ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «17» июня 2022 г. № 77

Б1.В.ДВ.09.01 Радиационный контроль и диагностика

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение
Специализация/профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики
Квалификация выпускника – Магистр
Форма и срок обучения – очная форма 2 года
Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 2
Часов по учебному плану (УП) – 72
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 17
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 2 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	2	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	34/17	**34/17**
– лекции	17	**17**
– практические (семинарские)	17/17	**17/17**
– лабораторные		
Самостоятельная работа	38	**38**
Итого	72/17	**72/17**

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22.09.2017 № 957.

Программу составил(и):
к.х.н., доцент, доцент, О.М. Карпукова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение», протокол от «17» июня 2022 г. № 16

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент С.В. Пахомов

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	формирование у обучающихся основных представлений о контроле качества изделий производства и диагностике их состояния с помощью методов радиационного неразрушающего контроля, основанного на регистрации и анализе ионизирующих излучений после их взаимодействия с объектом контроля
1.2 Задачи дисциплины	
1	передача обучающимся физических основ радиационного неразрушающего контроля
2	изучение технических средств и методов радиационного неразрушающего контроля, направлений их развития и совершенствования
3	освоение диагностики технического состояния объектов контроля с помощью радиационного неразрушающего контроля и методов управления качеством продукции

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.В.ДВ.06.01 Вибрационный и тепловой контроль и диагностика
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б2.О.04(П) Производственная - эксплуатационная практика
2	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
3	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Способен к организации работ по повышению качества продукции в подразделении на этапах жизненного цикла	ПК-2.1 Разрабатывает, внедряет и контролирует системы управления качеством продукции в организации, проводит оценку соответствия, входного контроля и приемки продукции	Знать: основы управления качеством продукции в организации, основы квалиметрии, в том числе методы оценки качества продукции с помощью радиационного неразрушающего контроля
		Уметь: разрабатывать, внедрять и контролировать систему качества продукции на базе радиационного неразрушающего контроля; выполнять радиационный неразрушающий контроль изделий
		Владеть: способностью к разработке, внедрению и контролю системы управления качеством продукции на производстве с использованием радиационного неразрушающего контроля
	ПК-2.2 Организует работу по разработке и внедрению новых методов и средств технического контроля	Знать: основы внедряемых методов радиационного неразрушающего контроля и средств технического контроля качества продукции
		Уметь: разрабатывать новые методы и средства радиационного неразрушающего контроля и проводить с их помощью диагностику технического состояния продукции
		Владеть: способностью к организации работ по разработке и внедрению новых методов и средств технического контроля с использованием ионизирующих излучений
ПК-3 Способен к управлению системой контроля технического состояния и технического диагностирования на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса	ПК-3.2 Оценивает техническое состояние объектов и сооружений нефтегазового комплекса, разрабатывает мероприятия по снижению эксплуатационных рисков по данным неразрушающего контроля и (или) испытаний	Знать: основы диагностики технического состояния объектов по результатам неразрушающего контроля, в т.ч. радиационного
		Уметь: выполнять контроль технического состояния объектов с помощью ионизирующих излучений
		Владеть: способностью оценивать техническое состояние объектов по результатам радиационного неразрушающего контроля

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1. Физические основы и технические средства радиационного неразрушающего контроля.**						
1.1	Тема 1. Виды ионизирующего излучения (ИИ), используемые в РНК, их природа и количественные характеристики; взаимодействие ИИ с веществом	2	2	2/2		5	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2
1.2	Тема 2. Источники рентгеновского излучения, гамма-излучения, электронного и нейтронного излучения	2	2	2/2		5	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2
1.3	Тема 3. Детекторы ионизирующего излучения	2	2	1/1		4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2
2.0	**Раздел 2. Методы радиационного неразрушающего контроля, контроль качества сварных соединений по результатам радиационного неразрушающего контроля, дозиметрия.**						
2.1	Тема 4. Радиография; оценка качества сварных соединений по результатам радиографического контроля.	2	5	10/10		14	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2
2.2	Тема 5. Радиоскопия и ее характеристики.	2	2			3	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2
2.3	Тема 6. Радиометрия, ее разновидности и области применения.	2	2			3	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2
2.4	Тема 7. Основы радиационной безопасности	2	2	2/2		4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2
	Форма промежуточной аттестации – зачет	2					ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	17/17		38	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература
6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Артемьев, Б. В. Радиационный контроль : учеб. пособие - 2-е изд. / Б. В. Артемьев, А. А. Буклей ; ред. В. В. Клюев. М. : Спектр, 2013. - 191с.	8
6.1.1.2	Беляков, А. А. Радиационный метод неразрушающего контроля : учебное пособие / А. А. Беляков, Л. С. Ворович, И. Н. Исакова. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 96 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/154547 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.3	Сашина, Л. А. Радиационный неразрушающий контроль : учебное пособие / Л. А. Сашина. — Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2012. — 124 с. — URL:	Онлайн

	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=137046 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	
6.1.2 Дополнительная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Алешин, Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учеб. пособие / Н. П. Алешин. М. : Машиностроение, 2006. - 367с.	12
6.1.2.2	Коншина, В. Н. Радиографический контроль: практикум : электронное учебное пособие / В. Н. Коншина. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022. — 33 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/279056 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.3	Григорьев, Е. И. Радиационный контроль в нефтегазовом комплексе : учебное пособие / Е. И. Григорьев, С. Г. Кондратенко. — Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. — 33 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=138882 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.4	Кондратенко, Е. В. Расшифровка изображений дефектов радиографических снимков : учебно-методическое пособие к выполнению лабораторной работы / Е. В. Кондратенко, Т. Б. Брылова. — Омск : ОмГУПС, 2022. — 36 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/264428 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Карпукова О.М. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.09.01 Радиационный контроль и диагностика по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, профиль Приборы и методы контроля качества и диагностики / О.М. Карпукова; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 13 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_630_1408_2022_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru/	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/	
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License.	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Г-110 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых

	работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), компьютер. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;

	- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Радиационный контроль и диагностика» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
Программа контрольно-оценочных мероприятий.
Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Радиационный контроль и диагностика» участвует в формировании компетенций:

ПК-2. Способен к организации работ по повышению качества продукции в подразделении на этапах жизненного цикла

ПК-3. Способен к управлению системой контроля технического состояния и технического диагностирования на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
2 семестр				
1.0	**Раздел 1. Физические основы и технические средства радиационного неразрушающего контроля**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Виды ионизирующего излучения (ИИ), используемые в РНК, их природа и количественные характеристики; взаимодействие ИИ с веществом	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно) В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Источники рентгеновского излучения, гамма-излучения, электронного и нейтронного излучения	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно) Тестирование (компьютерные технологии) В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
1.3	Текущий контроль	Тема 3. Детекторы ионизирующего излучения	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно) В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.0	**Раздел 2. Методы радиационного неразрушающего контроля, контроль качества сварных соединений по результатам радиационного неразрушающего контроля, дозиметрия**			
2.1	Текущий контроль	Тема 4. Радиография; оценка качества сварных соединений по результатам радиографического контроля.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно) В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.2	Текущий контроль	Тема 5. Радиоскопия и ее характеристики.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно)
2.3	Текущий контроль	Тема 6. Радиометрия, ее разновидности и области применения.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно)
2.4	Текущий контроль	Тема 7. Основы радиационной безопасности	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно) В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)

	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Физические основы и технические средства радиационного неразрушающего контроля. Раздел 2. Методы радиационного неразрушающего контроля, контроль качества сварных соединений по результатам радиационного неразрушающего контроля, дозиметрия.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-3.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.
**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Разноуровневые задачи (задания)	Различают задачи: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

2	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Задания репродуктивного уровня к текстам	Средство, позволяющее оценивать и диагностировать знания и умения правильно использовать языковой (грамматические структуры, лексические единицы) и речевой (обусловленные контекстом образцы высказываний различного уровня сложности) текстовый материал, а также стратегии и навыки различных видов чтения (поискового, изучающего, просмотрового) для решения смоделированных задач в рамках определенной темы (раздела) дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Учебные адаптированные и оригинальные неадаптированные тексты с заданиями

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного	Минимальный

	материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Разноуровневые задачи (задания)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»		Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»		Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа.

Тестирование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Задания репродуктивного уровня к текстам

Шкалы оценивания		Критерий оценки
«отлично»	«зачтено»	При проверке умений поискового чтения обучающийся понял основное содержание оригинального текста, может выделить основную мысль, определить отдельные факты, умеет догадываться о значении незнакомых слов из контекста, либо по словообразовательным элементам, либо по сходству с родным языком. При проверке умений изучающего чтения обучающийся полностью понял текст. При просмотровом чтении обучающийся может достаточно быстро просмотреть текст и выбрать правильно

		запрашиваемую информацию. Задания к тексту выполнены полностью, все ответы верны
«хорошо»		При проверке умений поискового чтения обучающийся понял основное содержание оригинального текста, может выделить основную мысль, определить отдельные факты, однако выявлено недостаточное развитие языковой догадки, что затрудняет понимание обучающимся некоторых незнакомых слов и вынуждает его часто обращаться к словарю. При проверке умений изучающего чтения обучающийся полностью понял текст, но многократно обращался к словарю. При просмотровом чтении обучающийся находит примерно 2/3 заданной информации при быстром просмотре текста. Задания к тексту выполнены с небольшими неточностями
«удовлетворительно»		При проверке умений поискового чтения обучающийся не совсем точно понял основное содержание прочитанного, умеет выделить в тексте только небольшое количество фактов, совсем не развита языковая догадка. Темп чтения текста низкий. При проверке умений изучающего чтения обучающийся понял текст не полностью, не владеет приемами его смысловой переработки. При просмотровом чтении обучающийся находит примерно 1/3 заданной информации. Задания к тексту выполнены с существенными неточностями
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	При проверке умений поискового чтения обучающийся практически не понял содержание текста или понял неправильно, не ориентируется в тексте при поиске определенных фактов, не умеет семантизировать тематическую лексику. При проверке изучающего чтения выявлено, что текст обучающимся не понят. Незнакомые слова может найти в словаре с трудом. При просмотровом чтении обучающийся практически не ориентируется в тексте. Задания к тексту не выполнены

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые задания реконструктивного и репродуктивного уровня

Образцы типовых вариантов заданий репродуктивного уровня по темам.
Предел длительности контроля – 90 минут.

Типовое практическое задание 1 (раздел 1)

Задача 1

Определить толщину слоя половинного ослабления фотонного излучения сталью, плотность которой равна 7,77 г/см^3. Химический состав стали, линейные коэффициенты ослабления ионизирующего излучения основными элементами стали и плотности этих элементов приведены в таблице.

Элемент	Содержание элемента в стали, % масс.	μ, см$^{-1}$	Плотность элемента, г/см^3
Fe	70	2,91	7,87
Ni	12	3,96	8,91
Cr	18	2,26	7,19

Задача 2

Толщина слоя свинца, ослабляющего рентгеновское излучение в 2 раза, равна 0,2 мм. Чему должна быть равна толщина свинца, которая позволила бы ослабить это излучение в 10 раз?

Задача 3

Толщина усиливающего экрана в идеале должна быть равна максимальной длине пробега вторичных электронов в экране. Расчет длины пробега электрона в веществе основан на эмпирических формулах нахождения длины R_{Al} пробега электронов в алюминии, определяемой по формулам, в которых энергия E_0 задается в МэВ:

при $E_0 < 0,5$ МэВ $R_{Al} = 0,1E_0$ в см;

при $E_0 > 0,5$ МэВ $R_{Al} = 0,2E_0$ в см.

Установить, оптимальным ли будет усиливающий свинцовый экран толщиной 0,04 мм, если энергия возбуждающего излучения равна 150 кэВ и 700 кэВ. Необходимые данные для расчета приведены в таблице.

Характеристики элемента	Pв	Al
Z	82	13
A	207,2	26,98
ρ, г/см^3	11,34	2,70

Типовое практическое задание 2 (раздел 1)

Задача 1

Рассчитать активность источника иридий-192 через 25 суток после его калибровки. Активность A_0 на момент калибровки составляла 2 ТБк, а период полураспада равен 74,3 суток

Задача 2

Рассчитать, через какой промежуток времени (в сутках) активность изотопа тулий-170 уменьшится в 1,25 раза, если его период полураспада равен 129 суток.

Задача 3

Снимки одного и того же объекта делают постоянно в течение 2-х лет одним и тем же источником, содержащим кобальт-160. На сколько следует увеличить время экспозиции в конце указанного периода по сравнению с его началом при сохранении всех других условий получения снимка? Известно, что период полураспада собальта-60 равен 5,27 дет.

Задача 4

Логарифму относительной экспозиции $\lg E_0 = 1,7$ соответствует экспозиция $E_0 = 250$ мА·с. Определить экспозицию E_x в мА·с, если согласно характеристической кривой ей соответствует логарифм относительной экспозиции $\lg E_x = 2,0$.

Задача 5

Для рентгеновского аппарата выбрать напряжение для просвечивания объекта контроля из алюминия толщиной ℓ_x = 15 мм. Коэффициент радиографической эквивалентности для алюминия относительно стали равен 0,12. Значения напряжения на рентгеновской трубке, в зависимости от толщины стали приведены в таблице.

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	80	100	150	250	400
Толщина стали, мм	2	5	10	27	46

Типовое практическое задание 3 (раздел 2)

Для рентгеновского аппарата определить экспозицию X при фокусном расстоянии $d_f = 500$ мм, необходимую для просвечивания образца контроля из титана толщиной $\ell_x = 20$ мм, с целью получения

на пленке РТ-1 снимка с оптической плотностью почернения D = 2,0. Коэффициент радиографической эквивалентности для титана относительно стали взять равным 0,45. Необходимые для расчета данные приведены в таблице 1 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 1 – Выбор напряжения на рентгеновской трубке

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	20	40	60	80	100	150	250	400	1000
Толщина стали, мм	0,04	0,4	1	2	5	10	27	46	150

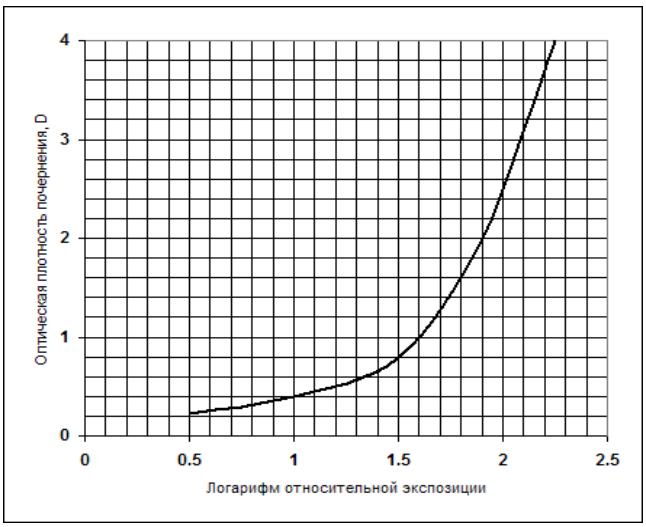

Рисунок 1 – Характеристическая кривая для пленки РТ-1

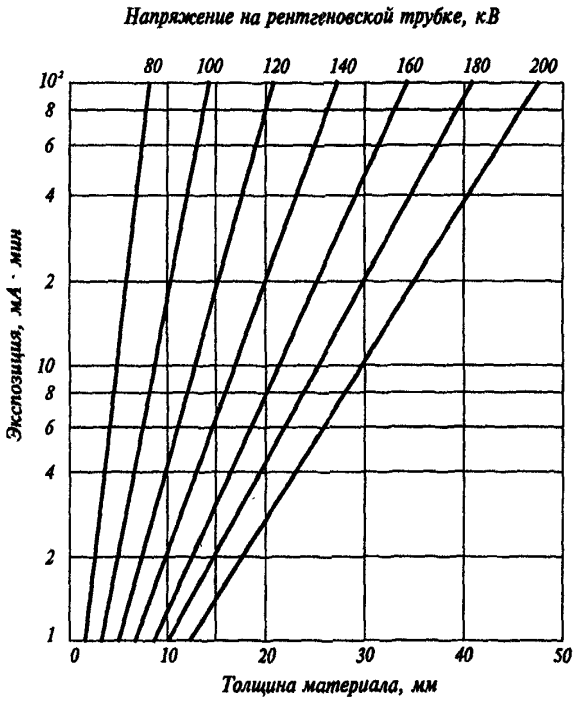

Рисунок 2 - Номограмма для определения экспозиции просвечивания стали рентгеновским излучением на пленку РТ-1 с оловянисто-свинцовыми фольгами толщиной 0,05 мм (F = 75 см, $D_{опт}$ = 1,4)

Типовые практические задания 4 и 5 (раздел 2)

Задача 1

Для портативного рентгеновского аппарата определить экспозицию X при фокусном расстоянии d_f = 1000 мм, необходимую для просвечивания объекта контроля (ОК) из алюминия толщиной ℓ_x = 40 мм, с целью получения на пленке типа II снимка с оптической плотностью почернения D = 3,5 при чувствительности радиационного контроля не хуже 2 % отн. Номограмма для выбора экспозиций при использовании указанного прибора приведена на рисунке 1.

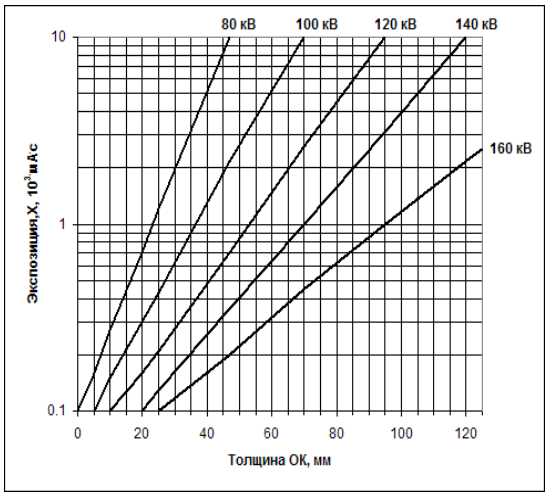

Рисунок 1 – Номограмма для определения экспозиций просвечивания сплавов на основе алюминия портативным рентгеновским аппаратом на пленку типа II со свинцовой фольгой при фокусном расстоянии d_f = 1000 мм и оптической плотности почернения 2

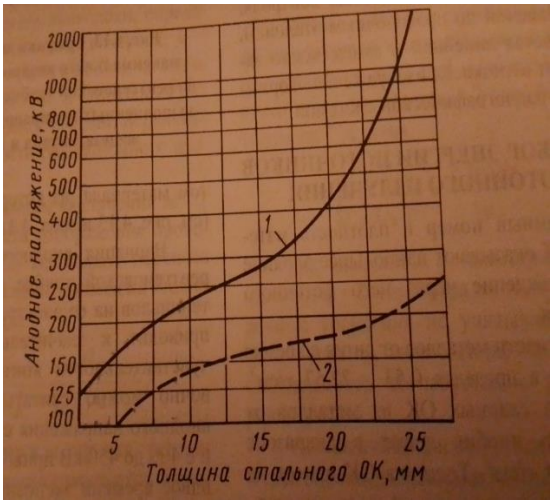

Рисунок 2 – Графики зависимостей ускоряющего напряжения от толщины стального образца при чувствительности контроля 2: график 1 – максимальное напряжение %; график 2 -практическое минимальное напряжение

Для выбора напряжения, подаваемого на рентгеновскую трубку, следует воспользоваться графиком, представленным на рисунке 2, приняв, что коэффициент радиографической эквивалентности для алюминия относительно стали, установленный для 150 кВ, равен 0,12. Характеристическая кривая для пленки типа II приведена н рисунке 3

D

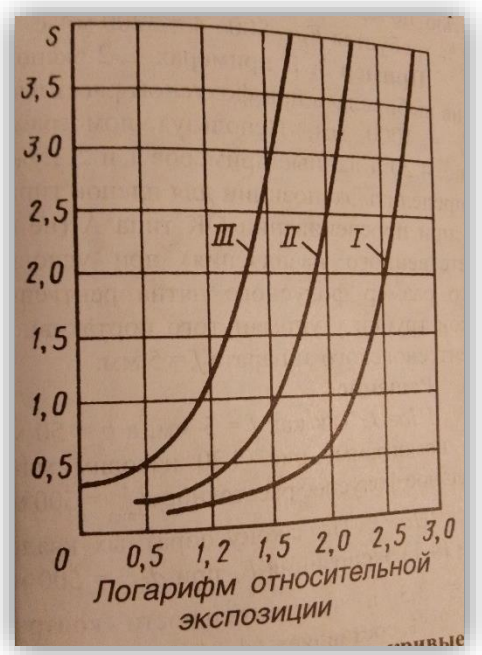

Рисунок 3 – Характеристические кривые пленок типа I, II и III

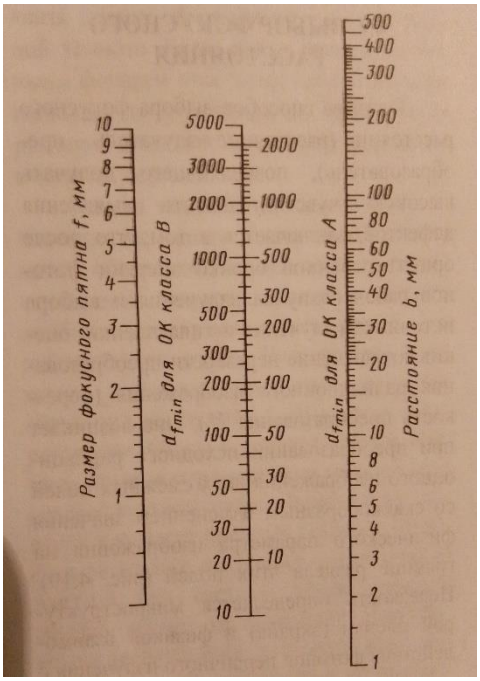

Рисунок 4 – Номограмма для оценки минимального фокусного расстояния d_{fmin} по заданному размеру фокусного пятна излучателя и расстояния b от стороны

объекта контроля, обращенной к источнику излучения, до рентгеновской пленки.

Задача 2

Для данных задачи 1 определить экспозицию для пленок типа I, используя характеристические кривые, приведенные на рисунке 3.

Задача 3

Используя данные задач 1 и 2, с помощью номограммы, приведенной на рисунке 4, определить минимальное фокусное расстояние $d_{f\,min}$ для получения снимка неответственного назначения (класса А) при условии, что размер фокусного пятна рентгеновской трубки равен 3,5 мм. Для этого фокусного расстояния пересчитать значения экспозиций при использовании пленок типов I и II, полученные при решении задачи 2. При радиографировании пленка закреплена непосредственно на объекте контроля, т.е. значение b равно толщине ОК: $b = \ell_x$.

Типовое практическое задание 6 (раздел 2)

Необходимо проверить, можно ли получить за одну экспозицию радиографический снимок стального образца переменного сечения, представленного на рисунке 1.

Рисунок 1 – Сечение образца контроля график 1 – максимальное напряжение при

В задаче даны три варианта значений наименьшей (X_1) и наибольшей (X_2) толщин образца контроля: 1) X_1 = 5 мм, X_2 = 20 мм; 2) X_1 = 6 мм, X_2 = 8 мм; 3) X_1 = 8 мм, X_2 = 16 мм.

Просвечивание образца производится стационарным рентгеновским аппаратом при фокусном расстоянии d_f = 1000 мм. Требуемая чувствительность контроля должна быть не хуже 2 % при плотности почернения снимка D = 2 – 3,3. Сделать выводы о возможности получения одного снимка для каждого указанного варианта соотношений размеров образца контроля. Номограмма для определения экспозиций при выполнении радиографического контроля на указанном аппарате представлена на рисунке 1. Дополнительные данные, необходимые для выполнения задания (графики для выбора ускоряющего напряжения, характеристическая кривая пленки типа II) взять из практического задания 4.

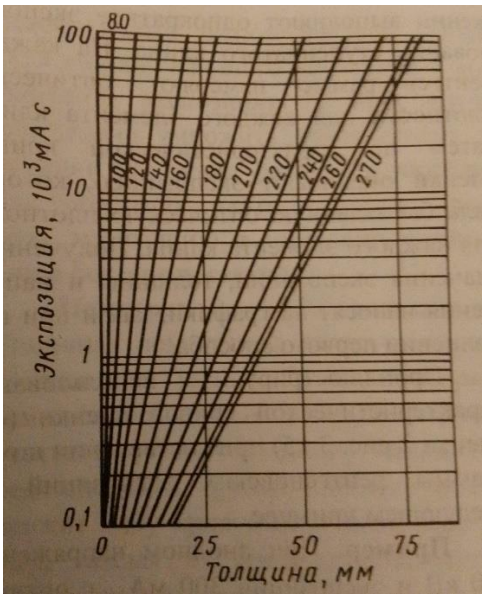

Рисунок 1 – Номограмма для определения экспозиций просвечивания сплавов на основе железа стационарным рентгеновским аппаратом на пленку типа II со свинцовой фольгой при фокусном расстоянии d_f = 1000 мм и оптической плотности почернения снимков D = 2,0

Типовое практическое задание 7 (раздел 2)

Задача 1

Вычислить геометрическую нерезкость U_g изображения в мм при просвечивании объекта контроля (ОК) излучением источника с размером фокусного пятна 0,5 мм. Расстояния от ОК до источника излучения (d_0) и до плоскости теневого изображения (b) равны: d_0 = 50 см, b = 2 см.

Задача 2

Вычислить проекционное увеличение М элементов на снимке объекта контроля (ОК), полученном при условиях просвечивания: расстояния от ОК до ИИИ (d_0) и до плоскости теневого изображения (b) равны: d_0 = 50 см, b = 2 см.

Задача 3

Для определения глубины залегания дефекта *x* образец контроля (ОК) экспонируют со смещением (рисунок 1). Рассчитать глубину залегания хорошо различимого дефекта, если фокусное расстояние равно d_f = 300 мм, смещение источника излучения (отрезок *AB* на рисунке 1) составляет 200 мм, а смещение дефекта на изображении *L* равно 6 мм. Радиографическая пленка практически вплотную прилегает к ОК.

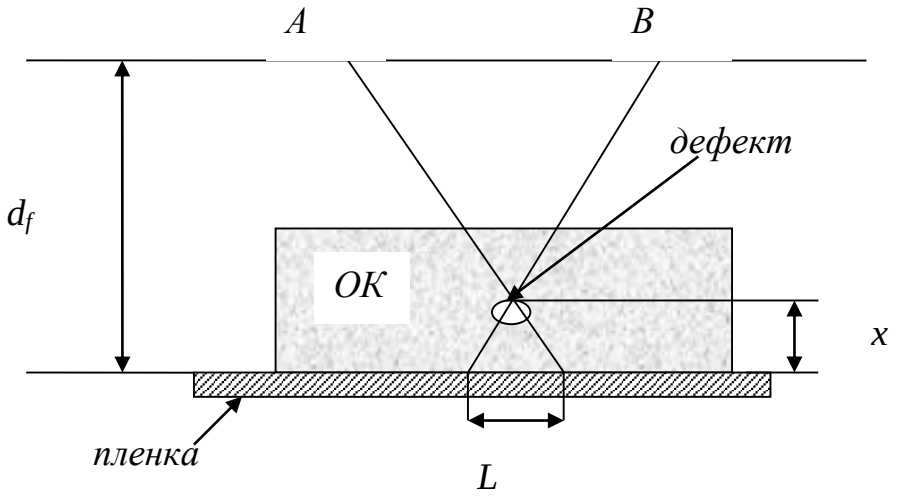

Рисунок 1 – Схема для определения глубины залегания дефекта

Задача 4

При радиографии сварного шва на снимке обнаружено:
а) скопление темных дефектов округлой формы.
б) дефекты в виде потемнений неправильной формы в направлении проходки.
Указать, каким дефектам соответствуют полученные изображения а) и б).

Задача 5

На снимке обнаружены изображения скопления пор (длина скопления 12 мм, максимальный диаметр пор 0,4 мм) и скопление вольфрамовых включений (длина скопления 8 мм, максимальная длина и ширина включений 2 и 1 мм). Максимальная суммарная длина дефектов на участке снимка длиной 100 мм составляет 20 мм. Какова должна быть запись в журнале регистрации результатов контроля согласно требованиям ГОСТ 7512?

Типовое практическое задание 8 (раздел 2)

Задача 1

Толщина слоя свинца, ослабляющего рентгеновское излучение в 2 раза, равна 0,5 мм. Чему должна быть равна толщина свинца, которая позволила бы ослабить это излучение в 100 раз?

Задача 2

Человек весом 60 кг в течение 6 ч подвергался действию γ-излучения, мощность которого составляла 30 мкР/час. Основным поглощающим элементом являлись мягкие ткани, для которых переход от экспозиционной дозы, выраженной в рентгенах, к поглощенной дозе, выраженной в радах, равен 1. Найти экспозиционную, поглощенную и эквивалентную дозы облучения, а также поглощенную человеком энергию излучения в единицах СИ.

Задача 3

Мощность экспозиционной дозы γ-излучения на расстоянии 0,2 м от точечного источника составляет 1 Р/ч. Определить минимальное расстояние от источника, на котором можно работать без защиты, если допустимая мощность дозы на рабочем месте равна 3,3 мР/ч. Поглощение γ-излучения воздухом не учитывать.

3.2 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-2.1	Тема 1. Виды ионизирующего излучения (ИИ), используемые в РНК, их природа и количественные характеристики; взаимодействие ИИ с веществом	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-2.2	Тема 1. Виды ионизирующего излучения (ИИ), используемые в РНК, их природа и количественные характеристики; взаимодействие ИИ с веществом	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-3.2	Тема 1. Виды ионизирующего излучения (ИИ), используемые в РНК, их природа и количественные характеристики; взаимодействие ИИ с веществом	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ОТЗ
ПК-2.1	Тема 2. Источники рентгеновского излучения, гамма-излучения, электронного и нейтронного излучения	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-2.2	Тема 2. Источники рентгеновского излучения, гамма-излучения, электронного и нейтронного излучения	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-3.2	Тема 2. Источники рентгеновского излучения, гамма-излучения, электронного и нейтронного излучения	Знание	1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-2.1	Тема 3. Детекторы ионизирующего излучения	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 1 – ОТЗ

ПК-2.2	Тема 3. Детекторы ионизирующего излучения	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-3.2	Тема 3. Детекторы ионизирующего излучения	Знание	1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-2.1	Тема 4. Радиография; оценка качества сварных соединений по результатам радиографического контроля.	Знание	4 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.2	Тема 4. Радиография; оценка качества сварных соединений по результатам радиографического контроля	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	3 – ЗТЗ 3 – ОТЗ
ПК-3.2	Тема 4. Радиография; оценка качества сварных соединений по результатам радиографического контроля	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	3 – ЗТЗ 3– ОТЗ
ПК-2.1	Тема 5. Радиоскопия и ее характеристики.	Знание	1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.2	Тема 5. Радиоскопия и ее характеристики.	Знание	1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-3.2	Тема 5. Радиоскопия и ее характеристики.	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ЗТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1	Тема 6. Радиометрия, ее разновидности и области применения.	Знание	3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-2.2	Тема 6. Радиометрия, ее разновидности и области применения.	Знание	1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-3.2	Тема 6. Радиометрия, ее разновидности и области применения.	Знание	1 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
ПК-2.1	Тема 7. Основы радиационной безопасности	Знание	3 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-2.2	Тема 7. Основы радиационной безопасности	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	2 – ЗТЗ 1 – ОТЗ
ПК-3.2	Тема 7. Основы радиационной безопасности	Знание	2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ
		Навык, опыт деятельности, действие	1 – ЗТЗ 2 – ОТЗ
		Итого	72 – ЗТЗ 72 – ОТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины (содержит 24 тестовых вопроса)

1. Вид контроля, основанный на регистрации и анализе ионизирующего излучения после его взаимодействия с контролируемым объектом называется:
   а) радиоволновым контролем; б) радиационным контролем;
   в) визуально-измерительным контролем; г) электромагнитным контролем.

Ответ: б

2. Скорость электронов, бомбардирующих мишень рентгеновской трубки, является функцией:
   а) атомного номера вещества катода; б) атомного номера вещества анода;
   в) разности потенциалов между анодом и катодом.

Ответ: в

3. Ослабление фотонного, электронного и нейтронного излучения в веществе приблизительно подчиняется одному и тому же закону:
   а) экспоненциальному; б) синусоидальному;
   в) гиперболическому; г) параболическому.

Ответ: б

4. Установить соответствие терминов и их определений.
   Термины: а) мощность поглощенной дозы излучения; б) эквивалентная доза излучения; в) поток энергии ионизирующего излучения; г) плотность потока ионизирующих частиц.
   Определения: 1) суммарная энергия всех частиц, падающих на поверхность за единицу времени; 2) поток ионизирующих частиц через площадь поперечного сечения элементарной сферы; 3) значение поглощенной дозы в единицу времени; 4) поглощенная доза излучения, пересчитанная с учетом способности данного вида излучения повреждать ткани организма.

Ответ: а) – 3; б) – 4; в) – 1; г) – 2.

5. Линейный коэффициент ослабления фотонного излучения в железе равен 2,617 $см^{-1}$, плотность железа 7,87 $г/см^3$. Чему равен массовый коэффициент ослабления излучения в железе в $см^2/г$? Записать результат расчета, округлив его до тысячных долей, не указывая единицы измерения. Дробную часть числа от целой отделять запятой.

Ответ: 0,333

6. Определить толщину слоя половинного ослабления медью фотонного излучения, если линейный коэффициент ослабления этого излучения в меди равен 4,112 $см^{-1}$. Записать результат расчета в см, округлив его до сотых долей, не указывая единицы измерений. Дробную часть числа от целой отделять запятой.

Ответ: 0,17

7. Определить длину пробега электрона в магнии (R_{Mg}), если известно, что в алюминии длина пробега электрона с этой энергией равна R_{Al} = 0,02 см. Необходимые для расчета характеристики приведены в таблице. Записать результат расчета в см, округлив его до сотых долей, не указывая единицы измерений. Дробную часть числа от целой отделять запятой.

Ответ: 0,03

Характеристики элемента	Mg	Al
Z	12	13
A	24,31	26,98
ρ, $г/см^3$	1,74	2,70

8. Изменение какого режима работы рентгеновской трубки приводит к смещению коротковолновой границы тормозного спектра в сторону малых длин волн:
   а) увеличение силы тока; б) увеличение напряжения;
   в) уменьшение напряжения; г) уменьшение силы тока?

Ответ: б

9. Снимки одного и того же объекта делают постоянно в течение 2-х лет одним и тем же источником, содержащим кобальт-60. На сколько следует увеличить время экспозиции в конце указанного периода по сравнению с его началом при сохранении всех других условий получения снимка? Известно, что период полураспада кобальта-60 равен 5,27 лет. Результат указать в процентах.

Ответ: 30 %.

10. Что **не** является источником нейтронного излучения:

а) ядерный реактор; б) подкритическая сборка; в) ускоритель Ван де Граафа; г) линейный ускоритель**;** д) изотоп калифорний-252?

Ответ: г

11. Основные эффекты, используемые при детектировании ионизирующих излучений (не менее двух вариантов ответов):

а) электрический; б) световой; в) химический; г) магнитный.

Ответ: а, б, в

12. В цифровой радиографии для непосредственного преобразования энергии ионизирующего излучения в цифровой сигнал применяют детекторы:

а) пластины с фотостимулируемой памятью;
б) плоскопанельные детекторы с линейкой светодиодов;
в) плоскопанельные детекторы с матрицей тонкопленочных транзисторов.

Ответ: а

13. Рентгеновские пленки с крупным размером зерна по сравнению с мелкозернистыми пленками обеспечивают:

а) лучшее разрешение деталей на снимке; б) меньшую чувствительность пленки;
в) большую чувствительность пленки.\

Ответ: в

14. Логарифму относительной экспозиции $\lg E_0 = 1{,}6$ соответствует экспозиция $E_0 = 500$ мА·с. Определить экспозицию E_x в мА·с, если согласно характеристической кривой ей соответствует логарифм относительной экспозиции $\lg E_x = 1{,}9$. Ответ записать, округлив до целых, не указывая единицы измерения.

Ответ: 998

15. Вычислить геометрическую нерезкость U_g изображения в мм при просвечивании объекта контроля (ОК) излучением источника с размером фокусного пятна 0,5 мм. Расстояния от ОК до источника излучения (d_0) и до плоскости теневого изображения (b) равны: $d_0 = 50$ см, $b = 2$ см. Округлив результат расчета до сотых, записать ответ, не указывая единицы измерения. Дробную часть от целой отделять запятой.

Ответ: 0,02.

16. Вычислить проекционное увеличение М элементов на снимке объекта контроля (ОК), полученном при условиях просвечивания: расстояния от ОК до источника излучения (d_0) и до плоскости теневого изображения (b) равны: $d_0 = 150$ см, $b = 10$ см. Записать ответ, округлив результат расчета до сотых. Дробную часть от целой отделять запятой.

Ответ: 1,07.

17. Для рентгеновского аппарата выбрать напряжение для просвечивания объекта контроля из титана толщиной $\ell_x = 20$ мм. Коэффициент радиографической эквивалентности для титана относительно стали равен 0,45. Значения напряжения на рентгеновской трубке в зависимости от толщины стали приведены в таблице. Записать значение напряжения в кВ, не указывая единицы измерения.

Ответ: 150.

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	80	100	150	250	400
Толщина стали, мм	2	5	10	27	46

18. При фокусном расстоянии 60 см экспозиция составила 300 мА·с. Какова должна быть экспозиция, если увеличить фокусное расстояние до 90 см при постоянстве остальных

параметров контроля? Записать значение экспозиции в мА·с, не указывая единицы измерения, округлив результат расчета до целых.

Ответ: 675.

3.3 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

19. Виды ИИ, используемые в РНК, и их природа.
20. Количественные характеристики ИИ.
21. Взаимодействие фотонного излучения с веществом.
22. Взаимодействие электронного излучения с веществом.
23. Взаимодействие нейтронного излучения с веществом.
24. Источники рентгеновского излучения.
25. Источники гамма- и бета-излучения.
26. Источники нейтронного излучения.
27. Газовые детекторы ИИ.
28. Полупроводниковые детекторы.
29. Сцинтилляционные детекторы.
30. Радиографическая пленка, ее характеристики.
31. Классификации радиографических пленок, усиливающие экраны.
32. Цифровые методы регистрации радиационных изображений.
33. Диафрагмы, коллиматоры, фильтры, компенсаторы.
34. Радиография и ее разновидности
35. Радиационное изображение, теневое радиационное изображение, контраст радиационного изображения.
36. Влияние рассеянного излучения на контраст радиационного изображения.
37. Нерезкости радиационного изображения.
38. Разрешающая способность, проекционное увеличение и дисторсия радиационногоизображения. Закон обратных квадратов.
39. Эталоны чувствительности и оценка качества радиационного изображения с их помощью.
40. Выбор источника излучения и его энергии, радиографической пленки.
41. Выбор фокусного расстояния, режима и схемы просвечивания объектов.
42. Подготовка изделия к просвечиванию.
43. Расшифровка снимков. Оформление результатов контроля
44. Классификация дефектов сварных соединений по результатам радиографического контроля
45. Радиоскопия и ее характеристики.
46. Флюороскопия.
47. Радиоскопия с использованием усилителей радиационных изображений.
48. Промышленные радиационно-телевизионные установки.
49. Радиометрия, ее разновидности и области применения.
50. Дефектоскопия.
51. Измерение плотности материалов
52. Измерение толщины материалов и покрытий радиометрическими методами.
53. Вычислительная томография.
54. Термины и определения, используемые в дозиметрическом контроле. Разделение населения страны на группы по отношению к источникам ИИ.
55. Виды эффектов, возникающих в организме человека при облучении его ИИ. Предельно-допустимые дозы облучения персонала, работающего с источниками ИИ, и остального населения страны.
56. Факторы, снижающие влияние ИИ излучения на человека. Меры безопасности, предпринимаемые при безаварийной эксплуатации источников ИИ и в условиях радиационной аварии.

3.4 Перечень типовых практических заданий к зачету
(для оценки умений)

1. Расчет массовых коэффициентов ослабления фотонного излучения и ослабляющих характеристик сложных материалов
2. Вычисление толщины слоя половинного ослабления
3. Расчет длины пробега электрона в веществе
4. Расчет уменьшения активности радионуклидов с момента градуировки
5. Определение экспозиции с помощью характеристической кривой радиографической пленки
6. Вычисление геометрической нерезкости радиационного изображения
7. Расчет параметров радиографического контроля.
8. Расчет толщины защиты и дозиметрических характеристик

3.5 Перечень типовых практических заданий к зачету
(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Для портативного рентгеновского аппарата определить экспозицию X при фокусном расстоянии d_f = 1000 мм, необходимую для просвечивания объекта контроля (ОК) из алюминия толщиной ℓ_x = 40 мм, с целью получения на пленке типа II снимка с оптической плотностью почернения D = 3,5 при чувствительности радиационного контроля не хуже 2 % отн. Номограмма для выбора экспозиций при использовании указанного прибора приведена на рисунке 1.

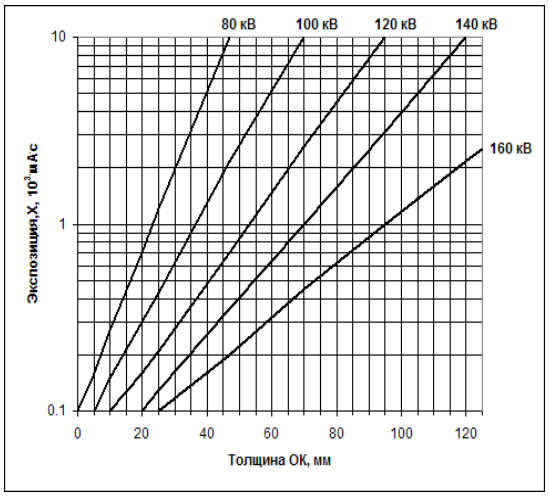

Рисунок 1 – Номограмма для определения экспозиций просвечивания сплавов на основе алюминия портативным рентгеновским аппаратом на пленку типа II со свинцовой фольгой при фокусном расстоянии d_f = 1000 мм и оптической плотности почернения 2

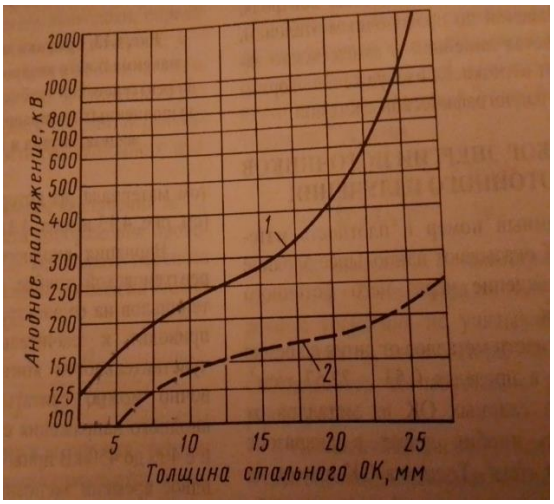

Рисунок 2 – Графики зависимостей ускоряющего напряжения от толщины стального образца при чувствительности контроля 2: график 1 – максимальное напряжение %; график 2 -практическое минимальное напряжение

Для выбора напряжения, подаваемого на рентгеновскую трубку, следует воспользоваться графиком, представленным на рисунке 2, приняв, что коэффициент радиографической эквивалентности для алюминия относительно стали, установленный для 150 кВ, равен 0,12. Характеристическая кривая для пленки типа II приведена н рисунке 3

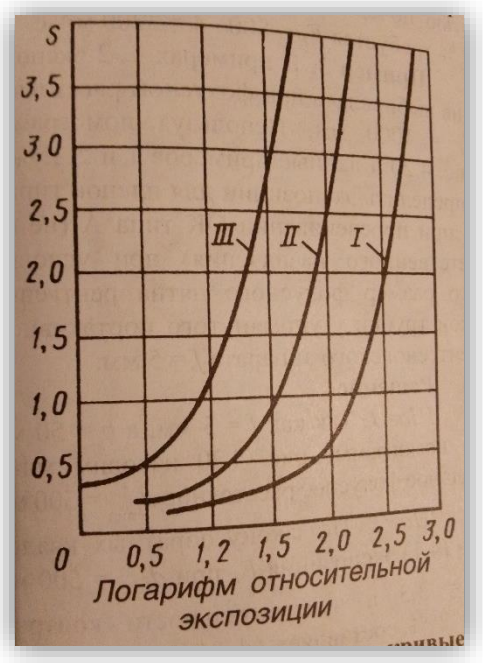

Рисунок 3 – Характеристические кривые пленок типа I, II и III

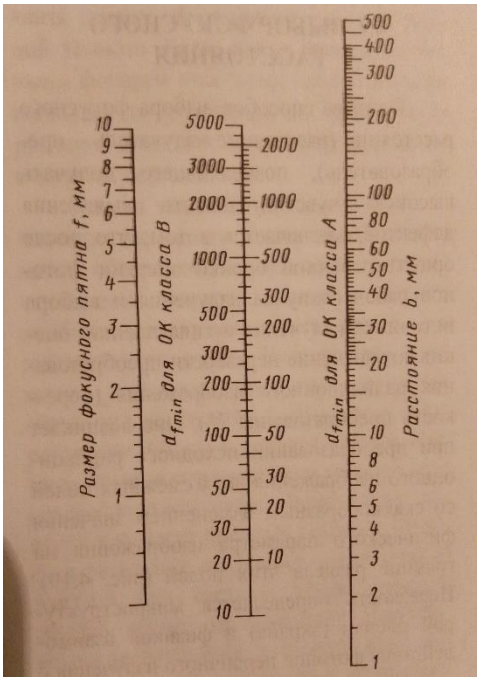

Рисунок 4 – Номограмма для оценки минимального фокусного расстояния d_{fmin} по заданному размеру фокусного пятна излучателя и расстояния b от стороны объекта контроля, обращенной к источнику излучения, до рентгеновской пленки.

2. Для данных задачи 1 определить экспозицию для пленок типа I, используя характеристические кривые, приведенные на рисунке 3.
3. Используя данные задач 1 и 2, с помощью номограммы, приведенной на рисунке 4, определить минимальное фокусное расстояние $d_{f\ min}$ для получения снимка неответственного назначения (класса А) при условии, что размер фокусного пятна рентгеновской трубки равен 3,5 мм. Для этого фокусного расстояния пересчитать значения экспозиций при использовании пленок типов I и II, полученные при решении задачи 2. При радиографировании пленка закреплена непосредственно на объекте контроля, т.е. значение b равно толщине ОК: $b = \ell_x$.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описание процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Рабочая тетрадь	Преподаватель оценивает ведение конспекта лекций и выполнение практических заданий обучающимися после каждой пройденной темы раздела дисциплины на последнем запланированном практическом занятии по данной теме в соответствии с расписанием занятий. Он сразу же информирует обучающегося о качестве ведения конспекта и выполнении практического задания. В случаях, когда тема дисциплины не предполагает кроме лекций других видов занятий, то преподаватель проводит контрольно-оценочные мероприятия и

	процедуры оценивания результатов обучения вначале практического занятия следующей темы дисциплины

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.