



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
Ю.В. Сомова

03.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Интеллектуальные системы неразрушающего контроля

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	5

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
28.01.2025, протокол № 4

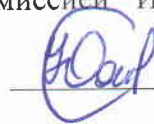
Зав. кафедрой



Д.М. Долгушин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
03.02.2025 г, протокол № 3

Председатель



Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:
ст. преподаватель кафедры Физики,



Н.И. Мишенева

Рецензент:

зав. кафедрой ПМИИ, д-р техн. наук



Ю.А. Извеков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

- 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

Дисциплина Радиационный контроль входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Методы контроля и диагностики

Визуальный и измерительный контроль. Контроль проникающими веществами

Материаловедение

Цифровые измерительные устройства

Физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная – преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Радиационный контроль» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1 Способен осуществлять подготовку контролируемого объекта и средств контроля к выполнению НК	
ПК-1.1	Оценивает условия контроля, состояние контролируемого объекта и средств контроля согласно требований нормативно-технической документации
ПК-1.2	Осуществляет настройку и оценку параметров неразрушающего контроля с соблюдением требований охраны труда
ПК-5 Способен выполнять радиационный контроль контролируемого объекта	
ПК-5.1	Проводит радиационный контроль согласно составленной технологической карте
ПК-5.2	Осуществляет оценку качества контролируемого объекта согласно нормативно-технической документации

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 13 акад. часов;
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 127,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Приборы и методы радиационного контроля								
1.1 Радиационные излучения, их природа и основные характеристики	5	1	2		17,1	Проработка лекций, изучение теоретического материала, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы: «Исследование поля излучения закрытого источника Cs-137», выполнение контрольной работы	Отчет по лабораторной работе, контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-5.1, ПК-5.2
1.2 Взаимодействие радиационных излучений с веществом		1	1		30	Проработка лекций, изучение теоретического материала, выполнение контрольной работы, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы: «Измерение поглощённой дозы»	контрольная работа, отчёт по лабораторной работе	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-5.1, ПК-5.2

1.3 Детектирование радиационных излучений		1	2		30	Проработка лекций, изучение теоретического материала, выполнение контрольной работы, выполнение и защита лабораторной работы: ««Изучение работы рентгеновского аппарата» «Изучение работы оборудования для рентгеновского контроля»	Контрольная работа, отчет по лабораторным работам	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-5.1, ПК-5.2
1.4 Дозиметрии ионизирующего излучения		1			20	Проработка лекций, изучение теоретического материала, выполнение контрольной работы	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-5.1, ПК-5.2
1.5 Виды и способы радиационного контроля		1	1		20	Проработка лекций, изучение теоретического материала, выполнение контрольной работы, выполнение и защита лабораторной работы: ««Изучение работы рентгеновского аппарата» «Изучение работы оборудования для рентгеновского контроля»	Контрольная работа, отчет по лабораторным работам	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-5.1, ПК-5.2
1.6 Организация работ с использованием источников ионизирующего излучения		1			10	Проработка лекций, изучение теоретического материала, выполнение контрольной работы	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-5.1, ПК-5.2
1.7 Зачёт с оценкой						Проработка теоретического материала, выполнение контрольной работы	Зачёт с оценкой	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-5.1, ПК-5.2

Итого по разделу	6	6		127,1			
Итого за семестр	6	6		127,1		зао	
Итого по дисциплине	6	6		127,1		зачет с оценкой	

5 Образовательные 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.

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

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).

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

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Числов, Н. Н. Введение в радиационный контроль : учебное пособие / Н. Н. Числов, Д. Н. Числов. — Томск : ТПУ, 2014. — 199 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62914> (дата обращения: 26.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Кочкин Ю. П.

2. Радиационные методы контроля : учебное пособие / Ю. П. Кочкин, А. Ю. Солнцев, Е. Н. Астапов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/185>. - Текст : электронный.

Астапов Е. Н.

3. Радиационные методы контроля. Рентгенографический контроль : учебное пособие / Е. Н. Астапов ; МГТУ. - Магнитогорск : [МГТУ], 2015. - 49 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/239>. - Текст : непосредственный.

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 - Москва : 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: 26.04.2024). - 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 // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/438446> (дата обращения: 26.04.2024)

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
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Adobe Flash Professional CS 5 Academic Edition	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Приборы и методы радиационного контроля» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ

Внеаудиторная работа студентов предполагает подготовку к лабораторным и семинарским занятиям, подготовку отчета по лабораторным работам, выполнение контрольной работы.

Примерная контрольная работа (подготовить краткие письменные ответы)

1. Какие частицы являются ионизирующими?
2. Что такое изотоп?
3. Чему эквивалентно число положительно заряженных частиц в ядре?
4. Чему эквивалентно число нуклонов в ядре?
5. Какие пары образуются в ядрах?
6. Что такое β -излучение?
7. В чем принципиальная разница между корпускулярным и фотонным излучением? Как это влияет на их свойства?
8. Что такое поглощенная доза (мощность дозы) излучения, единицы измерения?
9. Что такое экспозиционная доза (мощность дозы) излучения, единицы измерения?
10. Что такое эквивалентная доза (мощность дозы) излучения, единицы измерения?
11. Что происходит с фотонным излучением при прохождении с веществом?
12. Что такое линейный коэффициент ослабления?
13. По какому закону осуществляется ослабление излучения веществом?
14. Каков механизм взаимодействия электронов с веществом?
15. Каков механизм взаимодействия фотонов с веществом?
16. Каков механизм взаимодействия альфа-частиц с веществом?
17. Каков механизм взаимодействия нейтронов с веществом?
18. Какого устройство радиографической пленки и чем оно отличается от фотографической пленки?
19. Что такое оптическая плотность, в чем она измеряется?
20. Что такое характеристическая кривая, какие свойства РП можно определить по ХК?
21. Что такое коэффициент контрастности и средний градиент РП?
22. Что такое вуаль пленки?
23. Что такое чувствительность РП?
24. Что такое разрешающая способность РП, в чем она измеряется?
25. Как классифицируют РП?
26. Как осуществляется фотообработка РП, каковы ее этапы, что происходит на каждом этапе?
27. Что такое экранные и безэкранные РП, в чем отличие металлического и люминесцентного экранов?
28. Каковы основные части рентгеновской трубки?
29. Какие бывают рентгеновские аппараты, их устройство, в чем их различия?
30. Устройство гамма – аппарата.

Вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа № 1 «Исследование поля излучения закрытого источника Cs-137»

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». **«Изучение работы оборудования для рентгеновского контроля»**

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.
8. Классификация оборудования для рентгеновского контроля.
9. Приборы и методы работы оборудования.
10. Физические основы радиографической дефектоскопии
11. Абсолютная и относительная чувствительность рентгеновского метода
12. Эталон чувствительности и основные типы эталонов.
13. Тип рентгеновской пленки

Лабораторная работа № 3 «Измерение поглощенной дозы»

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

Перечень вопросов к семинарским занятиям (защите лабораторных работ)

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»

1. Рентгеновская трубка
2. Высоковольтный трансформатор
3. Вентильные лампы
4. Фильтры устанавливаемые на рентгеновские трубки.

Семинар № 3 «Дефектоскопия»

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

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен осуществлять подготовку контролируемого объекта и средств контроля к выполнению НК		
ПК-1.1:	Оценивает условия контроля, состояние контролируемого объекта и средств контроля согласно требований нормативно-технической документации	Перечень теоретических вопросов к зачету с оценкой 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.
--	--	---

ПК-1.2:	Осуществляет настройку и оценку параметров неразрушающего контроля с соблюдением требований охраны труда	Задачи и тестовые вопросы 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 мес. для получения снимка той же оптической плотности и при сохранении прочих условий? 2. Какой из перечисленных ниже источников генерирует ионизирующее излучение с наибольшей проникающей способностью? а) кобальт-60; б) рентгеновская трубка с ускоряющим напряжением 220 кВ; в) бетатрон на 15 МэВ; г) иридий-192. 3. Уровень излучения, который посредством ионизации производит одну единицу количества электричества (в системе СИ) в сухом воздухе массой 0,0012933 г, известен, как: а) милликюри; б) гамма-эквивалент; в) рентген; г) кюри. 4. При соударении электрона с мишенью рентгеновской трубки большая часть его энергии преобразуется: а) во вторичное рентгеновское излучение; б) в коротковолновое рентгеновское излучение; в) в тепловую. 5. Какой из перечисленных радионуклидов имеет самое длительное время полураспада? а) тулий-170; б) кобальт-60; в) иридий-192; г) цезий-137. Задачи: 6. Как определить уровень излучения, который посредством ионизации производит одну единицу количества электричества (в системе СИ) в сухом воздухе массой 0,0012933 Г? 7. Если бы потребовалось получить снимок стального объекта контроля (ОК) толщиной 17 см, какой из перечисленных ниже источников гамма-излучения был бы использован? а) кобальт-60; б) тулий-170; в) иридий-192; г) цезий-137.
ПК-5: Способен выполнять радиационный контроль контролируемого объекта		
ПК-5.1:	Проводит радиационный контроль согласно составленной технологической карте	Теоретические вопросы и практические задания: 1. Радиационные излучения, их природа и основные характеристики 2. Взаимодействие радиационных излучений с веществом 3. Детектирование радиационных излучений 4. Дозиметрии ионизирующего излучения

		5. Виды и способы радиационного контроля 6. Организация работ с использованием источников ионизирующего излучения 7. Составить технологическую карту РК образца 8. Как осуществляется оценка качества объекта контроля согласно НД? 9. Провести РК образца, согласно технологической карте
ПК-5.2:	Осуществляет оценку качества контролируемого объекта согласно нормативно-технической документации	1. Составить заключение по результатам РК (Приложение 3) 2. Порядок составления паспорта образца, основные разделы и требования НД (Приложение 3)

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

Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине «Радиационный контроль» является зачёт с оценкой

Зачёт с оценкой обучающиеся получают в результате выполнения всех видов работ, предусмотренных при изучении дисциплины. Все виды работ оцениваются преподавателем, согласно установленной рейтинговой шкале. В случае невыполнения обучающимся 20% - 30% от общего числа видов работ, предусмотренных в семестре или при возникновении спорных ситуаций, зачет проводится в форме собеседования по вопросам и заданиям согласно перечню вопросов и практических заданий к зачёту с оценкой.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

- на оценку **«отлично»** – результирующий рейтинг обучающегося должен составлять 85 – 100% от максимальной суммы баллов за семестр. Обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, навыками применения их в ситуациях повышенной сложности;
- на оценку **«хорошо»** – результирующий рейтинг обучающегося должен составлять 70 – 84% от максимальной суммы баллов за семестр. Обучающийся должен показать 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»** – результирующий рейтинг обучающегося должен составлять 50 – 69% от максимальной суммы баллов за семестр. Студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций, то есть он должен иметь знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач; 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»** – результирующий рейтинг обучающегося составляет менее 50% от максимальной суммы баллов за семестр результат обучения не достигнут, компетенции не сформированы, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Приложение 3
ПАСПОРТ
ОБРАЗЕЦ № РК-15
радиационный контроль
Оборудование нефтяной и газовой промышленности

1	Исходные данные	2
1.1	Требования к контролю:	2
1.2	Основные параметры образца:.....	2
1.3	Оборудование и средства контроля:	3
1.4	Параметры контроля:.....	3
1.5	Критерии оценки качества согласно НД:	4
1.6	Условия контроля:	5
2	Протокол измерения образца	6
2.1	Оценка качества объекта контроля согласно НД:	6
3	Технологическая карта радиационного контроля РК-15.....	7
4	Приложение №1 к технологической карте по R -контролю № РК -15.....	11
5	Заключение № 01/15 по результатам радиационного контроля	14
6	Приложение к заключению № 01 на образец № РК-15 образца Схема расположения всех выявленных дефектов сварного соединения	15
7	Заключение № 02/15 по результатам радиационного контроля.....	16
8	Приложение к заключению № 02 на образец РК-15 образца Схема расположения всех выявленных дефектов сварного соединения.....	17

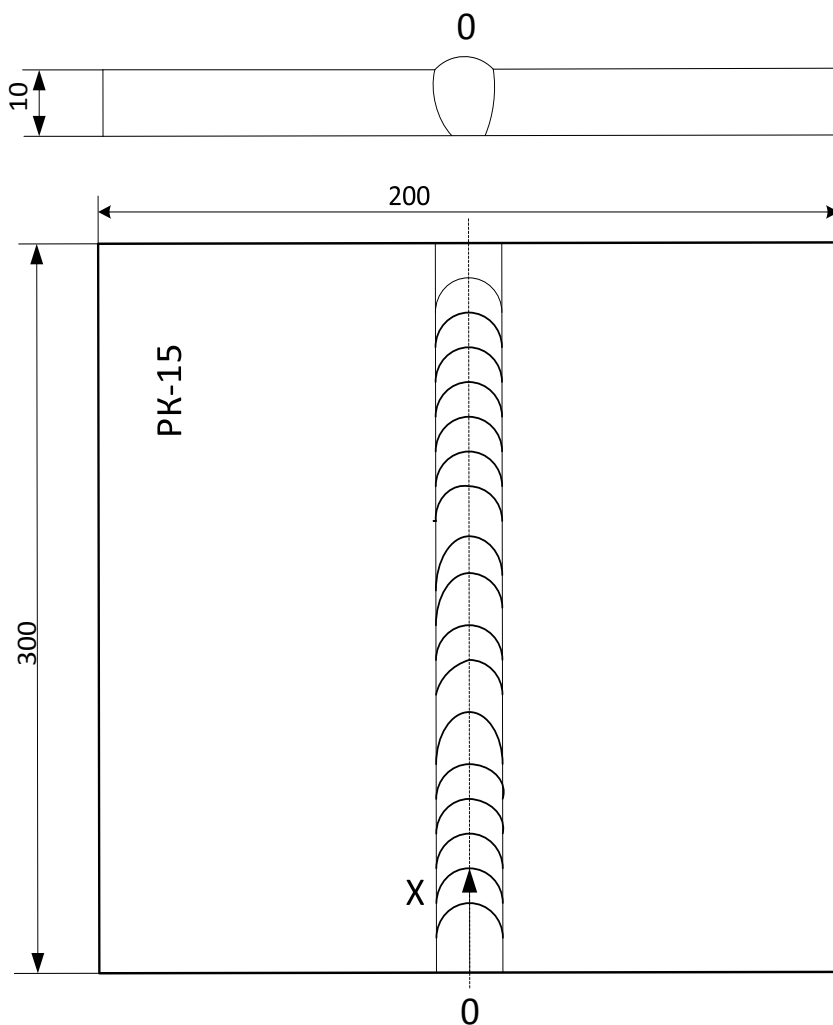
1 Исходные данные

1.1 Требования к контролю

	Вид контроля	Радиационный
	Метод контроля	Рентгенографический
	Объект испытаний	П.6 (п.п. 6.4; 6.5; 6.6)
	Методика контроля	ГОСТ 7512-82; РД-25.160.10-КТН-016-15
	Оценка качества	РД-25.160.10-КТН-016-15 (кат. В)

1.2 Основные параметры образца

	Идентификационный номер	РК-15
	Материал	Сталь 20
	Тип сварного соединения	Стыковое (С17)
	Вид сварки	Ручная дуговая
	Шероховатость поверхности	Не более Rz 40 мкм
	Толщина элементов	10 мм
	Длина образца	300 мм
	Ширна образца	200 мм



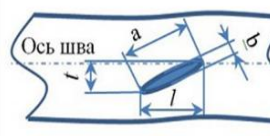
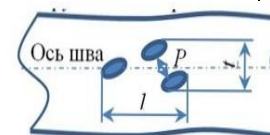
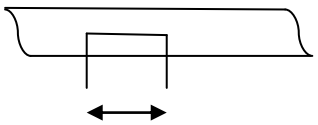
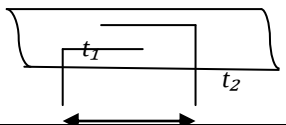
1.3 Оборудование и средства контроля

	Оборудование и материалы		Дата окончания поверки
	Рентгеновский аппарат	0,3 СБК-160	
	Тип и номер эталона чувствительности	п12/к11	до 09.10.2022
	Тип радиографической пленки	KODAK HS800	
	Усиливающий свинцовый экран (УСЭ)	0,05мм/0,1	
	Номер набора маркировочных знаков	№2 и №6	
	Защитный свинцовый экран	0,1 мм	
	Набор фотохимикатов	Комплект реактивов для ручной фотообработки радиографической пленки KODAK	
	Маркер	Маркер по металлу типа «EDDING»	
	Негатоскоп	НГС-1	
0	Денситометр	ДД 5005-220	до 09.10.2020
1	Лупа измерительная	ЛИ-3-10 ^x	до 06.11.2020
2	Трафарет	№5	до 09.10.2020
3	Линейка 300 мм	№503	до 06.11.2020

1.4 Параметры контроля

	Напряжение на трубке, кВ	155
	Ток, мА	1,95
	Размер фокусного пятна, мм	0,8
	Фокусное расстояние, мм	700
	Время экспозиции, мин	2
	Чувствительность контроля	0,3
	Радиационная толщина стенки, мм	12
	Оптическая плотность самого светлого участка св. шва, не менее 1,5 е.о.п./ яркость изображения канавочного эталона	1,5/2,5
	Разница оптических плотностей между эталоном чувств. и основного металла, е.о.п.	Не менее 0,5
0	Зарядка кассет	УСЭ-рентгеновская пленка-УСЭ
1	Способ фотообработки	ручной

1.5 Критерии оценки качества:

	Тип дефекта	Критерий идентификации изображений	Характеристика допустимого дефекта для трубопровода/участка трубопровода	
			Категория В	Категория I
.1	Единичные, сферические и удлинённые (Aa), канальные поры (Ak), единичные компактные шлаковые включения (Ba)	Непротяжённый дефект (a/b не более 3) 	L не более $0,5 S$, но не более 5 мм, t не более 3 мм. $\sum_{300}$ не более 30 мм.	
.2	Скопление пор (Ac), скопление шлаковых включений (Bc), цепочка пор (Ab), цепочка шлаковых включений (Bb)	Группа дефектов (три и более дефекта, расстояние между ближайшими краями которых P не более трех максимальных размеров b из двух рассматриваемых соседних дефектов, иначе дефекты являются одиночными) 	l не более $2S$; но не более 15 мм, $\sum_{300}$ не более 30 мм. Дефекты с размером менее 0,2 мм не принимаются к рассмотрению при оценке наличия группы. Размеры каждого дефекта, входящие в группу не должны превышать максимально допустимого дефекта. Максимально допустимая суммарная площадь проекций дефектов, входящих в группу, не должна превышать 5% площади участка, ширина которого равна e , а длина – 50 мм, где e – ширина облицовочного шва	
.3	Непровары (Da), несплавления (Dc), удлинённые зашлакованные карманы (Bd), внутренний подрез (Fc).	Протяжённый дефект, расположенный вдоль шва. (a/b более 3)	Если при просвечивании получается следующее изображение:  t L	
			$To L$ не более $0,5S$, но не более 5 мм	$To h$ не более $2S$, но не более 30 мм
			h не более $0,05 S$, но не более 1 мм, l не более 3 мм; $\sum_{300}$ не более 30 мм.	
			Расположение изображений протяжённых дефектов, указанное на рисунке, недопустимо для любого значения протяжённости: 	

			<i>L</i>
.4	Трещины (E)		Не допускаются
.	Наружные дефекты		
.1	Вогнутость корня шва (Fa)	Локальный темный участок, распложенный в зоне, соответствующей корневому шву	<i>h</i> не более 0,2 <i>S</i> , но не более 1 мм; <i>l</i> не более 50 мм; суммарная протяженность на оценочном участке 300 мм не более 50 мм. Плотность изображения на радиографическом снимке не должна превышать плотности изображения основного металла
	Превышение проплава (Fb)	Локальный светлый участок, распложенный в зоне, соответствующей корневому шву	<i>h</i> не более 3 мм; <i>l</i> не более 30 мм; суммарная протяженность на оценочном участке 300 мм не более 30 мм
	Дефект сборки, шлифовка околошовной зоны (Fe)	Локальный темный участок, распложенный в околошовной зоне	Плотность изображения на радиографическом снимке не должна превышать плотности изображения основного металла
	Западание между валиками	Оценку проводят методом ВИК	
	Наружный подрез		
	Смещение кромок		
	Чешуйчатость		
Примечания			
1 Определение параметров: <i>a</i> , <i>b</i> , <i>P</i> в соответствии схемы определения параметров обнаруженных дефектов. (см. п. 5 ниже). Определение параметров: <i>l</i> , <i>t</i> , <i>h</i> , <i>S</i> в соответствии с Примечанием в ПРИЛОЖЕНИЕ №1 к технологической карте по R – контролю			
2 Оценка глубины протяженного дефекта производится путем сравнения разности оптических плотностей изображения дефекта и бездефектной области сварного шва вблизи дефекта с разностью оптических плотностей канавок и оптической плотности области между канавками канавочного эталона чувствительности (№ 1 и № 2). Если проведение инструментальной оценки невозможно, то проводят визуальное сравнение оптической плотности дефекта и канавки канавочного эталона.			
3 При обнаружении по результатам РК внутреннего подреза (Fc2) и наличии доступа к внутренней поверхности сварного соединения, оценку допустимости производят по результатам ВИК.			
4 При обнаружении области с наличием шлифовки околошовной зоны (Fe) оценку допустимости производить по результатам ультразвуковой толщинометрии.			
5 Схема определения параметров обнаруженных дефектов:			
6 Если проекции протяженных дефектов на ось шва накладываются друг на друга, то в качестве протяженности принимается общая проекция на ось шва			

1.6 Условия контроля:

Лабораторные условия.

№ дефекта	Вид дефекта (характер дефекта)	Координата дефекта*, мм	Размеры*, мм		Условное обозначение дефекта	Соответствие НД, (допустим/не допустим)
		X				
1	Несплавление по разделке кромок	25	0,0	,0	Dc ₂	не допустим Dc ₂ 40 (25...65)
2	Пора	173		,0	Aa	допустим Aa 2,0 (173)
3	Пора	275		,0	Aa	допустим Aa 1,5 (275)
Примечание: * <i>X – расстояние от нулевой точки до начала дефекта по горизонтали;</i> <i>l – протяженность дефекта</i> <i>t – ширина дефекта</i>						

Составил:

Специалист по РК III уровня квалификации

Квалификационное удостоверение № 0005-7472

Мамаев

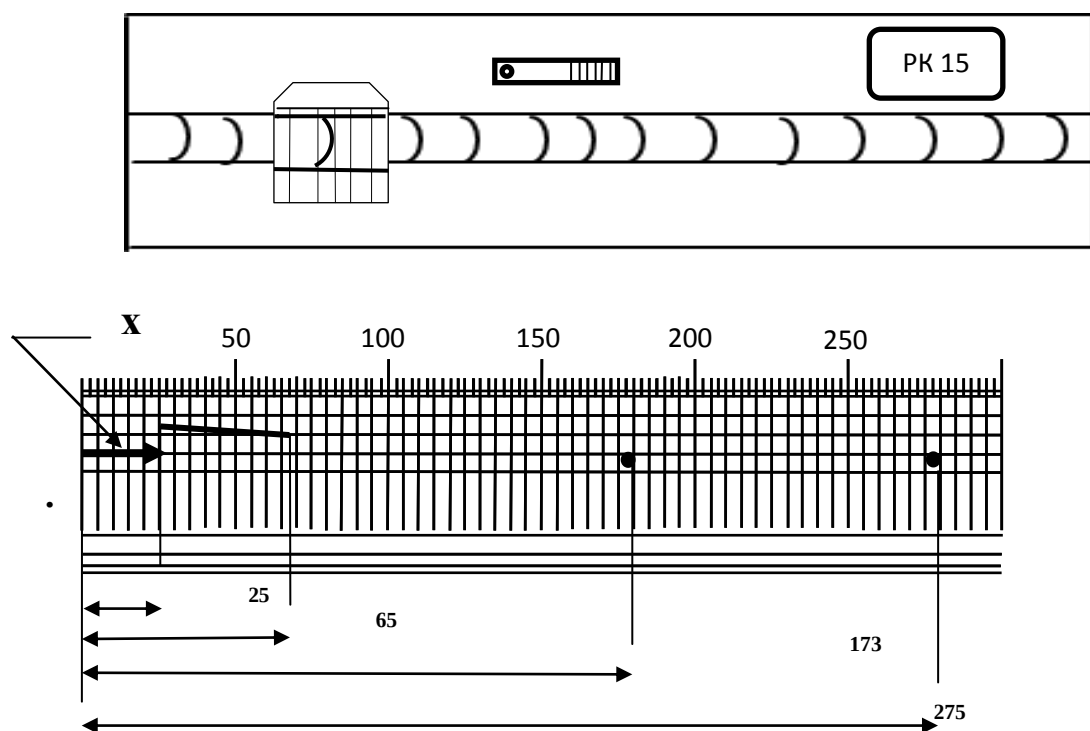
Э.К.

(подпись)

(Ф.И.О.)

Действительно до 11.2023 г.

2 Протокол измерения образца. Прилагается рентгеновская пленка.



2.1 Оценка качества объекта контроля:
Не допустим в соответствии с РД-25.160.10-КТН-016-15

Контроль выполнил:

Специалист по РК III уровня квалификации

Квалификационное удостоверение № 0005-7472

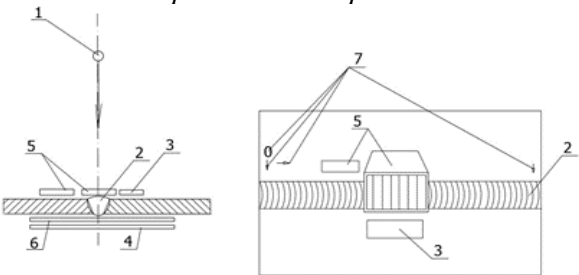
Мамаев

Э.К.

(подпись)

(Ф.И.О.)

Действительно до 11.2023 г.

ОПЕРАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ							ШИФР РК-15			
НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ			ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова»							
НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА			Стыковое сварное соединение 1 категории (300x200x10) мм							
НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ			РД-25.160.10-КТН-016-15, ГОСТ 7512-82;							
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ										
ОБЪЕКТ КОНТРОЛЯ					ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ		СХЕМА ПРОСВЕЧИВАНИЯ			
ТУ НА ТРУБЫ	N	НОМИ- НАЛЬНАЯ ТОЛЩИНА СТЕНКИ δ , мм	КАТЕГ- ОРИЯ ТРУБОПРО- ВОДА	ТИП СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ. ВИД СВАРКИ	Рентгеновский аппарат 0,3 СБК-160 с диапазоном регулировки анодных напряжений 50÷160 кВ, с размером фокусного пятна 0,8x0,8мм, анодным током 2,0 мА		<i>Направленное просвечивание</i>  Обозначения: 1. Источник излучения 2. Контролируемый участок сварного соединения. 3. Маркировочные знаки. 4. Защитный свинцовый экран 5. Эталон чувствительности. 6. Кассета с радиографической пленкой. 7. Ограничительные знаки.			
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И РЕЖИМЫ ПРОСВЕЧИВАНИЯ										
ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ	РАЗМЕ- Р АКТИВНОЙ ЧАСТИ ИСТОЧНИКА, мм	ТИП РАДИОГРА- ФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ	ТИП ЭКРАНА, ЕГО ТОЛЩИНА, мм	ТОЛЩИНА СТЕНКИ, мм		Н АПРЯ- ЖЕНИЕ НА ТРУБКЕ, кВ	ОК, А	ВРЕМЯ ЭКСПО- ЗИЦИИ, м ин	ЧУВСТВИ-ТЕ ЛЬНОСТЬ КОНТРОЛЯ	ПРИМЕЧАНИЯ
				Толщи- на на просвечивае- мого металла S	Радиационная толщина (в месте установки эталона чувствительн- ости)					

Рентген овский аппарат непрерывного действия 0,3 СБК-160	0,8x0,8	KODAK HS800	Pb, 0,05	10	12	160	,0	3	2	0,3	
--	---------	----------------	-------------	----	----	-----	----	---	---	-----	--

ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ			
/п	НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ	СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИИ, ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	ОБОРУДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТ

	Подготовка к контролю	Радиографический контроль проводить после внешнего осмотра сварного шва и устранения обнаруженных наружных дефектов (незаплавленных кратеров, подрезов, выходящих на поверхность пор, каких-либо предметов которые могут воспрепятствовать правильной экспозиции или интерпретации пленок). Отметить на сварном соединении несмывающейся краской направление укладки радиографической пленки, начало укладки пленки и установки мерительного пояса (от верхней образующей трубы по часовой стрелке по ходу продукта). Установить на стык: - мерительный пояс со свинцовыми цифрами; - канавочные эталоны чувствительности* для стали №11 и проволоочные эталоны чувствительности* для стали №12, по одному (каждого типа) на каждую четверть стыка на расстоянии не менее 5 мм от шва с направлением канавок поперек шва. Нанести маркировку на радиографическую пленку с помощью свинцовых маркировочных знаков. Маркировка должна включать как минимум следующую информацию: - номер стыка; - направление укладки пленки, кассет; - номер пленки; - дату проведения радиографического контроля; - шифр (характеристика) объекта; - шифр специалиста НК; - шифр (клеймо) сварщика или бригады сварщиков. Установить на стык (по всему его периметру) с помощью прижимного пояса радиографическую пленку в светонепроницаемых кассетах (или отрезок рулонной пленки соответствующей длины) так, чтобы обеспечить плотное прилегание пленки к металлу шва и перекрытие изображений смежных участков сварного соединения не менее 20 мм. Оградить сигнальными знаками или флажками зону излучения (согласно схемы замеров радиационно-опасной зоны), мощность излучения в которой превышает 1,2 мкЗв/ч, или установить предупреждающий сигнализатор (со световой и звуковой сигнализацией). Проверить и записать показания индивидуальных дозиметров до и после работы с источником ионизирующего излучения	Набор для ВИК Мерительный пояс Канавочные эталоны чувствительности для стали №11 по ГОСТ 7512. Проволоочные эталоны чувствительности для стали №12 по ГОСТ 7512 .Карандаш-маркер Цифры и буквы набор № 2 (ГОСТ 15843) Радиографическая пленка, прижимные магниты Дозиметр ДКС-04.Предупреждающий сигнализатор (световой и звуковой) Индивидуальный дозиметр типа ИД-02
	Просвечивание сварного соединения	Установить источник излучения согласно схеме просвечивания. Отклонение направления излучения источника от плоскости сварного шва не должно превышать 5,0мм (угол не более 5°). Убедиться в отсутствии людей в зоне излучения, включить предупреждающий сигнализатор (при его наличии). Отойти на безопасное расстояние и произвести просвечивание. Для начала просвечивания запустить (включить) рентген-аппарат.	Рулетка Источник направленного излучения с размером фокусного пятна (активной части) не более 6 мм

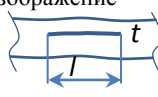
ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ			
/п	НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ	СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИИ, ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	ОБОРУДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТ
		По окончании просвечивания снять материалы и радиографическую пленку со стыка По окончании рабочей смены проверить и записать показания индивидуальных дозиметров	
	Фотообработка радиографической пленки	Фотообработку экспонированной радиографической пленки проводить в специально оборудованном помещении - фотолаборатории при неактивном освещении. Проверить пригодность и температуру обрабатывающих растворов. Они должны иметь температуру в пределах от 18 °С до 25 °С. При этом следует иметь в виду, что проявитель готов к применению не ранее чем через 12 ч после приготовления, а также, что в 1 л проявителя может быть качественно обработано не более 1 м² пленки, а фиксаж пригоден к работе, если в 1 л его обработано не более 2 м² пленки, а также замену химреактивов необходимо производить не позже двух месяцев после первого применения при нормальных условиях применения и хранения. Замена химреактивов должна записываться в специальном журнале, который должен храниться в лаборатории. Оптимальное время проявления при температуре проявителя <u>20</u> °С указывается на этикетке первичной упаковки. Время проявления в проявителе устанавливать в зависимости от фактической температуры проявления Режимы промывок, фиксирования и сушки выбирать следующие: - промежуточная промывка – не менее 1 мин при температуре <u>20</u>° С; - фиксирование в фиксирующем растворе – не менее <u>12</u> мин при температуре не менее <u>20</u>°С; - окончательная промывка в проточной или сменной (не менее 3 раз) воде – при температуре не менее 20°С от 20 до 30 мин ; - сушка естественная или в потоке воздуха – до полного высыхания при температуре не выше <u>25</u>°С. При применении автоматов для фотообработки радиографических пленок режимы фотообработки определяются инструкцией по эксплуатации применяемого автомата	Фоторастворы для фотообработки экспонированной рентгеновской пленки (в соответствии с рекомендациями фирмы- изготовителя радиографической пленки). Линейка Лабораторный фонарь Кюветы Проявочный автомат Таймер Термометр

ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ			
/п	НАИМЕНОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ	СОДЕРЖАНИЕ ОПЕРАЦИИ, ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	ОБОРУДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТ
	Расшифровка снимков	Просмотр и расшифровку снимков производить после их полного высыхания в затемненном помещении с применением специальных осветителей – негатоскопов, отвечающих требованиям ГОСТ 7512. Снимки допускаются к расшифровке, если они удовлетворяют следующим требованиям: - на снимках отсутствуют пятна, полосы, загрязнения и повреждения эмульсионного слоя, затрудняющие расшифровку снимков; - на снимках должны быть видны изображения эталонов чувствительности (по одному на каждую четверть стыка), изображения ограничительных меток и маркировку, включающую в себя: номер стыка, направление укладки пленки (мерительный пояс), дату проведения радиографического контроля, шифр (характеристика) объекта, шифр специалиста НК, шифр (клеймо) сварщика или бригады сварщиков; - оптическая плотность самого светлого участка сварного шва должна быть не менее 1,5 е.о.п.; разность оптических плотностей изображения канавочного эталона чувствительности и основного металла в месте установки эталона должна быть не менее 0,5 е.о.п.; - чувствительность снимков в соответствии с ГОСТ 7512. Выполнить расшифровку снимков в соответствии с требованиями таблицы (приложение 1), прилагаемой к настоящей технологической карте. Каждый дефект в заключении должен иметь подробное описание с указанием символа условного обозначения типа дефекта, размера дефекта или суммарной длины цепочки и скопления пор, шлаков в мм.(с указанием преобладающего размера дефектов группы), через черточку ставят количество однотипных дефектов на снимке; глубину дефектов в мм. Допускается вместо записи глубины дефектов (в миллиметрах или %) указать с помощью знаков «>», «=» или «<» величину дефекта по отношению к максимально допустимой для данного сварного соединения. Запись глубины дефектов производить в миллиметрах, с указанием % отношения фактической величины дефекта по отношению к максимально допустимой величине дефекта для данного сварного соединения с указанием расположения дефекта по знакам маркировочного пояса. Заключение по результатам контроля форматных снимков следует давать на каждый участок длиной 300 мм	Денситометр ДД 5005-220 (с точностью измерения 0,02 е.о.п. в диапазоне оптической плотности рентгеновских снимков от 0 до 4 е.о.п.); Негатоскоп НГС-1 (с яркостью свечения экрана 120 000 кд/м²); Прозрачная линейка; Универсальный шаблон дефектоскописта; Измерительная лупа; Линейка оптической плотности.

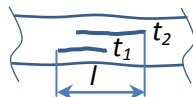
Операционную технологическую карту составил	Мамаев Э.К.	III уровень по рентгенографическому методу НК,		20.02.2
---	-------------	--	--	---------

		удостоверение № 0005-7472, от 27.11.18г.		020
--	--	--	--	-----

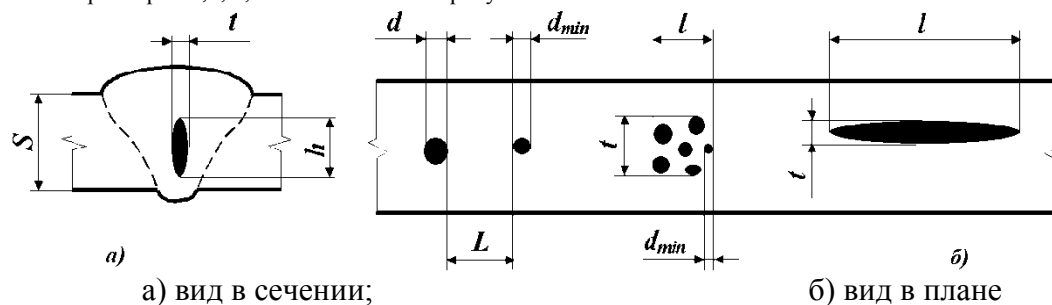
ПРИЛОЖЕНИЕ №1
к технологической карте по R - контролю № РК -15

Тип дефекта	Условное обозначение дефекта	Критерий идентификации изображений	Допустимые размеры дефектов в сварных соединениях	Суммарная протяженность допустимых дефектов на любые 300 мм св. шва	Примеры записи дефектов	
					Описание дефекта	Пример записи дефекта
1.Единичные сферические и удлиненные поры, 2.канальные поры, 3.единичные компактные шлаковые включения	Aa	Непротяженный дефект (a/b не более 3)	$l \leq 5,0$ мм. $t \leq 3,0$ мм.	≤ 30 мм	Единичная сферическая пора диаметром 1 мм глубиной более допустимой	Aa1,0>
	Ak				Единичная удлиненная пора протяженностью 7 мм, шириной 2 мм и глубиной менее допустимой	Aa7,0×2,0≤
	Ba				Цепочка пор протяженностью 25 мм с максимальным размером поры 2 мм; глубина отдельной поры, входящей в цепочку, превышает допустимое значение	Av25–2>
1.Скопление пор, 2.скопление шлаковых включений, 3.цепочка пор, 4.цепочка шлаковых включений	Ac	Группа дефектов (три и более дефекта, расстояние между ближайшими краями которых P не более трех максимальных размеров b из двух рассматриваемых соседних дефектов, иначе дефекты являются одиночными)	$l \leq 15,0$ мм. Дефекты с размером a менее 0,2 мм не принимаются к рассмотрению при оценке наличия группы. Размеры каждого дефекта, входящего в группу не должны превышать размеры максимально допустимого дефекта. Максимально допустимая суммарная площадь проекций дефектов, входящих в группу, не должна превышать 40 мм ² площади участка, ширина которого равна 16мм, а длина – 50 мм,	≤ 30 мм	Скопление пор протяженностью 25 мм, шириной 10 мм, с максимальным размером поры 2 мм; глубина отдельной поры, входящей в скопление, превышает допустимое значение	Ac25×10–2>
	Bc				Канальная, в т. ч. «червеобразная» пора протяженностью 10 мм, с шириной 2 мм и глубиной менее допустимой	Ak10×2,0≤
	Ab				Единичное компактное шлаковое включение протяженностью 5 мм, с шириной 2 мм и глубиной менее допустимой	Ba5,0×2,0≤
	Bb				Удлиненные включения (зашлакованные карманы) с обеих сторон шва протяженностью 10 мм, шириной 0,5 мм и глубиной более допустимой	Bd10×0,5>
1.Непровары, 2.несплавления, 3.удлиненные зашлакованные карманы, 4.внутренний подрез	Da	Протяженный дефект, расположенный вдоль шва (a/b более 3)	Если при просвечивании получается следующее изображение  то $l \leq 20,0$; $h \leq 0,5$ мм;	≤ 30 мм	Удлиненные включения (зашлакованные карманы) с обеих сторон шва протяженностью 10 мм, шириной 1 мм и глубиной более допустимой	Bd20×1,0>
	Dc				Непровар в корне шва протяженностью 20 мм и глубиной более допустимой	Da20>
	Bd				Несплавления межслойные	Dc100

			$t \leq 3,0 \text{ мм};$ Расположение изображений протяженных дефектов, указанное на рисунке, недопустимо для любого значения протяженности:		протяженностью 100 мм	
	Fc				Несплавления по разделке кромок (внутренние) протяженностью 300 мм	
	Dc ₁				Трещина вдоль шва протяженностью 100 мм	
	Dc ₂				Трещина поперек шва протяженностью (раскрытием) 1,0 мм и шириной 15 мм	
Трещины	E		Не допускаются	-	Трещина, разветвлённая протяженностью 30 мм	Ec30
Вогнутость корня шва	Fa	Локальный темный участок, расположенный в зоне, соответствующей корневому шву	$h \leq 1,0 \text{ мм};$ $l \leq 50,0 \text{ мм};$	$\leq 50 \text{ мм}$	Вогнутость корня шва (утяжина) протяженностью 15 мм и высотой более допустимой	Fa15>
Превышение проплава	Fb	Локальный светлый участок, расположенный в зоне, соответствующей корневому шву	$h \leq 3,0 \text{ мм}$ $l \leq 30,0 \text{ мм}$	$\leq 30 \text{ мм}$	Выпуклость корня шва (провис) протяженностью 10 мм и высотой более допустимой (высота определена при помощи имитатора)	Fb10>
Дефект сборки, шлифовка околошовной зоны	Fe	Локальный темный участок, расположенный в околошовной зоне	Плотность изображения на радиографическом снимке не должна превышать плотности изображения основного металла		Подрез внутренний одностороннего шва протяженностью 40 мм и глубиной более допустимой	Fc ₂ 40>
Западания между валиками	Оценку проводят методом ВИК				Подрез наружный протяженностью более допустимой	Fc ₁ 50
Наружный подрез					Смещение кромок наличие дефекта	Fd
Смещение кромок					Суммарная протяженность объемных дефектов на участке сварного соединения длиной 300 мм равна 45 мм	Σ_{300} 45
Чешуйчатость					Суммарная протяженность непроваров в корне одностороннего шва на участке сварного соединения длиной 300 мм равна 30 мм	Σ_{300} Da-30



Примечание:
 1 Определение параметров: a , b , P в соответствии схемы определения параметров обнаруженных дефектов.
 Определение параметров: l , t , h , S в соответствии с рисунком:



- S — толщина стенки трубы (детали);
 ϕ диаметр дефекта округлой формы;
 h глубина дефекта;
 l протяженность дефекта (размер дефекта, определяемый вдоль шва);
 t ширина дефекта (размер дефекта, определяемый поперек шва);
 L расстояние между соседними дефектами;
 d_{min} диаметр наименьшего из расположенных рядом отдельных дефектов или дефектов, входящих в скопление или цепочку

2 Оценка глубины протяженного дефекта производится путем сравнения разности оптических плотностей изображения дефекта и бездефектной области сварного шва вблизи дефекта с разностью оптических плотностей канавок и оптической плотности области между канавками канавочного эталона чувствительности (№ 1 и № 2). Если проведение инструментальной оценки невозможно, то проводят визуальное сравнение оптической плотности дефекта и канавки канавочного эталона.

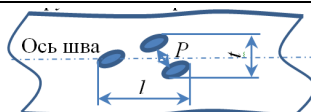
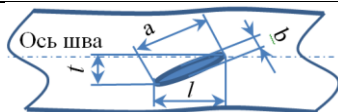
3 При обнаружении по результатам РК внутреннего подреза (Fc2) и наличии доступа к внутренней поверхности сварного соединения, оценку допустимости производят по результатам ВИК.

4 При обнаружении области с наличием шлифовки околосшовной зоны (Fe) оценку допустимости производить по результатам ультразвуковой толщинометрии.

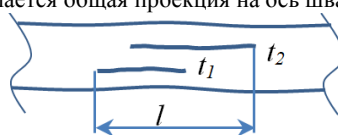
5 Схема определения параметров обнаруженных дефектов:

Скопление шлаковых включений протяженностью 10 мм, шириной 10 мм, с недопустимым размером максимального шлакового включения протяженностью 3 мм и шириной 1 мм; глубина максимального шлакового включения, входящего в скопление, не превышает допустимое значение

Вс10х1
 0-3х1≤



6 Если проекции протяженных дефектов на ось шва накладываются друг на друга, то в качестве протяженности принимается общая проекция на ось шва



Лаборатория неразрушающего контроля АО «ПО Монтажник»	ЗАКЛЮЧЕНИЕ №РК-01/15 От «20» февраля 2020г.	Объект	Стыковое сварное соединение 300х200х10 мм
Наименование ЛНК		Трубопровод, (категория)	Категория-I
56A150465 от 11.08.2020		Подрядная организация	ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова»
Номер свидетельства об аттестации		Организация заказчика	ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова»
ПО КОНТРОЛЮ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ			
Контроль выполнен в соответствии с операционной технологической картой: №РК-15			
Оценка качества по: РД-25.160.10-КТН-016-15			
Оборудование и материалы в соответствии с операционной технологической картой: № РК-15			

Номер сварного соединения по журналу сварки	Тип сварного соединения, способ сварки	Диаметр, толщина стенки свариваемых элементов, мм	Шифр (клеймо) сварщика (бригады сварщиков)	Тип секций (одношовная или двухшовная) Координаты продольных швов, наименьшее расстояние между продольными швами, мм	Номер снимка, координаты мерного пояса, мм	Параметры снимка			Описание выявленных дефектов	ЗАКЛЮЧЕНИЕ о допустимости выявленных дефектов (допустим/не допустим)	Примечания
						Чувствительность	Оптическая плотность самого светлого участка сварного шва, не менее ____./наибольшая оптическая плотность основного металла в зоне контроля, ____ е.о.п./фактическая яркость негатоскопа ____ кд/м2,	Разница оптических плотностей между эталоном чувствительности и основного металла, ____ е.о.п.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
РК-15	С17 РД	300x200x10,0	отсутствует		РК-15 25....65(40)	0,3	1,5/3,0/120 000	не менее 0,5	Дс ₂ 40>	не допустим	Несплавления по разделке кромок (внутренние) протяженностью 40 мм
					РК-15 173				Aa 2,0≤	допустим	Единичная сферическая пора диаметром 2,0 мм глубиной менее
					РК-15 275				Aa 2,0≤	допустим	Единичная сферическая пора диаметром 2,0 мм глубиной менее

Суммарная протяженность дефектов по всей длине (периметру) шва, **44,0 мм**

Заключение о годности сварного соединения: («годен», «ремонт», «вырезка», «повторный контроль») **ремонт**

Контроль произвел	Мамаев Э.К.	III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г.		20.02.2020
Заключение выдал	Мамаев Э.К.	III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г.		20.02.2020

Подтвердил полноту проведённого контроля и соответствие оценки качества проконтролированных соединений требованиям НД.	Мамаев Э.К.	III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г.		20.02.2020
Подтвердил соответствие качества РГ-снимка, расшифровки и оценки результата контроля требованиям НД и ТД.	Мамаев Э.К.	III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г.		21.02.2020

Приложение к заключению по РК № 01/15 от 21.02. 2020 г.
по радиграфическому контролю

Схема проконтролированного сварного соединения
(указываются координаты продольных швов и мест расположения недопустимых дефектов)



где P – периметр стыка.

Контроль произвел	Мамаев Э.К.	III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г.		20.02.2020
Заключение выдал	Мамаев Э.К.	III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г.		20.02.2020

Лаборатория неразрушающего контроля АО «ПО Монтажник»	ЗАКЛЮЧЕНИЕ №РК-02/15 От « <u>21</u> » <u>февраля</u> 2020г.	Объект	Стыковое сварное соединение 300х200х10 мм
Наименование ЛНК		Трубопровод, (категория)	Категория-I
56А150465 от 11.08.2020		Подрядная организация	ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова»
Номер свидетельства об аттестации		Организация заказчика	ФГБОУ ВО «МГТУ им Г.И. Носова»
ПО КОНТРОЛЮ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ			
Контроль выполнен в соответствии с операционной технологической картой: №РК-15			
Оценка качества по: РД-25.160.10-КТН-016-15			
Оборудование и материалы в соответствии с операционной технологической картой: № РК-15			

Номер сварного соединения по журналу сварки	Тип сварного соединения, способ сварки	Диаметр, толщина стенки свариваемых элементов, мм	Шифр (клеймо) сварщика (бригады сварщиков)	Тип секций (одношовная или двухшовная) Координаты продольных швов, наименьшее расстояние между продольными швами, мм	Номер снимка, координаты мерного пояса, мм	Параметры снимка			Описание выявленных дефектов	ЗАКЛЮЧЕНИЕ о допустимости выявленных дефектов (допустим/не допустим)	Примечания
						Чувствительность	Оптическая плотность самого светлого участка сварного шва, не менее ____./наибольшая оптическая плотность основного металла в зоне контроля, ____ е.о.п./фактическая яркость негатоскопа ____ кд/м2,	Разница оптических плотностей между эталоном чувств. и основного металла, ____ е.о.п.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПК-1 5	С17 РД	300х2 00х10	отсутствует		ПК-15 25....6 5(40)	0,3	1,5/ 3,0/ 120 000	не менее 0,5	Дс ₂ 40>	не допустим	Несплавления по разделке кромок (внутренние) протяженностью 40 мм
					ПК-15 173				Аа 2,0≤	допустим	Единичная сферическая пора диаметром 2,0 мм глубиной менее
					ПК-15 275				Аа 2,0≤	допустим	Единичная сферическая пора диаметром 2,0 мм глубиной менее

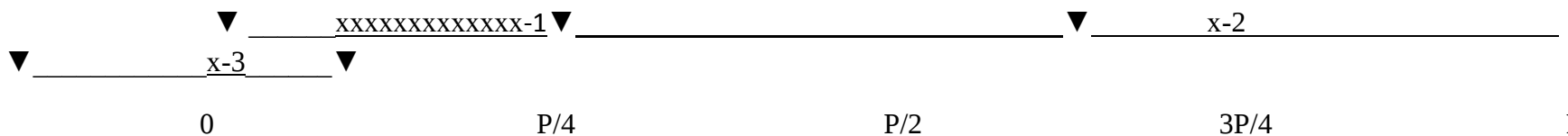
Суммарная протяженность дефектов по всей длине (периметру) шва, **44,0** мм

Заключение о годности сварного соединения: («годен», «ремонт», «вырезка», «повторный контроль») **ремонт**

Контроль произвел	Золотой А.А.	III уровень, № НОАП-0001-62320 до 06.2024 г.		21.02.2020
Заключение выдал	Золотой А.А.	III уровень, № НОАП-0001-62320 до 06.2024 г.		21.02.2020
Подтвердил полноту проведенного контроля и соответствие оценки качества проконтролированных соединений требованиям НД.	Мамаев Э.К.	III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г.		21.02.2020
Подтвердил соответствие качества РГ-снимка, расшифровки и оценки результата контроля требованиям НД и ТД.	Мамаев Э.К.	III уровень, №0005-7472 до 08.2022 г.		21.02.2020

Приложение к заключению по РК № 02/15 от 21.02. 2020 г.
по радиографическому контролю

Схема проконтролированного сварного соединения
(указываются координаты продольных швов и мест расположения недопустимых дефектов)



где P – периметр стыка.

Контроль произвел	Золотой А.А.	III уровень, № НОАП-0001-62320 до 06.2024 г.		21.02.2020
Заключение выдал	Золотой А.А.	III уровень, № НОАП-0001-62320 до 06.2024 г.		21.02.2020