

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»  
(КНИТУ – КАИ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор корпоративного института

А.В. Гимбицкий

22 марта 2024 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Неразрушающий контроль: Рентгенографический метод»

Реализуется на базе кафедры материаловедения, сварки и производственной безопасности  
(МСиПБ)

## 1. Основные характеристики программы

Соответствие профессиональным стандартам	Программа составлена с учетом профессионального стандарта «Специалист по неразрушающему контролю» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 3 декабря 2015 г. N 976н).
Соответствие квалификационным требованиям	Профессиональный стандарт Специалист по неразрушающему контролю (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 3 декабря 2015 г. N 976н)
Категория слушателей	Лица, имеющие или получающие высшее или среднее профессиональное образование
Срок обучения	40 часов
Форма обучения	Очная с использованием дистанционных образовательных технологий

### 2. Цель реализации программы:

Основная программа повышения квалификации имеет своей целью получение слушателями теоретических знаний, приобретение умений и практических навыков в области современных неразрушающих методов сварных швов, освоение методик проведения контроля и оценки качества продукции в соответствии с техническими требованиями; совершенствование профессиональных компетенций и повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

Учебно-программная документация повышения квалификации раскрывает общие сведения о неразрушающем контроле, задачи дефектоскопии сварных соединений, требования к обеспечению дефектоскопической технологичности конструкции, выбор метода контроля с точки зрения обеспечения требований по качеству в соответствии с ТУ, методы и приемы диагностики ресурса сварных конструкций с учетом требований профессиональных стандартов.

### 3. Требования к результатам обучения

Слушатель, освоивший программу, должен:

#### 3.1. Обладать следующими компетенциями:

- выявлять внутренние несплошности и отклонения формы контролируемого объекта в соответствии с их внешними признаками;
- определять работоспособность средств метода;
- определять тип внутренних дефектов и вид отклонения формы контролируемого объекта;
- применять средства метода для определения контролируемого объекта и оценки условий выполнения РК;
- регистрировать результаты РК;
- анализировать данные, полученные по результатам РК на предмет их полноты и достаточности для принятия решения о качестве контролируемого объекта;
- определять по результатам РК соответствие (несоответствие) контролируемого объекта нормам оценки качества;
- применять нормативную документацию о контроле.

### 3.2. Знать:

- основы металловедения;
- технологию литья и различных видов сварки металлов;
- ослабляющие свойства материалов при прохождении через них излучения;
- свойства и характеристики металлов, применяемых для рентгенографического метода;
- способы выбора источников излучения, параметров просвечивания и необходимых экспозиций;
- виды сварных соединений и технологию их сварки;
- влияние дефектов на качество сварных швов;
- требования, предъявляемые к сварным швам;
- принцип действия рентгеновских установок и аппаратуры для рентгенографического метода;
- виды и источники излучений и их природу;
- взаимодействие излучения с веществом;
- свойства различных видов рентгенопленки, способы проверки их качества, проявления и фиксирования;
- назначение фотореактивов и правила обращения с ними;
- методы рациональной организации рабочего места, правила радиационной безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности;
- принцип работы рентгеновских установок, ускорительной техники, аппаратуры для рентгенографического, ионизационного и сцинтилляционного метода;
- основы дозиметрии;
- инструкцию по правилам безопасности труда, по радиационной безопасности, пожарной безопасности.

### 3.3. Уметь:

- подготавливать изделия к просвечиванию;
- производить разметку и нумерацию участков при просвечивании простых изделий несложной конфигурации по заданным параметрам метода;
- проявлять и фиксировать рентгеновскую пленку;
- выполнять требования безопасности труда, радиационной безопасности.
- просвечивать простые изделия;
- просвечивать ответственные трубопроводы;
- производить рентгенографический метод простых и средней сложности изделий;
- проводить выбор оптимальных источников излучения и определять экспозиции;
- определять активность радиоактивного изотопа;
- просматривать снимки с целью определения их качества;
- производить регулировку рентгеновской и гаммаграфической аппаратуры.

### 3.4. Владеть:

- подготовка средств для рентгенографического метода;
- определение измеряемых характеристик выявленной несплошности для оценки качества контролируемого объекта;
- определение пригодности данных, получаемых в процессе рентгенографического метода, для проведения оценки качества контролируемого объекта;
- определение типа выявленной несплошности в соответствии с требованиями технологической инструкции или иной документации, содержащие нормы, оценки качества;
- анализ данных, полученных по результатам рентгенографического метода;
- проведение повторного рентгенографического метода.

## 4. Содержание программы

### Календарный учебный график

Образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего календарного года.

Форма обучения	Ауд. часов в день	Общая продолжительность программы (дней, недель, месяцев)
очная	4	2 недели

### УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

программы повышения квалификации

«Неразрушающий контроль: Рентгенографический метод»

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	В том числе		Формы контроля
			Лекции	Практические и лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	6
1	Материаловедение.	8	8	0	тест
2	Общие вопросы неразрушающих методов	4	4	0	тест
3	Рентгенографический метод	28	20	8	тест
	Итого	40	32	8	экзамен

### УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

программы повышения квалификации

«Неразрушающий контроль: Рентгенографический метод»

#### Раздел 1. Материаловедение. (8 ч.)

Тема 1. Введение.

Значение металлов, неметаллических и других материалов в условиях ускорения научно-технического прогресса. Применение в строительстве чугуна, стали, цветных металлов, сплавов и полимерных материалов. Экономия материалов. Задачи изучения, предмета "Материаловедение". Ознакомление обучающихся с содержанием и порядком изучения программы по материаловедению.

Тема 2. Основные сведения о металлах и сплавах.

Внутреннее строение металлов и сплавов. Кристаллическая структура металлов и сплавов. Зависимость свойств металлов и сплавов от структуры и величины зерен твердом состоянии. Краткие сведения о методах определения структуры и качества металлов изделий из них в лабораторных и производственных условиях. Свойства металлов. Физические свойства металлов: плотность, температура плавления, тепло- и электропроводность, расширение при нагревании, намагничивание. Значение физических свойств при выборе металлов для изготовления деталей.

Химические свойства металлов. Способность металлов подвергаться химическим воздействиям. Антикоррозионная стойкость, кислотостойкость, щелочестойкость. Механические свойства металлов. Прочность. Твердость.

Способы определения твердости металлов и сплавов. Упругость, ударная вязкость и, жаропрочность металлов. Методы испытаний металлов.

Использование механических свойств металлов в технике.

Технологические свойства и пробы металлов. Ковкость, свариваемость, обрабатываемость, износостойкость, заполняемость форм. Виды и применение технологических проб металлов.

Тема 3. Железоуглеродистые сплавы.

Чугун. Основы производства чугуна. Исходные материалы для получения чугунов. Предельный чугун. Литейный чугун. Ферросплавы. Влияние примесей на свойства чугуна. Классификация и маркировка чугунов по ГОСТам. Сталь.

Основы производства стали. Способы плавки и разливки стали.

Углеродистые стали: конструкционные и инструментальные. Элементы, входящие в состав углеродистых сталей. Влияние примесей на свойства стали. Марки углеродистых сталей. ГОСТы на углеродистые стали. Легирование стали. Разновидности легированных сталей, Марки легированных сталей. ГОСТы на легированные стали.

Тема 4. Термическая обработка стали и чугуна.

Сущность и значение термической обработки. Способы нагревания и охлаждения при термической обработке. Способы определения температуры нагрева. Цвета побежалости и каления. Виды термической обработки. Отжиг, нормализация, закалка, отпуск.

Понятие об обработке металлов холодом. Химико-термическая обработка стали. Цементации, азотирование, силицирование, хромирование; их назначение и выполнение. Термическая обработка чугуна, отжиг отливок.

Тема 5. Цветные металлы и сплавы.

Значение цветных металлов для промышленности. Медь и медные сплавы; их характеристика, свойства, применение. Основные элементы сплавов: медь, никель и цинк; их влияние на физическое состояние сплавов.

Виды получаемых сплавов. Алюминий и его сплавы. Характеристика, свойства и применение в строительстве магния, титан свинца, олова, цинка, хрома, никеля, их сплавов.

Антифрикционные сплавы; их применение. Припои; их виды, характеристика свойств и применение. Марки цветных металлов и их сплавов по ГОСТу.

Тема 6. Коррозия металлов и меры защиты.

Сущность явления коррозии. Разрушающее действие различных сред. Виды коррозии металлов. Внешние признаки и разновидности коррозии. Основные способы защиты металлических изделий от коррозии и их применение. Неметаллические покрытия (краски, лаки, нефтебитум, пластмассы, полиэтилен, стеклопластики и др.) и способы нанесения их на поверхность изделий. Металлические покрытия: лужение, оцинкование, свинцевание, никелирование, хромирование, кадмирование. Химические покрытия. Защита окисными пленками (оксидирование), легирование.

## **Раздел 2. Общие вопросы неразрушающих методов (4 ч.)**

Тема 7. Основные виды и методы неразрушающего контроля материалов и сварных соединений.

Магнитный вид неразрушающего контроля: магнитопорошковый и феррозондовый методы. Вихретоковый метод.

Акустический вид неразрушающего контроля: ультразвуковой и акустико-эмиссионный методы. Радиационные методы. Цветной метод. Выбор методов неразрушающего контроля.

Комплексное применение методов при неразрушающем контроле. Особенности неразрушающего контроля материалов и сварных соединений.

Чувствительность контроля. Возможность документирования результатов контроля.

Тема 8. Нормативные и технологические документы по неразрушающему контролю материалов и сварных соединений.

Основные положения документов (стандартов, руководящих документов и инструкций) по неразрушающему контролю материалов и сварных соединений

визуальным и измерительным методом. Зоны контроля и виды дефектов, возникающих в деталях при их изготовлении и эксплуатации. Критерии браковки материалов и сварных соединений.

Тема 9. Организация работ по неразрушающему контролю материалов и сварных соединений. Требования к рабочим местам.

Основные положения документов, устанавливающих требования к организации работ по неразрушающему контролю материалов и сварных соединений. Общие требования к подразделениям неразрушающего контроля. Основные функции руководителя подразделения неразрушающего контроля.

Аккредитация лабораторий (подразделений) неразрушающего контроля. Общие требования к рабочим местам. Технологическое оснащение средства механизации рабочих мест. Освещенность зоны контроля. Общие требования безопасности и охраны труда при проведении работ по неразрушающему контролю материалов и сварных соединений.

Требования к профессиональной подготовке и повышению квалификации дефектоскопистов. Квалификационные разряды и характеристики работ, выполняемых дефектоскопистами. Основные положения документов по сертификации персонала по неразрушающему контролю технических объектов.

Тема 10. Общие требования к средствам неразрушающего контроля материалов и сварных соединений.

Средства неразрушающего контроля: дефектоскопы, толщиномеры, намагничивающие устройства, вспомогательные приборы (приборы для контроля намагниченности деталей, приборы для проверки качества магнитных индикаторов, ультрафиолетовые облучатели, светильники и др.).

Дефектоскопические материалы (магнитные индикаторы, пенетранты, очистители и проявители, контактные жидкости и др.). Вспомогательные устройства и приспособления (сканирующие и фиксирующие устройства, стойки и др.). Средства метрологического обеспечения: меры, стандартные образцы и др.

### **Раздел 3. Рентгенографический метод (28 ч.)**

Тема 11. Физические основы радиационного метода.

Механизмы возникновения рентгеновского и гамма-излучений. Анализ ионизирующего излучения при его взаимодействии с контролируемым изделием. Радиационные методы. Критерии оценки качества изделий радиационной техники. Требования к качеству изделий на стадии исследования, разработки изготовления и эксплуатации.

Радиационная безопасность при эксплуатации источников ионизирующего излучения. Меры безопасности для выполнения рентгенографического метода с учетом особенностей анализируемого объекта. Основные положения и правила метрологического обеспечения радиационных измерений.

Тема 12. Основные методики проведения РК.

Основные элементы схемы просвечивания изделий, обоснование выбора параметров элементов. Источники излучений, области применения, выбор энергии. Выбор экспозиции, типа пленок. Номограммы, радиографическая эквивалентность, введение поправок при изменении свойств элементов схемы просвечивания.

Подготовка образцов для метода. Расшифровка снимков. Технические средства для просмотра и расшифровки.

Современные бесплёночные носители скрытого радиационного изображения. Принципы преобразования скрытого изображения в цифровых сканерах с компьютерной обработкой данных в видимое. Вспомогательные приборы для радиографического метода.

Тема 13. Рентгеновские аппараты.

Основные технические характеристики рентгеновских аппаратов непрерывного действия. Процедура просвечивания. Основные технические характеристики рентгеновских аппаратов непрерывного действия. Обеспечение радиационной безопасности при работе в нестационарных условиях.

#### Тема 14. Определение и настройка параметров метода.

Радиографический метод сварного соединения для выявления внешних дефектов.

Определение положения дефекта. Вспомогательное оборудование и приспособления для радиографического метода. Контроль стыковых сварных соединений Технологическая операционная карта рентгенографического метода. Оценки чувствительности радиографического метода. Хранение радиографической пленки.

Расшифровка радиографических снимков сварных соединений. Оценка качества сварных соединений по радиографическим снимкам.

#### Тема 15. Составление технологических карт метода по РК.

Требования, предъявляемые к технологическим картам. Разделы и содержание. Требования, предъявляемые к заключениям по результатам РК. Использование дефектограммы для регистрации местоположения дефекта на объекте контроля.

### Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
1	2	3	4
1	13	Выбор аппарата для проведения рентгенографического метода, определение схем просвечивания сварных соединений.	4
	15	Расшифровка радиографических снимков.	4

### 5. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
1	2	3
Компьютерный класс 322, 323/1зд. ул. К. Маркса, 10	Лекционные и лабораторные занятия	Набор ВИК, Люксметр, образцы шероховатости, ультразвуковой аппарат, СОПы

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение программе

#### 6.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. Гуляев, А.П. Металловедение. Учебник для вузов / А.П. Гуляев, А.А. Гуляев. - М.: Металлургия, 2024. - 722 с. (Переиздание 1986 г.)
2. Лахтин, Ю.М. Материаловедение. Учебник для вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. - М.: Машиностроение, 2019. - 528 с. (Переиздание 1990 г.)
3. Материаловедение. Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др. М.: Машиностроение, 1986. 384 с.
4. Новиков, И.И. Теория термической обработки металлов. Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 2021. - 480 с. (Переиздание Новиков, И.И. Теория термической обработки металлов. Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1986. - 480 с.)
5. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014. - 1216 с. (Переиздание Марочник сталей и сплавов, под ред. А.С. Зубченко. М.: Машиностроение, 2003. - 784 с.)
6. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.В. Овчинников. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2017. — 224 с

7. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машино-строение, 2013. — 576 с
8. Абрамов В. А. Визуальный и измерительный контроль сварных соединений под острыми и тупыми углами: практические рекомендации по применению. М.: Спектр, 2019. 51 с
9. Абрамов В. А. Визуальный и измерительный контроль сварных соединений: практические рекомендации по применению: практическое пособие. М.: Спектр, 2014. 123 с.
10. ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод».
11. ГОСТ 32569-2013 «Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах»
12. ГОСТ 23055-78 «Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля»

## **6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ [Электронный ресурс]. URL: <https://kai.ru/web/naucno-tehniceskaa-biblioteka> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: свободный.
2. Лань: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Знаниум: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.com> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. ЮРАЙТ: электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru> (дата обращения: 19.03.2021). Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. [http:// window.edu.ru](http://window.edu.ru)
6. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
7. <http://www.consultant.ru> - Официальный сайт компании «Консультант Плюс»

## **6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательных процессов по программе**

Операционная система Windows (договор IT000012385); Microsoft Office 2016 (Лицензионный договор №S0000000722 от 21.12.2015 г. с ООО «АйТи46», лицензионный договор №K0000000117 от 21.12.2015 г. с ООО «СМСКанал»); LibreOffice (Бесплатная, GNU General Public License); Kaspersky Endpoint Security Russian Edition (Лицензия 156А-160809-093725-387-506).

## **7. Оценка качества освоения программы**

Контроль освоения программы осуществляется в ходе промежуточной аттестации в форме теста и итоговой аттестации в форме экзамена.

Промежуточная аттестация по программе предназначена для оценки освоения слушателем разделов программы и проводится в виде тестов по 100 бальной системе, где от 0 до 79 баллов – «не зачтено», от 80 до 100 баллов – «зачтено».

Итоговая аттестация проводится в форме экзамена, который включает в себя практическую работу и проверку теоретических знаний по четырех балльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

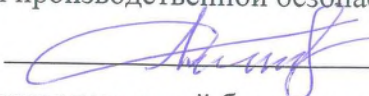


## 8. Кадровые условия реализации программы

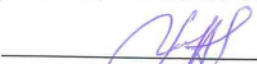
В реализации программы принимают участие профессорско-преподавательский состав, а также квалифицированные специалисты КНИТУ-КАИ.

## 9. Разработчики и составители программы

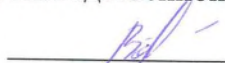
Профессор кафедры материаловедения, сварки и производственной безопасности

 Э.Р. Галимов


Доцент кафедры материаловедения, сварки и производственной безопасности

 А.Р. Гимранова

Доцент кафедры материаловедения, сварки и производственной безопасности

 А.Р. Валеева

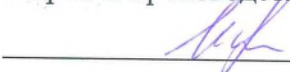
Ст. преподаватель кафедры материаловедения, сварки и производственной безопасности

 М.Ф. Губайдуллин

Ст. преподаватель кафедры материаловедения, сварки и производственной безопасности

 М.А. Клабуков

Ст. преподаватель кафедры материаловедения, сварки и производственной безопасности

 Ю.А. Шмакова