

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующий баз. каф.
«Атомные станции с водо-водяными
энергетическими реакторами» (АСВВЭР)



Иванченко А. И.
16.12.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Методы разрушающего и неразрушающего контроля

1. Код и наименование специальности:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

2. Специализация:

Проектирование и эксплуатация атомных станций

3. Квалификация выпускника: инженер - физик

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Баз. каф. «Атомные станции с водо-водяными энергетическими реакторами» (АСВВЭР)

6. Составители программы:

и.о. зав. базовой каф. «Атомные станции с водо-водяными энергетическими реакторами»
(АСВВЭР), к.т.н., доц. Иванченко А.И.,

преподаватель базовой каф. «Атомные станции с водо-водяными энергетическими
реакторами» (АСВВЭР), Калмыков А.Н.

профессор кафедры ядерной физики, д.ф.м.н., доцент Любашевский Д.Е.

7. Рекомендована:

Научно - методическим советом физического факультета, протокол №2 от 29.02.2024 г.

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучению правил контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже.

Задачи учебной дисциплины:

- рассмотреть систему оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики.
- изучить и приобрести практические навыки в области разрушающего контроля с методом исследования «Механические испытания по характеристикам твёрдости (МИ)».
- изучить и приобрести практические навыки в области разрушающего контроля с методом исследования «Магнитный метод определения ферритной фазы (ФФ)».
- изучить и приобрести практические навыки в области разрушающего контроля с методом исследования «Металлографические исследования. Металлографический контроль (МГИ)».
- изучить и приобрести практические навыки в области разрушающего контроля с методом исследования «Спектральный анализ: рентгенофлуоресцентный анализ (РФА)».
- изучить и приобрести практические навыки в области неразрушающего контроля с методом исследования «Визуальный и измерительный контроль (ВИК)».
- изучить и приобрести практические навыки в области неразрушающего контроля с методом исследования «Ультразвуковой контроль (УЗК)».
- изучить и приобрести практические навыки в области неразрушающего контроля с методом исследования «Радиографический контроль (РГК)».
- изучить и приобрести практические навыки в области неразрушающего контроля с методом исследования «Магнитопорошковый контроль (МПК)».
- изучить и приобрести практические навыки в области неразрушающего контроля с методом исследования «Капиллярный контроль».
- изучить и приобрести практические навыки в области неразрушающего контроля с методом исследования «Вихретоковый контроль (ВТК)».

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Методы разрушающего и неразрушающего контроля» относится к вариативной части блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-8	Способен обеспечивать радиационный контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала	ПК-8.1	Знает современные методы дозиметрии	<p>Код и наименование ОТФ/ТФ (в соответствии с ПС): В/03.4 ОТФ - Проведение физико-механических испытаний сварных соединений и материалов деталей свариваемых конструкций с оформлением протокола испытаний/ ТФ - Проведение определение твердости металла шва, наплавленного металла и основного металла деталей конструкции и анализ результатов.</p> <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знать физические основы материаловедения. - Знать способы определение твердости материалов, применять переводные таблицы для значений твердости, определенных различными способами. - Знать и применять средства для измерения твердости металлов. - Знать последовательность и необходимость технологических операций при проведении механических испытаний по характеристикам твердости. - Знать и соблюдать технику безопасности при проведении контроля. Метрологическое обеспечение средств контроля. Порядок подтверждения компетенции персонала,

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
		ПК-8.6	Знает биологическое действие излучений на организм, основные сведения о природных и антропогенных радионуклидах в окружающей среде, тенденции в развитии энергетики, в том числе ядерной энергетики, радиационной безопасности и охране окружающей среды при эксплуатации АЭС, защитных мероприятиях и мерах по преодолению последствий при авариях на объектах атомной энергетики, организации и проведении радиационного мониторинга производственных объектов и окружающей среды	<p>выполняющего контроль.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знать и применять НТД по методикам и оценки качества. - Знать правила работы и настройки твердомера для выполнения измерения твердости. - Знать последовательность и необходимость технологических операций при проведении измерений твердости. - Знать и применять основные положения НТД по оценке качества объекта контроля. - Знать основные требования НТД к оформлению учетной и отчетной документации. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Уметь, в соответствии с руководством по эксплуатации производить настройку прибора для выполнения контроля - Уметь, в соответствии с требованиями НТД, проводить подготовительные операции и проведения измерений твердости - Уметь, в соответствии с требованиями НТД, проводить оценку качества объекта контроля - Уметь грамотно оформлять необходимую учетную и отчетную документацию

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72.

Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой (3 семестр).

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			3 семестр	
Аудиторные занятия		26		
в том числе:	лекции			
	практические	26	26	
	лабораторные	0	0	
Самостоятельная работа		46	46	
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации			Зачет с оценкой	
Итого:		72	30	

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			

1.1	Введение	Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Основы материаловедения.	
1.2	Методы разрушающего контроля:		
1.3	Разрушающий контроль. Механические испытания по характеристикам твёрдости (МИ)	Измерение твердости металлов. Требования к средствам измерений Методика проведения испытаний и обработка данных Техника безопасности. Метрология. Требования к компетенции персонала, выполняющего контроль Нормативно-техническая документация (НТД) по методикам проведения и оценки качества в области использования атомной энергии (АЭ) (ГОСТ 6996-66, ГОСТ 2999-75, ГОСТ 9012-59, ГОСТ 9013-59, НП-105-18, НП-084-15, ГОСТ 1050-2013)	
	Разрушающий контроль. Металлографические исследования. Металлографический контроль (МГИ)	Основы металлографии Физические методы исследования металлов Унифицированные методики проведения контроля Унифицированная методика ГОСТ 1778-2022 Унифицированная методика ГОСТ Р ИСО 4967-2015 «Определение содержания неметаллических включений Металлографический метод с использованием эталонных шкал» Унифицированная методика ГОСТ 5639-82 «Методы выявления и определения величины зерна» Унифицированная методика ГОСТ 1763-68 «Методы определения глубины обезуглероженного слоя» Унифицированная методика ГОСТ 11878-66 Унифицированная методика ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры» Унифицированная методика ГОСТ 5640-2020 «Металлографический метод оценки микроструктуры проката стального плоского» Унифицированная методика ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита методы определения структуры» Унифицированная методика ГОСТ 21073.1-75 «Определение величины зерна методом сравнения со шкалой микроструктур» Унифицированная методика ГОСТ 21073.2-75 «Определение величины зерна методом подсчета зерен» Унифицированная методика ГОСТ 21073.3-75 Унифицированная методика ГОСТ 21073.4-75 Нормативная документация по контролю и оценке качества НП-105-18, НП-084-15 «Оценка качества металлографических исследований и металлографического контроля. Область распространения документов» НП-044-18, НП-045-18 «Оценка качества металлографических исследований. Область распространения документов» ПНАЭ Г-10-032-92, ПНАЭ Г-7-025-90 «Оценка качества металлографических исследований. Область распространения документов» Оценка качества и оформление результатов контроля Требования к персоналу, выполняющему контроль Техника безопасности при проведении контроля	
	Методы неразрушающего контроля:		

	Методы неразрушающего контроля. Визуальный и измерительный контроль (ВИК)	<p>Обеспечение качества контроля</p> <p>Понятие о качестве продукции. Организация технического контроля на производстве</p> <p>Общие функции и нормативно-правовое управление производством</p> <p>Система обеспечения качества готовой продукции в производстве</p> <p>Основные принципы безопасности использования ядерной энергии</p> <p>Основы металловедения и технологии сварки.</p> <p>Классификация дефектов сварных соединений</p> <p>Методы неразрушающего и разрушающего контроля их возможности и развитие</p> <p>Требования к уровню квалификации персонала, выполняющего неразрушающий контроль</p> <p>Физические основы ВИК</p> <p>Характеристика размеров изделий и средства их контроля</p> <p>Нормативно-техническая документация (НТД) по сварке и контролю в области использования атомной энергии (АЭ)</p> <p>Методика выполнения визуального и измерительного контроля</p> <p>Цели и порядок проведения визуального и измерительного контроля</p> <p>Требования к средствам контроля</p> <p>Определение норм оценки, оценка соответствия и регистрация результатов контроля</p> <p>Требования к технике безопасности</p>	
	Методы неразрушающего контроля. Радиографический контроль (РГК)	<p>Физические основы радиографического контроля.</p> <p>Радиационная безопасность</p> <p>Методы неразрушающего и разрушающего контроля их возможности и развитие</p> <p>Требования к уровню квалификации персонала, выполняющего неразрушающий контроль</p> <p>Физические основы радиографического метода контроля</p> <p>Радиационная безопасность</p> <p>Основы металловедения и технологии сварки.</p> <p>Классификация дефектов сварных соединений и их выявляемость при радиографическом контроле</p> <p>Чувствительность радиографического контроля. Факторы, влияющие на чувствительность.</p> <p>Средства радиографического контроля</p> <p>Источники излучения и принадлежности радиографического контроля</p> <p>Радиографическая пленка.</p> <p>Принадлежности и аппаратура для просмотра полученных изображений.</p> <p>Нормативно-техническая документация (НТД) по сварке и контролю в области использования атомной энергии (АЭ) и радиационной безопасности.</p> <p>(НП-104-18, НП-105-18, НП-084-15, ГОСТ 7512-82, ГОСТ Р 50.05.07-2018, НРБ-99/2009, ОСПОРБ 99/2010)</p> <p>Технология радиографического контроля</p> <p>Выбор схемы контроля и определение зоны контроля</p> <p>Определение требуемой чувствительности контроля и энергии излучения</p> <p>Расчет расстояния от источника излучения до контролируемого объекта и длины контролируемого участка за одну экспозицию</p> <p>Выбор типа пленки и размеров кассеты с пленкой</p> <p>Разработка технологической документация по радиографическому контролю</p> <p>Проведение контроля</p>	

		<p>Подготовка к радиографическому контролю</p> <p>Установка источника излучения и кассеты с пленкой на объекте контроля. Определение времени экспонирования</p> <p>Фотообработка экспонированной пленки. Расшифровка снимков с оформлением документации по результатам выполненного контроля</p> <p>Организация работ по радиографическому контролю с учетом требований радиационной безопасности</p>	
	Методы неразрушающего контроля. Вихретоковый контроль (ВТК)	<p>Электрический ток и его параметры</p> <p>Магнитное поле и его параметры</p> <p>Вихревые токи в материалах</p> <p>Вихретоковый метод контроля</p> <p>Оборудование и материалы для вихретокового метода контроля</p> <p>Вихретоковые преобразователи (ВТП)</p> <p>Вихретоковые дефектоскопы (ВТД)</p> <p>Настроечные образцы (НО)</p> <p>Требования к средствам контроля по ГОСТ Р 50.05.10-2018</p> <p>Требования к компетентности персонала выполняющего контроль</p> <p>Методика проведения контроля</p> <p>Требования к поверхности объекта контроля, настройка дефектоскопа</p> <p>Влияние свойств материала и параметров объектов на сигналы ВТД</p> <p>Правила сканирования объекта контроля</p> <p>Сбор и анализ данных контроля</p> <p>Техника безопасности при проведении контроля</p> <p>Нормативная документация по контролю и оценке качества</p> <p>ГОСТ Р 50.05.10-2018</p> <p>НП-105-18</p> <p>НП-084-15</p> <p>Оценка качества и оформление результатов контроля</p>	
2. Практические занятия			
	Методы разрушающего контроля:		
	Разрушающий контроль. Механические испытания по характеристикам твёрдости (МИ)	<p>Твердомер, изучение и настройка для выполнения контроля в соответствии с руководством по эксплуатации</p> <p>Изучение твердомера</p> <p>Настройка твердомера</p> <p>Подготовка к выполнению контроля и проведение контроля учебных образцов</p> <p>Оценка качества объекта контроля</p> <p>Оформление документации по результатам контроля</p>	
	Разрушающий контроль. Металлографические исследования. Металлографический контроль (МГИ)	<p>Подготовка к выполнению исследований, выбор основных параметров и проведение металлографических исследований</p> <p>Оценка качества объекта исследований и оформление документации по результатам металлографических исследований</p> <p>Подготовка к выполнению исследований, выбор основных параметров и проведение металлографических исследований и металлографического контроля</p> <p>Оценка качества объекта исследований и оформление документации по результатам металлографических исследований и металлографического контроля</p>	
	Методы неразрушающего		

	контроля:		
	Методы неразрушающего контроля. Визуальный и измерительный контроль (ВИК)	<p>Выполнение визуального и измерительного контроля стыкового сварного соединения</p> <p>Выполнение визуального и измерительного контроля таврового сварного соединения</p> <p>Разработка технологической карты визуального и измерительного контроля для стыкового сварного соединения</p> <p>Выполнение визуального и измерительного контроля стыкового сварного соединения</p> <p>Разработка технологической карты визуального и измерительного контроля для таврового сварного соединения</p> <p>Выполнение визуального и измерительного контроля таврового сварного соединения</p> <p>Выполнение контрольных операций при подготовке трубных деталей под сварку</p> <p>Выполнение контрольных операций при сборке трубных деталей под сварку</p> <p>Разработка технологической карты визуального и измерительного контроля по РД ЭО 1.1.2.25.0937-2013</p>	
	Методы неразрушающего контроля. Радиографический контроль (РГК)	<p>Ознакомление с содержанием технологической карты контроля и алгоритмом ее разработки.</p> <p>Выполнение задания по выбору основных параметров радиографического контроля для стыкового сварного соединения</p> <p>Установка источника излучения (имитатора) и кассеты с пленкой на объекте контроля (учебном образце).</p> <p>Расшифровка снимков выполненных на стыковых сварных соединениях</p> <p>Выполнение задания по выбору основных параметров радиографического контроля для стыкового кольцевого сварного соединения малого диаметра (до 50мм)</p> <p>Установка источника излучения (имитатора) и кассеты с пленкой на объекте контроля (учебном образце).</p> <p>Расшифровка снимков выполненных на стыковых кольцевых сварных соединениях малого диаметра (до 50мм)</p> <p>Выполнение задания по выбору основных параметров радиографического контроля для вварки штуцера</p> <p>Установка источника излучения (имитатора) и кассеты с пленкой на объекте контроля (учебном образце).</p> <p>Расшифровка снимков, выполненных на сварных соединениях вварки штуцеров</p> <p>Выполнение задания по выбору основных параметров радиографического контроля для стыкового кольцевого сварного соединения при панорамном просвечивании</p> <p>Установка источника излучения (имитатора) и кассеты с пленкой на объекте контроля (учебном образце).</p> <p>Расшифровка снимков, выполненных на стыковых кольцевых сварных соединениях с применением схемы панорамного просвечивания</p> <p>Выполнение задания по выбору основных параметров радиографического контроля для углового сварного соединения. Определение расчетной высоты углового шва</p> <p>Установка источника излучения (имитатора) и кассеты с пленкой на объекте контроля (учебном образце).</p> <p>Расшифровка снимков, выполненных на угловых сварных соединениях</p> <p>Выполнение задания по выбору основных параметров радиографического контроля для сварных соединений вварки в трубные доски</p>	

		Установка источника излучения (имитатора) и кассеты с пленкой на объекте контроля (учебном образце). Расшифровка снимков, выполненных на сварных соединениях вварки в трубные доски Ручная фотообработка снимков Проверка радиографической пленки на пригодность для проведения контроля Тренировка по ликвидации аварийной радиационной ситуации Выполнение задания по выбору основных параметров радиографического контроля для стыкового сварного соединения и заполнение формы технологической карты Разработка технологической карты радиографического контроля для стыкового кольцевого сварного соединения	
	Методы неразрушающего контроля. Вихретоковый контроль (ВТК)	Вихретоковый дефектоскоп, изучение и настройка для выполнения контроля в соответствии с руководством по эксплуатации Изучение вихретокового дефектоскопа Настройка вихретокового дефектоскопа Подготовка к выполнению контроля и проведение контроля учебных образцов Оценка качества объекта контроля Оформление документации по результатам контроля	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практическое	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Введение				2	2
2.	Методы разрушающего контроля:					
2.1.	Разрушающий контроль. Механические испытания по характеристикам твердости (МИ)		4	0	8	12
2.2.	Разрушающий контроль. Металлографические исследования. Металлографический контроль (МГИ)		4		8	12
3.	Методы неразрушающего контроля:					
3.1.	Методы неразрушающего контроля. Визуальный и измерительный контроль (ВИК)		8		8	16
3.2.	Методы неразрушающего контроля. Радиографический контроль (РГК)		6		10	16
3.3.	Методы неразрушающего контроля. Вихретоковый контроль (ВТК)		4		8	12
4.	Контроль достижения целей				2	2
	Итого:		26	0	46	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

На практических занятиях необходимо уметь решать задачи и анализировать решение, на устных опросах обучаемый должен уметь демонстрировать полученные на лекциях и практических занятиях знания, умения и навыки, отвечать на поставленные вопросы, поддерживать дискуссию по существу вопроса.

Методическое обеспечение аудиторной работы: учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

Методическое обеспечение самостоятельной работы: учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Профессиональный стандарт «Лаборант по физико-механическим испытаниям металлических и полимерных материалов и сварных соединений» №665 Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации Приказ №726н от 19.10.2020
2.	НП-105-18 «Правила контроля металла оборудования и трубопроводов АЭУ при изготовлении и монтаже»
3.	НП-084-15 «Правила контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов АС»
4.	НП-044-18 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под избыточным давлением, для объектов использования атомной энергии»
5.	НП-045-18 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды для объектов использования атомной энергии»
6.	ПНАЭ Г-10-032-92 «Правила контроля сварных соединений элементов локализирующих систем безопасности атомных станций»
7.	ПНАЭ Г-7-025-90 «Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля»
8.	ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей
9.	ГОСТ Р 50.05.11-2018 «Требования и порядок подтверждения компетентности»
10.	ГОСТ 6996-66 «Методы определения механических свойств»
11.	ГОСТ 9012-59 «Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю»
12.	ГОСТ 9013-59 «Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу»
13.	ГОСТ 2999-75 «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу»
14.	ГОСТ Р 50.05.11-2018 «Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Персонал, выполняющий неразрушающий и разрушающий контроль металла. Требования и порядок подтверждения компетентности».
15.	ГОСТ 1778-2022 «Металлопродукция из сталей и сплавов Металлографические методы определения неметаллических включений»
16.	ГОСТ 21014-2022 «Металлопродукция из сталей и сплавов Дефекты поверхности Термины и определения»
17.	ГОСТ Р ИСО 4967-2015 «Сталь Определение содержания неметаллических включений Металлографический метод с использованием эталонных шкал»

№ п/п	Источник
18.	ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы Методы выявления и определения величины зерна»
19.	ГОСТ 1763-68 «Сталь Методы определения глубины обезуглероженного слоя»
20.	ГОСТ 11878-66 «Сталь аустенитная Методы определения содержания ферритной фазы в прутках»
21.	ГОСТ 10243-75 «Сталь Методы испытаний и оценки макроструктуры»
22.	ГОСТ 5640-2020 «Сталь Металлографический метод оценки микроструктуры проката стального плоского»
23.	ГОСТ 33439-2015 «Металлопродукция из черных металлов и сплавов на железоникелевой и никелевой основе Термины и определения по термической обработке»
24.	ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита Методы определения структуры»
25.	ГОСТ 21073.0-75 «Металлы цветные Определение величины зерна Общие требования»
26.	ГОСТ 21073.1-75 «Металлы цветные Определение величины зерна методом сравнения со шкалой микроструктур»
27.	ГОСТ 21073.2-75 «Металлы цветные Определение величины зерна методом подсчета зерен»
28.	ГОСТ 21073.3-75 «Металлы цветные Определение величины зерна методом подсчета пересечений зерен»
29.	ГОСТ 21073.4-75 «Металлы цветные Определение величины зерна планиметрическим методом»
30.	Металлография. Учебник для вузов. Лившиц Б. Г.— М.: Металлургия, 1990, 236 с.
31.	Металловедение. Учебное пособие. Т.Б. Татаринцева. — 2-е изд., доп и испр. - Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2017. - 465 с.
32.	Основы металлографии : учеб. пособие / Л. В. Картонова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. - Владимир : Изд-во ВлГУ, 2019. - 100 с.
33.	Металлография: метод. указания / сост.: Е.А. Носова, А.А. Кузина. - Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. - 100 с.
34.	Металловедение: макро- и микроскопический анализ металлов: учебно-методическое пособие / Л.П. Шестопалова, Т.Е. Лихачёва. - М.: МАДИ, 2017. - 56 с.
35.	Физические методы исследования. Металлография, микроскопия, электронная спектроскопия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Б. Шеин, А. Л. Габов ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. -Электронные данные. - Пермь, 2023. - 6,23 Мб ; 168 с.
36.	Материаловедение. Учебник под редакцией доктора технических наук, профессора В.С. Кушнера, Омск 2008г
37.	Марочник сталей и сплавов. Под редакцией заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора А.С. Зубченко, Москва 2001г.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
38.	Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции: учебник для вузов/Т.Х.Маргулова. М.: Высшая школа, 1984. 304 с.
39.	Тепловые и атомные электрические станции: справочник; под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. М.: Энергоатомиздат, 1989. 608 с.
40.	Дмитриев С. М., Зверев Д. Л., Бых О. А., Панов Ю. К., Сорокин Н. М., Фарафонов В. А. Основное оборудование АЭС: учебное пособие, Издательство:Высшая школа, 2015

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет) *:

№ п/п	Ресурс
41.	www.lib.vsu.ru - ЗНБ ВГУ.
42.	https://edu.vsu.ru - Электронный университет ВГУ
43.	https://e.lanbook.com - ЭБС «Лань»
44.	https://www.studentlibrary.ru - ЭБС «Консультант студента»
45.	https://urait.ru - Образовательная платформа «ЮРАЙТ»
46.	https://rucont.ru - Информационно-телекоммуникационная система «Контекстум»
47.	https://elib.biblioatom.ru/ - Электронная библиотека /// История Росатома
48.	https://sdo.rosatomtech.ru/ - Система дистанционного обучения АНО ДПО «Техническая академия

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
49.	Металлография. Учебник для вузов. Лившиц Б. Г.— М.: Металлургия, 1990, 236 с.
50.	Металловедение. Учебное пособие. Т.Б. Татаринцева. — 2-е изд., доп и испр. - Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2017. - 465 с.
51.	Основы металлографии : учеб. пособие / Л. В. Картонова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. - Владимир : Изд-во ВлГУ, 2019. - 100 с.
52.	Металлография: метод. указания / сост.: Е.А. Носова, А.А. Кузина. - Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. - 100 с.
53.	Металловедение: макро- и микроскопический анализ металлов: учебно-методическое пособие / Л.П. Шестопалова, Т.Е. Лихачёва. - М.: МАДИ, 2017. - 56 с.
54.	Физические методы исследования. Металлография, микроскопия, электронная спектроскопия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Б. Шеин, А. Л. Габова ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. -Электронные данные. - Пермь, 2023. - 6,23 Мб ; 168 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

1. активные и интерактивные формы проведения занятий;
2. компьютерные технологии при проведении занятий;
3. презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
4. специализированное оборудование при проведении практических работ;
5. разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам.

Для самостоятельной работы используется ЭБС <https://sdo.rosatomtech.ru> - Система дистанционного обучения АНО ДПО «Техническая академия Росатома».

Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Astra Linux, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория А215 Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации).

Аудитории тренажерного корпуса Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (для проведения занятий практического обучения и промежуточной аттестации).

Специализированная мебель, ноутбук, проектор

Astra Linux, LibreOffice, Adobe Reader

Аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации). Специализированная мебель.

Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы.

Аудитории тренажерного корпуса Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (для проведения занятий практического обучения и промежуточной аттестации) со стендами, тренажерами и техническими средствами обучения для проведения практических и лабораторных работ.

Наименование	Технические средства для практических занятий
Технические	1. Динамический твердомер ТКМ-359С — 1 шт

средства для проведения РшК Методы измерения твёрдости	2. Меры твёрдости МТР-1 (комплект) — 1шт 3. Меры твёрдости МТБ-1 (комплект) — 1шт 4. Меры твёрдости МТВ-1 (комплект) — 1шт 5. Учебные плакаты по методам определения твёрдости — 2 комплекта
Методы исследования структуры материалов:	Макроанализ — изучение структуры металла, видимую невооружённым глазом или при небольшом увеличении с помощью лупы. Микроанализ — изучение структуры металла с помощью оптического микроскопа при увеличении до 3000 раз. 1. Настольный металлографический микроскоп SOPTOP IE200M в комплекте — 1 шт 2. Набор металлографических образцов. Конструкционные материалы и сплавы. - 1 комплект 3. Учебные плакаты (альбом) микроструктур чугуна, стали, цветных металлов и их сплавов — 2 комплекта
Технические средства для проведения визуально-измерительного контроля (ВИК) Спецификация по ГОСТ Р ИСО 17637-2014 (ВИК)	ЛП лупа просмотровая (для просмотра деталей, мелких предметов, увеличение от 2 до 7) ГОСТ 25706 ЛИ лупа измерительная ЛИ-3-10х (для линейных угловых измерений, увеличение до 20) Профилограф-профилометр модель 170311 ГОСТ 19300 Люксметр Ю-116 или аналог ГОСТ Р 8.865-3013 Образцы шероховатости поверхности (аттестованные) комплект ГОСТ 9378-93 Цифровой профиломер Elcometer 224 Угломер с нониусом M127 ГОСТ 5378 Штангенциркуль двусторонний с глубиномером ШЦ-1-125 ГОСТ 169-90 Толщиномер индикаторный ТР 10-60 ГОСТ 11358 Наборы щупов №1, №2, №3, №4 Набор резьбовых шаблонов М60 Универсальный шаблон сварщика УШС-1 Универсальный шаблон сварщика УШС-2 Универсальный шаблон сварщика УШС-3 Линейка измерительная металлическая 150мм ГОСТ 427-75 Линейка измерительная металлическая 300мм ГОСТ 427-75 Линейка измерительная металлическая 500мм ГОСТ 427-75 Метр складной металлический Рулетка металлическая 3м ГОСТ 7502-98 Угольник поверочный лекальный плоский УЛП-1-60 ГОСТ 3749-77 Фотоаппарат цифровой (для наглядной фиксации ОК на момент проведения ВИК) Фонарь ФН-800 Фонарь налобный ЭРА GB-604 Термостойкий мел Markerland — 30 штук Маркер разметочный по металлу — 30 штук Зеркало телескопическое поворотное с шарнирным механизмом Учебные плакаты по ВИК
Технические средства для проведения радиографического контроля (РГК)	Рентгеновский аппарат РПД-150 (РПД-180) Рентгеновская пленка (KODAK, AGFA) Проявочная машина AGFA NOVA (FUGI FNDX 1) Негатоскоп X-LUM (НЭС) Набор экзаменационных образцов для аттестации по радиографическому контролю Проволочные эталоны чувствительности по ГОСТ 7512-82 Канавочные эталоны чувствительности Комплект маркировочных знаков Трафарет для расшифровки радиографических снимков Денситометр цифровой ДП 5004 Альбом радиографических снимков Магниты прижимные Учебные плакаты по радиографическому контролю
Спецификация ВТК	Вихретоковый дефектоскоп КОМВИС ТТ (КОМВИС ЛМ) Комплекты образцов искусственных дефектов и зазоров КОИДЗ-ВД Набор экзаменационных образцов для аттестации по вихретоковому контролю

Специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома».

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение	ПК-8	ПК-8.1 ПК-8.6	Зачет и промежуточный контроль в виде устного опроса
2.	Методы разрушающего контроля:			
2.1.	Разрушающий контроль. Механические испытания по характеристикам твёрдости (МИ)			
2.2.	Разрушающий контроль. Металлографические исследования. Металлографический контроль (МГИ)			
3.	Методы неразрушающего контроля:			
3.1.	Методы неразрушающего контроля. Визуальный и измерительный контроль (ВИК)			
3.2.	Методы неразрушающего контроля. Радиографический контроль (РГК)			
3.3.	Методы неразрушающего контроля. Вихретоковый контроль (ВТК)			
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контроль качества освоения программы

Метод контроля	Оценочные материалы
Текущий контроль (опрос)	Перечень вопросов по разделам 1 - 8
Текущий контроль (выполнение практического задания)	Оценочный лист в виде заключения по результатам контроля
Итоговая аттестация (экзамен)	Тестовые задания по билетам

Система оценки достижения планируемых результатов:

Показатель (объект оценивания)	Критерии достижения показателя	Значение показателя
Количество правильных ответов по разделам 1 - 8	Процент правильных ответов	80% и более - зачтено, менее 80% - не зачтено
Выполнение металлографических исследований и металлографического контроля по разделам 9 - 12	Достоверность полученных результатов	верные — зачтено, неверные — не зачтено

В качестве текущего контроля применяется устный опрос по каждой теме разделов 1 - 8 в соответствии с целями обучения и контроль правильности выполнения практического задания по разделам 9 - 12 с оформлением заключения по результатам контроля.

Итоговая аттестация (экзамен) включает в себя проверку теоретических знаний, проводимую по билетам в электронном или бумажном виде, выбор параметров контроля, выполнение металлографических исследований и металлографического контроля двух учебных образцов.

Критерием достижения показателя при проверке теоретических знаний является количество правильных ответов по билетам 80% и более.

По результатам выполнения практического задания экзаменуемый оформляет оценочные формы (заключения металлографических исследований и металлографического контроля), критерием достижения показателя является отсутствие значимых ошибок и достоверность полученных результатов контроля.

Итоговая аттестация (экзамен) проводится комиссией Нововоронежского филиала АНО ДПО «Техническая академия Росатома», решение комиссии оформляется протоколом.

Лицам, успешно прошедшим итоговую аттестацию (экзамен) выдается удостоверение о повышении квалификации. Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию (экзамен) выдается справка об обучении.

Пример контрольно-измерительного материала (КИМ)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующий баз. каф.
«Атомные станции с водо-водяными
энергетическими реакторами» (АСВВЭР)
_____ Иванченко А. И.

Направление подготовки:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Дисциплина: Б1.Х.0Х Методы разрушающего и неразрушающего контроля

Вид контроля: Зачет

Контрольно-измерительный материал №1

1. Вопрос 1.
2. Вопрос 2.

Преподаватель _____ . _____
подпись расшифровка подписи

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных

средств:

1. Какие цели преследует визуальный и измерительный контроль материалов на стадии верификации закупленной продукции?
2. Какие требования предъявляются к освещенности контролируемых поверхностей?
3. Какие инструменты используются для визуального контроля?
4. Какие дефекты выявляются при визуальном контроле сварных соединений?
5. Какие требования предъявляются к специалистам, выполняющим визуальный и измерительный контроль?
6. Какие документы оформляются по результатам визуального и измерительного контроля?
7. Какие требования предъявляются к окраске поверхностей на участках визуального и измерительного контроля?
8. Какие требования предъявляются к шероховатости зачищенных поверхностей деталей и сварных соединений?
9. Какие требования предъявляются к регистрации результатов визуального и измерительного контроля?
10. Какие требования предъявляются к поверке измерительных приборов и инструментов?
11. Какие инструменты используются для измерения толщины стенки трубы?
12. Какой минимальный угол обзора для глаз специалиста при визуальном контроле?
13. Какие инструменты используются для измерения шероховатости поверхности?
14. Какие инструменты используются для измерения угла скоса кромки?
15. Какие инструменты используются для измерения глубины подреза?
16. Какие инструменты используются для измерения диаметра отверстия в корпусе?
17. Какие инструменты используются для измерения линейного смещения деталей?
18. Какие инструменты используются для измерения углового смещения цилиндрических деталей?
19. Какие инструменты используются для измерения высоты прихватки?
20. Какие инструменты используются для измерения расстояния между прихватками?
21. Какие инструменты используются для измерения размеров катета углового шва?
22. Какие инструменты используются для измерения размеров одиночных несплошностей?
23. Какие инструменты используются для измерения межваликового подреза?
24. Какие инструменты используются для измерения неровной поверхности шва?
25. Какие инструменты используются для измерения превышения проплава?
26. Какие инструменты используются для измерения вогнутости корня шва?
27. Какие инструменты используются для измерения размеров катета шва углового соединения?
28. Какие инструменты используются для измерения размеров выходящих на поверхность твердых включений?
29. Какие инструменты используются для измерения толщины наплавленного антикоррозионного покрытия?
30. Какие требования предъявляются к специалистам, выполняющим визуальный и измерительный контроль, в отношении их квалификации и аттестации?

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл - указан верный ответ;
- 0 баллов - указан неверный ответ, в том числе частично.

2) задания с развернутым ответом:

- 5 баллов - указан верный ответ;
- 2 балла - указан частично верный ответ;
- 0 баллов - указан неверный ответ.

21. Фонд оценочных средств, рекомендуемых к использованию в ходе проверки остаточных знаний (оценке достижения результатов освоения дисциплины)

Тестовые задания с открытым ответом

1. Какой инструмент используется для измерения толщины стенки трубы?

- А) Линейка
- Б) Угломер
- В) Штангенциркуль
- Г) Эндоскоп

Ответ: В) Штангенциркуль

2. Какой минимальный угол обзора для глаз специалиста при визуальном контроле?

- А) 15°
- Б) 30°
- В) 45°
- Г) 60°

Ответ: Б) 30°

3. Какой инструмент используется для измерения шероховатости поверхности?

- А) Угломер
- Б) Профилограф-профилометр
- В) Линейка
- Г) Микrometer

Ответ: Б) Профилограф-профилометр

4. Какой инструмент используется для измерения угла скоса кромки?

- А) Линейка
- Б) Угломер или шаблон универсальный
- В) Штангенциркуль
- Г) Щуп

Ответ: Б) Угломер или шаблон универсальный

5. Какой инструмент используется для измерения глубины подреза?

- А) Линейка
- Б) Угломер
- В) Штангенциркуль
- Г) Калибр

Ответ: В) Штангенциркуль

6. Какой инструмент используется для измерения диаметра отверстия в корпусе?

- А) Угломер

Б) Штангенциркуль

В) Щуп

Г) Нутромер

Ответ: Б) Штангенциркуль

7. Какой инструмент используется для измерения линейного смещения деталей?

А) Угломер

Б) Линейка и щуп

В) Штангенциркуль

Г) Эндоскоп

Ответ: Б) Линейка и щуп

8. Какой инструмент используется для измерения углового смещения цилиндрических деталей?

А) Линейка

Б) Угломер и щуп

В) Штангенциркуль

Г) Микрометр

Ответ: Б) Угломер и щуп

9. Какой инструмент используется для измерения высоты прихватки?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Штангенциркуль

Г) Калибр

Ответ: В) Штангенциркуль

10. Какой инструмент используется для измерения расстояния между прихватками?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Штангенциркуль

Г) Эндоскоп

Ответ: Б) Линейка

11. Какой инструмент используется для измерения размеров катета углового шва?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Штангенциркуль или шаблон

Г) Микрометр

Ответ: В) Штангенциркуль или шаблон

12. Какой инструмент используется для измерения размеров одиночных несплошностей?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Лупа измерительная

Г) Щуп

Ответ: В) Лупа измерительная

13. Какой инструмент используется для измерения межваликового подреза?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Штангенциркуль

Г) Калибр

Ответ: В) Штангенциркуль

14. Какой инструмент используется для измерения неровной поверхности шва?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Штангенциркуль

Г) Эндоскоп

Ответ: В) Штангенциркуль

15. Какой инструмент используется для измерения превышения проплава?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Штангенциркуль

Г) Микрометр

Ответ: В) Штангенциркуль

16. Какой инструмент используется для измерения вогнутости корня шва?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Штангенциркуль

Г) Щуп

Ответ: В) Штангенциркуль

17. Какой инструмент используется для измерения глубины подреза?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Штангенциркуль

Г) Калибр

Ответ: В) Штангенциркуль

18. Какой инструмент используется для измерения размеров катета шва углового соединения?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Штангенциркуль или шаблон

Г) Микrometer

Ответ: В) Штангенциркуль или шаблон

19. Какой инструмент используется для измерения размеров выходящих на поверхность твердых включений?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Лупа измерительная

Г) Щуп

Ответ: В) Лупа измерительная

20. Какой инструмент используется для измерения толщины наплавленного антикоррозионного покрытия?

А) Угломер

Б) Линейка

В) Толщиномер

Г) Микrometer

Ответ: В) Толщиномер

Вопросы с развернутыми ответами

1. Опишите процесс подготовки к визуальному и измерительному контролю.

Ответ: Подготовка к визуальному и измерительному контролю включает в себя создание удобных условий для проведения контроля, таких как оборудование рабочих мест,

обеспечение достаточной освещенности и очистка контролируемых поверхностей от загрязнений. Важно также обеспечить безопасность специалистов, выполняющих контроль, и создать условия для оптимального доступа к контролируемым поверхностям.

2. Какие инструменты используются для визуального и измерительного контроля?

Ответ: Для визуального и измерительного контроля применяются различные инструменты, такие как лупы, линейки, угольники, штангенциркули, щупы, угломеры, стенкоммеры, микрометры, нутромеры, калибры, эндоскопы, шаблоны и поверочные плиты. Допускается использование других средств контроля при наличии соответствующих инструкций и методик.

3. Какие требования предъявляются к специалистам, выполняющим визуальный и измерительный контроль?

Ответ: Специалисты, выполняющие визуальный и измерительный контроль, должны иметь профильное образование и квалификацию дефектоскописта по визуальному и измерительному контролю. Они также должны быть аттестованы в установленном порядке и иметь соответствующие полномочия для проведения контроля.

4. Какие документы оформляются по результатам визуального и измерительного контроля?

Ответ: По результатам визуального и измерительного контроля оформляются журнал учета работ и регистрации результатов контроля, акты визуального и измерительного контроля, протоколы размеров и другие документы, формы которых приведены в действующей нормативной документации.

5. Какие дефекты выявляются при визуальном и измерительном контроле сварных соединений?

Ответ: При визуальном и измерительном контроле сварных соединений выявляются трещины, поры, шлаковые включения, непровары, подрезы, неровности поверхности шва и другие дефекты, которые могут повлиять на качество и надежность сварного соединения.

6. Какие требования предъявляются к освещенности контролируемых поверхностей?

Ответ: Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 лк. Рекомендуется использовать комбинированное освещение для создания оптимального контраста дефекта с фоном.

7. Какие требования предъявляются к окраске поверхностей на участках визуального и измерительного контроля?

Ответ: Окраска поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стендов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей и повышения контрастной чувствительности глаза.

8. Какие требования предъявляются к шероховатости зачищенных поверхностей деталей и сварных соединений?

Ответ: Шероховатость зачищенных поверхностей деталей и сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей, подготовленных под сварку, должна быть не более Ra 12,5 (Rz 80). Это требование обеспечивает качество подготовки поверхностей для последующего контроля и сварки.

9. Какие требования предъявляются к регистрации результатов визуального и измерительного контроля?

Ответ: Результаты визуального и измерительного контроля фиксируются в учетной и отчетной документации, такой как журнал учета работ, акты контроля и протоколы размеров. В документации указываются наименование и вид контролируемого объекта, его номер или шифр, расположение и размеры контролируемых участков, условия проведения контроля, основные характеристики дефектов и оценка результатов контроля.

10. Какие требования предъявляются к поверке измерительных приборов и инструментов?

Ответ: Измерительные приборы и инструменты должны периодически проходить поверку (калибровку) в метрологических службах, аккредитованных в установленном порядке. Срок проведения поверки устанавливается нормативной документацией на соответствующие приборы и инструменты. Это обеспечивает точность и надежность измерений при проведении контроля.

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) открытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) закрытые задания (вопросы с развернутыми ответами, повышенный уровень сложности):

- 5 баллов – указан верный ответ;
- 2 балла – указан неверный ответ, но приведен верный ход решения;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

