений. Способы регистрации проходящего излучения. Основные факторы, влияющие на чувствительность метода.
17. Принципы определения и контроля толщины проходящим и обратно рассеянным излучением. Факторы, влияющие на точность определения толщины. Принципы работы двухлучевого толщиномера.

Вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа № 1 «Градуировка дозиметра»

1. Дать определение гамма-постоянной радионуклида по мощности экспозиционной дозы, единицы ее измерения.
2. Дать определение гамма-постоянной радионуклида по мощности воздушной кермы, единицы ее измерения.
3. Существует ли связь между гамма-постоянной по мощности экспозиционной дозы и гамма-постоянной по мощности воздушной кермы?
4. С какого расстояния начинает работать закон обратных квадратов?
5. Во сколько раз истинная цена деления отличается от приборной?

Лабораторная работа № 2 «Изучение работы рентгеновского аппарата»

1. Механизмы возникновения рентгеновского и гамма - излучений
2. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом
3. Спектр поглощения рентгеновского излучения
4. Принципиальное устройство рентгеновского установок.
5. Стабилизация питания рентгеновских трубок.
6. Способы получения монохроматического излучения.
7. Способы регистрации излучения.

Лабораторная работа № 3 «Измерение поглощенной дозы»

1. Поглощенная доза. Единица измерения и определение.
2. Коэффициент качества.
3. Мощность дозы.
4. Числовое значение радиационных доз: фон, предельная допустимая доза.
5. Измерение поглощенной дозы и мощности дозы.

Лабораторная работа № 4 «Изучение работы оборудования для рентгеновского контроля (Негатоскоп, денситометр, дозиметр и т.д.)»

1. Классификация оборудования для рентгеновского контроля.
2. Приборы и методы работы оборудования.

Лабораторная работа № 5 «Эталон чувствительности и рентгеновская пленка»

1. Физические основы радиографической дефектоскопии
2. Абсолютная и относительная чувствительность рентгеновского метода
3. Эталон чувствительности и основные типы эталонов.
3. Тип рентгеновской пленки

Перечень вопросов к семинарским занятиям

Семинар № 1 «Физические основы радиационных методов контроля»

1. Удельная активность радионуклида
2. Фильтрация рентгеновского излучения трубкой
3. Основное различие между радиографией и флуороскопией
4. Ослабление гамма-излучения в области энергий
5. Проникающая способность рентгеновского излучения
6. Моноэнергетический рентгеновский пучок излучения
7. Эффективное фокусное пятно в рентгеновской трубке
8. Рентгеновская пленка

Семинар № 2 «Первичные преобразователи магнитных полей»

1. Рентгеновская трубка
2. Высоковольтный трансформатор
3. Вентильные лампы

4. Фильтры устанавливаемые на рентгеновские трубки.

Семинар № 3 «Магнитная дефектоскопия»

1. Виды дефектов выявляемых радиационными методами контроля.
2. Активность фиксажа
3. Проявление рентгеновских пленок
4. Обработка рентгеновских пленок

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике		
Знать	- Физические принципы и методы регистрации рентгеновского α -, β -, γ - излучений, потоков нейтронов.	<i>Перечень теоретических вопросов к экзамену</i> 1. Пучки нейтронов преимущественно используют для НК 2. Пучки ускоренных электронов отличаются от бета-излучения радионуклидов 3. Общий принцип получения рентгеновского излучения заключается в резком замедлении движущихся с высокой скоростью электронов в твердом теле, называемом: 4. Общий принцип получения рентгеновского излучения заключается в резком замедлении движущихся с высокой скоростью электронов в твердом теле, называемом:
Уметь	- Применять приборы радиационного контроля для измерений соответствующих излучений	5. Источник на основе иридия-192, время полураспада которого составляет 75 дней, обеспечивает сегодня оптимальную экспозицию данного объекта за 20 мин. Какое потребуется время экспозиции спустя 5 месяцев для получения снимка той же оптической плотности и при сохранении прочих условий? 6. Какой из перечисленных ниже источников генерирует ионизирующее излучение с наибольшей проникающей способностью? 7. Измерительные устройства, использующие методы неразрушающего контроля.
Владеть	- Навыками работы с приборами радиационного контроля и рентгеновских установок	8. Уровень излучения, который посредством ионизации производит одну единицу количества электричества (в системе СИ) в сухом воздухе массой 0,0012933 Г известен как: 9. Если бы потребовалось получить снимок стального ОК толщиной 17 см, какой из перечисленных ниже источников гамма-излучения был бы использован:

ПК-11 способностью к организации входного контроля материалов и комплектующих изделий		
Знать	- Дозиметрические величины, а также иметь представление о приборах и устройствах для дозиметрического контроля.	1. Какова предельно допустимая доза для лиц категории А? 2. В системе СИ единицей поглощенной дозы является: 3. Увеличение энергии фотонного излучения: 4. Источник на основе иридия-192, время полураспада которого составляет 75 дней, обеспечивает сегодня оптимальную экспозицию данного объекта за 20 мин. Какое потребуется время экспозиции спустя 5 месяцев для получения снимка той же оптической

		плотности и при сохранении прочих условий?
Уметь	- Использовать радиоактивные материалы и применять приборы радиационного контроля	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ослабление гамма-излучения в области энергий, обычно используемых для просвечивания ОК, осуществляется за счет: 2. Какой толщины ОК из стали практически возможно проконтролировать с помощью рентгеновской установки на 1000 кВ при зарядке кассет с экраном из свинцовой фольги: 3. Наиболее эффективный способ охлаждения рентгеновской трубки
Владеть	Навыками работы с приборами и устройствами дозиметрического контроля, рентгеновских установках и установках с радиоактивными источниками излучения.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Источник на основе иридия-192, время полураспада которого составляет 75 дней, обеспечивает сегодня оптимальную экспозицию данного объекта за 20 мин. Какое потребуется время экспозиции спустя 5 месяцев для получения снимка той же оптической плотности и при сохранении прочих условий? 2. Радиографический снимок с экспозицией 12 мА.мин позволяет получать оптическую плотность почернения 0,8. Желательно увеличить плотность почернения в этом районе до 2,0. При изучении характеристической кривой данной пленки обнаружено, что разность значений $\log E$, соответствующая точкам 0,8 и 2,0 по оси плотностей, будет равна 0,76. Антилогарифм 0,76 соответствует величине 5,8. Какова должна быть экспозиция. 3. Главное требование, касающееся лучшей геометрии формирования изображения, формулируется следующим образом: 4. Максимальный диапазон толщины ОК, при котором еще можно получить снимок на одной пленке с удовлетворительной для расшифровки плотностью почернения, определяется величиной, которая называется:
ПК-12 готовностью к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества элементов приборов различного назначения		
Знать	- Знать принципы работы приборов радиационного контроля и рентгеновских установок	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какова предельно допустимая доза для лиц категории А? 2. В системе СИ единицей поглощенной дозы является: 3. Увеличение энергии фотонного излучения: 4. Источник на основе иридия-192, время полураспада которого составляет 75 дней, обеспечивает сегодня оптимальную экспозицию данного объекта за 20 мин. Какое потребуется время экспозиции спустя 5 месяцев для получения снимка той же оптической плотности и при сохранении прочих условий?
Уметь	- Уметь работать на рентгеновских установках и с радиоактивными источниками излучения.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ослабление гамма-излучения в области энергий, обычно используемых для просвечивания ОК, осуществляется за счет: 2. Какой толщины ОК из стали практически возможно проконтролировать с помо-

		<p>щью рентгеновской установки на 1000 кВ при зарядке кассет с экраном из свинцовой фольги:</p> <p>3. Наиболее эффективный способ охлаждения рентгеновской трубки</p>
Владеть	<p>Навыками работы с приборами и устройствами дозиметрического контроля, рентгеновских установках и установках с радиоактивными источниками излучения.</p>	<p>1. Источник на основе иридия-192, время полураспада которого составляет 75 дней, обеспечивает сегодня оптимальную экспозицию данного объекта за 20 мин. Какое потребуется время экспозиции спустя 5 месяцев для получения снимка той же оптической плотности и при сохранении прочих условий?</p> <p>2. Радиографический снимок с экспозицией 12 мАмин позволяет получать оптическую плотность почернения 0,8. Желательно увеличить плотность почернения до 2,0. При изучении характеристической кривой данной пленки обнаружено, что разность значений, соответствующая точкам 0,8 и 2,0 по оси плотностей будет равна 0,76. Антилогарифм 0,76 соответствует величине 5,8. Какова должна быть экспозиция, чтобы получилась требуемая плотность почернения 2,0? а) 9 мА.мин; б) 21 мА.мин; в) 69,6 мА.мин; г) 160 мА.мин.</p> <p>3. Главное требование, касающееся лучшей геометрии формирования изображения, формулируется следующим образом: проникающее излучение должно испускаться фокусным пятном настолько большого размера, насколько это возможно; центральный луч пучка излучения должен, по возможности, совпадать с перпендикуляром к поверхности пленки. пленка должна располагаться как можно дальше от ОК; расстояние между источником излучения и объектом контроля должно быть по возможности большим</p> <p>4. Максимальный диапазон толщины ОК, при котором еще можно получить снимок на одной пленке с удовлетворительной для расшифровки плотностью почернения, определяется величиной, которая называется: а) контрастом радиационного изображения ОК; б) чувствительностью пленки.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физические основы радиационного контроля» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачет с оценкой.

Зачет обучающиеся получают в результате выполнения всех видов работ, предусмотренных в семестре изучения данной дисциплины.

В случае невыполнения обучающимся 20% - 30% от общего числа видов работ, предусмотренных в семестре, зачет проводится в форме собеседования по вопросам согласно перечню вопросов к зачету.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Кочкин, Ю. П. Радиационные методы контроля : учебное пособие / Ю. П. Кочкин, А. Ю. Солнцев, Е. Н. Астапов ; МГТУ, [каф. физики]. - Магнитогорск, 2010. - 79 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=453.pdf&show=dcatalogues/1/1079715/453.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

б) Дополнительная литература:

1. Бигус Г.А., Основы диагностики технических устройств и сооружений / Г.А. Бигус, Ю.Ф. Даниев, Н.А. Быстрова, Д.И. Галкин - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 445 с. - ISBN 978-5-7038-4804-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703848043.html> (дата обращения: 29.10.2020). - Режим доступа : по подписке

2. Новокрещенов, В. В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении : учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Новокрещенов, Р. В. Родякина ; под научной редакцией Н. Н. Прохорова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 301 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07040-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/438446> (дата обращения: 29.10.2020)

в) Методические указания:

1. Кочкин, Ю.П. Основы радиационного контроля: лабораторный практикум для студентов специальности 200102 очной формы обучения/Кочкин Ю.П, Солнцев А.Ю.; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2015. -24с.: табл., граф., схемы.-Текст : непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Adobe Flash Professional CS 5 Academic Edition	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория Неразрушающего контроля МГТУ им Г.И.Носова

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Альбом образцовых радиографических снимков, 20 листов
2. Аппарат рентгеновский АРИОН-300 (учебный макет-имитатор)
3. Денситометр измеритель оптической плотности ДНС-2
4. Денситометр измеритель оптической плотности ДНС-2
5. Дозиметр ДКГ-РМ-1621
6. Знаки маркировочные (№2, №6)
7. Негатоскоп X-Lum
8. Образцы с характерными дефектами (паспортизованные) по методу РК
9. Оптический клин с метрологией
10. Пояс маркировочный 100см
11. Трафарет для определения размеров несплошностей с метрологией
12. Шаблон универсальный радиографа УШР-1
13. Штатив трехножный для р/а СПРУТ ШРТ-3
14. Эталоны канавочные чувствительности №11, №12

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Интерактивная доска, проектор;

Доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи для хранения учебно-методической документации, стеллажи и сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта оборудования.