

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета машиностроения и
аэрокосмической техники
И.Г. Дроздов

«23» сентября 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физические основы неразрушающего контроля»

Специальность 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Специализация Машины и оборудование для транспортировки, переработки и хранения углеводородов

Квалификация выпускника Горный инженер (специалист)

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Автор программы  Д.И. Бокарев

**Заведующий кафедрой
Технологии сварочного
производства и диагностики**  В.Ф. Селиванов

Руководитель ОПОП  С.Г. Валухов

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Получение знаний по применяемым методам неразрушающего контроля качества сварных соединений и металлоконструкций, а также техническому диагностированию эксплуатируемых объектов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение физических основ неразрушающих методов контроля;
- обучение основным методам неразрушающего контроля качества;
- приобретение практических навыков оценки качества изделия;
- приобретение практических навыков разработки технологических процессов по контролю качества;
- изучение нормативно-технической документации по контролю качества и технической диагностике металлических конструкций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физические основы неразрушающего контроля» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физические основы неразрушающего контроля» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен проводить всестороннюю оценку технического состояния линейной части магистральных газопроводов с применением неразрушающих методов контроля

ПК-9 - Способен управлять производственным процессом эксплуатации НППС, включая контроль технического состояния оборудования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	<p>Знать: основную нормативно-техническую документацию, используемую при проектировании технологического процесса контроля качества; физические основы неразрушающих методов контроля качества; технологию и оборудование, используемое при физических неразрушающих методах контроля.</p> <p>Уметь: правильно осуществлять выбор наиболее эффективных методов контроля качества в зависимости от эксплуатационных требований, предъявляемых к конструкциям.</p> <p>Владеть: навыками оценки качества сварных соединений конструкции и изделия в целом; средствами контроля и технического диагностирования</p>

	технических объектов.
ПК-9	Знать: мероприятия по предупреждению дефектов; последовательность разработки программ проведения технического диагностирования конструкций; метрологические устройства и средства измерений.
	Уметь: технически грамотно производить разработку маршрутной и операционной технологии технического диагностирования с выбором средств неразрушающего контроля.
	Владеть: навыками поиска и выбора источников технической информации применительно к контролируемому техническому объекту; навыками работы с оборудованием и средствами контроля и испытаний конструкций.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физические основы неразрушающего контроля» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	108	108
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Техническая диагностика и контроль качества. Методы контроля и диагностики	Показатели. Технологические, конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на качество. Характеристика сварочных дефектов. Классификация и обозначение дефектов по геометрическим и технологическим признакам. Типы и виды дефектов. Дефекты первичного и вторичного характера. Причины возникновения дефектов, меры предупреждения и	3	18	-	9	30

		способы их устранения. Влияние дефектов на работоспособность конструкций при различных видах нагрузок (статических, динамических, усталостных). Оценка уровня дефектности по статистическим показателям. Классификация и выбор методов контроля качества сварных соединений. Разрушающие и неразрушающие методы контроля. Особенности и область применения различных методов. Виды неразрушающего контроля. Оценка чувствительности контроля. Контроль производственных, технологических и эксплуатационных факторов.					
2	Визуальный и измерительный контроль	Физические основы визуального и измерительного контроля (ВИК). Визуально-оптический контроль. Оптика глаза. Бинокулярное зрение. Видимость объектов. Контрастная чувствительность, разрешающая способность и острота зрения. Цветовосприятие. Временные характеристики зрения. Приборы и инструменты, используемые при проведении ВИК. Порядок выдачи заключения о пригодности изделия к эксплуатации по результатам ВИК.	5	-	6	9	20
3	Магнитные методы контроля качества	Физические основы контроля. Свойства ферромагнитных материалов. Характер распространения магнитного потока в ферромагнитных материалах. Методы магнитного контроля: магнитографический, магнитопорошковый («сухой» и «мокрый»). Метод магнитной памяти. Особенности применения. Способы намагничивания изделий. Технология контроля. Чувствительность методов.	5	-	6	9	20
4	Капиллярные методы контроля качества	Физические основы капиллярных методов. Классификация методов: люминесцентный, метод красок (цветной), люминесцентно-цветной, беспорошковый, сорбционный, метод самопроявления. Технология контроля. Характеристика дефектоскопических материалов. Оценка дефектности изделий. Чувствительность контроля.	5	-	6	9	20
5	Ультразвуковая дефектоскопия	Физические основы ультразвукового контроля и классификация методов. Типы ультразвуковых волн. Распространение ультразвуковых волн в различных средах. Свойства ультразвуковых колебаний. Излучение и прием ультразвука. Схемы методов контроля: эхо-импульсного, теневого, зеркально-теневого. Основные параметры ультразвукового контроля. Чувствительность контроля: реальная, предельная, условная, поисковая, браковочная. Технология ультразвукового контроля. Требования к разработке. Контроль швов стыковых, тавровых и нахле-	5	-	6	9	20

		сточных соединений. Ультразвуковая толщинометрия.					
6	Радиационная дефектоскопия	Классификация методов: радиоскопия, радиография, ксерорадиография, радиометрия. Природа и свойства ионизирующих излучений. Рентгеновское (тормозное и характеристическое) и гамма-излучения. Источники излучений для радиационной дефектоскопии. Основные параметры процесса радиационного контроля. Порядок разработки технологического процесса радиационного контроля. Ксерорадиография. Типы и характеристики рентгеновских пленок. Дефектоскопические материалы и оборудование для фотообработки рентгеновских снимков. Эталоны чувствительности. Типы и особенности использования.	5	-	6	9	20
7	Контроль методами течеискания	Классификация, физические основы и чувствительность различных методов. Понятие и классификация течей. Гидравлические и пневматические испытания: гидравлическим давлением, поливом водой, наливом воды, испытания сжатым воздухом, пневмогидравлический, манометрический, пузырьковый. Схемы и параметры контроля. Испытания вакуумированием. Химический, радиационный, масс-спектрометрический, газоаналитический, акустический, капиллярный и галоидный методы (способ щупа, способ вакуумирования). Технология контроля. Чувствительность методов. Испытания на непроницаемость керосином. Классификация способов (керосиновый, керосинопневматический, керосиновакуумный, керосиновибрационный).	5	-	6	9	20
8	Организация контроля и технической диагностики	Нормативная документация в области неразрушающего контроля и диагностики. Задачи, функции и структура контрольных служб. Квалификация персонала. Техническая документация и оформление результатов контроля. Требования техники безопасности и производственной санитарии.	3	18	-	9	30
Итого			36	36	36	72	180

5.2 Перечень лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Номер лабор. работы	Наименование лабораторной работы	Количество часов
10 семестр			36
2	1	Визуальный и измерительный контроль	6
3	2	Контроль магнитными методами	6
4	3	Контроль капиллярными методами	6
5	4	Контроль ультразвуковыми методами	6
6	5	Контроль радиационными методами	6
7	6	Контроль методами течеискания	6

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	Знать: основную нормативно-техническую документацию, используемую при проектировании технологического процесса контроля качества; физические основы неразрушающих методов контроля качества; технологию и оборудование, используемое при физических неразрушающих методах контроля.	Знание стандартов и руководящих документов по неразрушающему контролю и диагностике, физических основ неразрушающих методов контроля, видов и методов контроля, оборудования	Выполнение работ в предусмотренный срок	Невыполнение работ в предусмотренный срок
	Уметь: правильно осуществлять выбор наиболее эффективных методов контроля качества в зависимости от эксплуатационных требований, предъявляемых к конструкциям.	Умение использовать теоретические знания для выбора методов контроля качества	Выполнение работ в предусмотренный срок	Невыполнение работ в предусмотренный срок
	Владеть: навыками оценки качества сварных соединений конструкции и изделия в целом; средствами контроля и технического диагностирования технических объектов.	Владение навыками определения пригодности конструкций к эксплуатации	Выполнение работ в предусмотренный срок	Невыполнение работ в предусмотренный срок

ПК-9	Знать: мероприятия по предупреждению дефектов; последовательность разработки программ проведения технического диагностирования конструкций; метрологические устройства и средства измерений.	Знание мероприятий по предупреждению дефектов, средств измерений и диагностики	Выполнение работ в предусмотренный срок	Невыполнение работ в предусмотренный срок
	Уметь: технически грамотно производить разработку маршрутной и операционной технологии технического диагностирования с выбором средств неразрушающего контроля.	Умение выбирать метод неразрушающего контроля на основе требований проектной документации	Выполнение работ в предусмотренный срок	Невыполнение работ в предусмотренный срок
	Владеть: навыками поиска и выбора источников технической информации применительно к контролируемому техническому объекту; навыками работы с оборудованием и средствами контроля и испытаний конструкций.	Владение навыками работы с источниками технической информации, оборудованием и средствами контроля, испытаний и диагностики	Выполнение работ в предусмотренный срок	Невыполнение работ в предусмотренный срок

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 10 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	Знать: основную нормативно-техническую документацию, используемую при проектировании технологического процесса контроля качества; физические основы неразрушающих методов контроля качества; технологию и оборудование, используемое при физических неразрушающих методах контроля.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: правильно осуществлять выбор наиболее эффективных методов контроля качества в зависимости от эксплуатационных требований, предъявляемых к конструкциям.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: навыками оценки качества сварных соединений конструкции и изделия в целом; средствами контроля и технического диагностирования технических объектов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-9	Знать: мероприятия по	Тест	Выполнение	Выполнение	Выполнение	В тесте ме-

	предупреждению дефектов; последовательность разработки программ проведения технического диагностирования конструкций; метрологические устройства и средства измерений.		е теста на 90- 100%	теста на 80- 90%	теста на 70- 80%	нее 70% правильных ответов
	Уметь: технически грамотно производить разработку маршрутной и операционной технологии технического диагностирования с выбором средств неразрушающего контроля.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: навыками поиска и выбора источников технической информации применительно к контролируемому техническому объекту; навыками работы с оборудованием и средствами контроля и испытаний конструкций.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что такое неразрушающий контроль (НК)?

- А. Метод определения и оценки дефектов без разрушения образцов или изделий.
- Б. Метод замера протяжённости дефектов сварных соединений.
- В. Метод определения механических характеристик сварных соединений.
- Г. Метод испытаний на герметичность сварных металлоконструкций.

2. В чём состоит сущность НК?

- А. Выявление реальных дефектов сварных соединений или основного металла конструкций, их точное местоположение и размеры.
- Б. Определение химического состава металла шва и околошовной зоны.
- В. Определение отклонений формы наружных поверхностей сварного шва или геометрии соединения от установленного значения.
- Г. Обнаружение непроваров сварных соединений.

3. Визуальный контроль – это:

- А. Контроль, при котором оценивают протяжённость распространения трещин в сварных соединениях с помощью измерительных инструментов.
- Б. Вид неразрушающего контроля, который определяется характером взаимодействия физических полей или явлений, взаимодействующих с контролируемым объектом.
- В. Органолептический контроль, осуществляемый органами зрения.
- Г. Вид неразрушающего контроля, при котором производят визуальное наблюдение за технологическими параметрами процесса сварки.

4. Визуальные оптические приборы, используемые при НК для поиска дефектов, по назначению разделяют на группы:

- А. Приборы для контроля мелких, близко расположенных объектов в пределах расстояния наилучшего зрения – 250 мм (лупы, микроскопы).
- Б. Приборы для контроля удалённых объектов (телескопические лупы, зрительные трубы, бинокли).
- В. Приборы для контроля скрытых объектов (эндоскопы, перископические дефектоскопы).
- Г. Все перечисленные приборы.

5. По каким основным признакам классифицируются виды неразрушающего контроля?

А. По характеру физических полей или излучений, взаимодействующих с контролируемым объектом.

Б. По характеру взаимодействия физических полей или веществ с контролируемым объектом.

В. По первичным информативным параметрам вида НК.

Г. По способам индикации первичной информации.

Д. По способам представления окончательной информации.

Е. По всем перечисленным признакам.

6. Чувствительность метода контроля – это:

А. Максимальная протяжённость дефекта.

Б. Минимальная ширина раскрытия непровара или трещины.

В. Наименьший размер выявляемого дефекта.

Г. Минимальный поток контрольного вещества, выходящего наружу за определённое время (при контроле методами течеискания).

7. Аккомодация глаза человека – это:

А. Изменение оптической (преломляющей) силы роговицы.

Б. Изменение кривизны хрусталика, обеспечивающее изменения его оптической силы и тем самым наводку на резкость.

В. Изменение диаметра зрачка, который выполняет роль диафрагмы.

8. В соответствии с распределением в сетчатке полочек и колбочек поле зрения глаза условно разделяется на зоны:

А. Зона наиболее чёткого видения – центральная с полем зрения около 2° .

Б. Зона наиболее чёткого видения – центральная с полем зрения около 5° .

В. Зона ясного видения, в пределах которой (при неподвижном глазе) возможно опознавание предметов с различием на них мелких деталей с полем зрения около 30° по горизонтали и около 22° по вертикали.

Г. Зона периферического зрения в пределах 150° по горизонтали и 125° по вертикали.

Д. Зона периферического зрения в пределах 120° по горизонтали и 90° по вертикали.

Е. Ответы: 1, 3, 4.

9. Под видимостью объекта контроля понимают:

А. Степень освещённости объекта.

Б. Спектральную область светового излучения.

В. Степень различимости объекта контроля при его наблюдении.

10. Видимость объекта контроля, помимо психофизиологических свойств зрения, зависит от:

А. Продолжительности рассматривания (наблюдения) объектов контроля.

Б. Цвета, контраста и яркости объектов контроля.

В. Угловых размеров объектов, резкости их контуров и условий освещения.

Г. От всех вышеперечисленных факторов.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Последовательный контраст заключается:

А. В определении спектрального состава освещённости объекта контроля.

Б. В объёмном восприятии объекта контроля.

В. В изменении визуальной оценки объекта в зависимости от того, какой свет ранее действовал на тот же участок сетчатки.

2. Контрастная чувствительность – это:

А. Способность глаза замечать различие объектов, находящихся в непосредственном соприкосновении.

Б. Различие между хроматическими и ароматическими цветами объектов контроля.

В. Стереоскопический эффект зрительного ощущения, возникающий в процессе объёмного восприятия рассматриваемого объекта.

3. Порог контрастной чувствительности зрения – это:

А. Наибольший контраст чёрного цвета на белом фоне.

Б. Наибольший контраст чёрного цвета на жёлтом фоне.
В. Предельно малая величина яркостного контраста, которую контролёр способен воспринимать.

4. Нормальной разрешающей способностью глаза считается:

А. Способность глаза различать две точки с минимальным углом между ними в 1'.

Б. Способность глаза различать форму мелких деталей, близко расположенных на поверхности объекта контроля.

В. Способность глаза воспринимать различных по цветовому контрасту близко расположенные мелкие дефекты на контролируемой поверхности.

5. Процесс адаптации зрения (при резких изменениях освещённости) требует времени в пределах:

А. До 1,5 часа.

Б. До 2-х часов.

В. До 1 часа.

6. Процесс иррадиации заключается в:

А. Кажущемся увеличении размеров светлых объектов на тёмном фоне.

Б. Кажущемся уменьшении размеров светлых объектов на тёмном фоне.

В. Кажущемся изменении конфигурации рассматриваемых тёмных объектов на светлом фоне.

7. К ахроматическим цветам относят:

А. Чёрный.

Б. Белый.

В. Серые.

Г. Все вышеперечисленные цвета.

8. Световым порогом чувствительности зрения считают:

А. Повышение освещённости объекта, находящегося первоначально в полной темноте, когда он становится заметен.

Б. Увеличение освещённости объекта в момент, когда наблюдатель начинает различать его цветовые оттенки.

В. Степень отличия мелких деталей рассматриваемого объекта.

9. Скорость «луча» зрения, скользящего по контролируемой поверхности, в среднем составляет:

А. 800-900 м/с.

Б. 300-400 м/с.

В. 1000-1200 м/с.

10. Продолжительность осмотра мелких трещин (длиной 2-5 мм) на поверхности детали в среднем составляет:

А. 0,005-0,01 с.

Б. 0,1-0,5 с.

В. 0,5-1 с.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Все типы дефектов сварных соединений и основного металла разделяются на группы:

А. По форме.

Б. По расположению.

В. По размерам.

Г. По количеству.

Д. По всем перечисленным группам.

2. По размерам дефекты сварных соединений и основного металла подразделяют на:

А. Компактные, протяжённые.

Б. Групповые, единичные.

В. Мелкие, средние, крупные.

3. В зависимости от пороговой чувствительности систем контроля существует классов герметичности:

А. 2.

Б. 3.

В. 5.

4. Чувствительность методов контроля течеисканием определяется:

А. Величиной минимального потока контрольного вещества, проходящего через течи.

Б. Минимальным диаметром выявляемых каналов течей.

В. Минимальной протяженностью сквозного канала течи.

Г. А и Б.

Д. А и В.

5. По величине эффективных диаметров сквозных каналов размеры макрокапиллярных течей составляют:

А. $d > 0,5$ мм.

Б. $(0,5 \geq d \geq 2 \cdot 10^{-4})$ мм.

В. $d < 2 \cdot 10^{-4}$ мм.

6. При испытании гидравлическим давлением величина пробного давления:

А. Равна величине рабочего давления изделия.

Б. Меньше величины рабочего давления изделия.

Г. Больше величины рабочего давления изделия.

7. Испытания на прочность производят:

А. После контроля хотя бы одним из неразрушающих методов.

Б. После проведения испытаний на герметичность.

В. До проведения испытаний на герметичность.

Г. А и В.

Д. А и Б.

8. При керосиновакуумном способе контроля герметичности разрежение создается:

А. Со стороны нанесения меловой суспензии.

Б. Со стороны нанесения керосина.

В. С обеих сторон.

9. При манометрическом методе контроля герметичности способ дифференциального манометра применяют для оценки:

А. Величины интегральных утечек.

Б. Величины локальных утечек.

В. А и Б.

10. При галоидном методе контроля герметичности могут быть использованы газы:

А. Четыреххлористый углерод.

Б. Гелий.

В. Воздушно-аммиачная смесь.

Г. Смесь гелия с воздухом.

Д. А, Б и В.

Е. А, Б и Г.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Классификация и выбор методов контроля качества сварных соединений.
2. Разрушающие и неразрушающие методы контроля.
3. Особенности и область применения различных методов.
4. Оценка чувствительности контроля.
5. Контроль производственных факторов.
6. Контроль технологических факторов.
7. Контроль эксплуатационных факторов.
8. Анализ причин отступлений от требований проектной документации.
9. Анализ причин отступлений от требований технологической документации.
10. Правила оформления отступлений от требований конструкторской документации.
11. Оценка технологичности конструкции изделия.
12. Временная технологическая документация на ремонт обнаруженных дефектов.
13. Порядок оформления изменений в технологическую документацию.

14. Оценка качества сварных соединений по результатам разрушающих испытаний.
15. Разработка технологических мероприятий по предупреждению дефектов.
16. Оценка установленных технологических параметров производственного оборудования.
17. Проверка точности сборочных операций с помощью средств технологического оснащения.
18. Порядок внедрения в производство основного технологического оборудования и приспособлений.
19. Профилактический ежедневный осмотр оборудования и средств технологического оснащения.
20. Порядок проведения текущего ремонта оборудования.
21. Метрологическое обеспечения технических средств измерений.
22. Аттестация испытательного оборудования.
23. Оценка технического состояния средств и приборов контроля.
24. Определение параметров для оценки остаточного ресурса технологического оборудования.
25. Технологический регламент проведения технического освидетельствования оборудования, относящегося к опасным производственным объектам.
26. Классификация дефектов сварочного характера.
27. Влияние дефектов на работоспособность сварных конструкций.
28. Дефекты сварных соединений и основного металла, опасные при статическом нагружении.
29. Дефекты сварных соединений и основного металла, опасные при динамических нагрузках.
30. Оценка возможности и способы устранения дефектов сварных соединений и основного металла конструкций.
31. Порядок метрологического освидетельствования оборудования для разрушающих испытаний.
32. Выбор типовых методов неразрушающего контроля качества выпускаемой продукции.
33. Оценка возможности метрологического обеспечения технологических процессов для применения контроля качества выпускаемой продукции.
34. Оценка чувствительности типовых методов контроля качества выпускаемой продукции.
35. Методика проведения визуально-измерительного контроля качества выпускаемой продукции и оценка его метрологического обеспечения.
36. Оценка метрологического обеспечения и выбор стандартных образцов предприятия для ультразвукового контроля.
37. Оценка метрологического обеспечения оборудования и средств контроля качества выпускаемой продукции радиационными методами.
38. Оценка метрологического обеспечения оборудования и средств контроля качества выпускаемой продукции магнитными методами.
39. Оценка метрологического обеспечения средств контроля качества выпускаемой продукции капиллярными методами.
40. Оценка чувствительности оборудования для оценки прочности и герметичности сварных соединений и основного металла металлических оболочковых конструкций.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Техническая диагностика и контроль качества. Методы контроля и диагностики	ПК-3, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Визуальный и измерительный контроль	ПК-3, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Магнитные методы контроля качества	ПК-3, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Капиллярные методы контроля качества	ПК-3, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Ультразвуковая дефектоскопия	ПК-3, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
6	Радиационная дефектоскопия	ПК-3, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
7	Контроль методами течеискания	ПК-3, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
8	Организация контроля и технической диагностики	ПК-3, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Поляков, Ю.О. Неразрушающий контроль и диагностика: учебное пособие / Ю.О. Поляков.- Новосибирск: НГТУ, 2023.- 110 с.- ISBN 978-5-7782-4951-6.- Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.- URL: <https://e.lanbook.com/book/404240> (дата обращения: 29.11.2025).- Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Григорьев, В.В. Контроль качества сварки: учебное пособие / В.В. Григорьев, П.В. Бахматов, Е.А. Старцев.- Вологда: Инфра-Инженерия, 2025.- 176 с.- ISBN 978-5-9729-2189-8.- Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.- URL: <https://e.lanbook.com/book/500339> (дата обращения: 29.11.2025).- Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Щепинов, Д.Н. Техническая диагностика трубопроводов и оценка потенциальной опасности дефектов: учебное пособие / Д.Н. Щепинов, А.А. Бауэр.- Вологда: Инфра-Инженерия, 2024.- 232 с.- ISBN 978-5-9729-1768-6.- Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.- URL: <https://e.lanbook.com/book/428207> (дата обращения: 29.11.2025).- Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кузнецов С.Н. Диагностика трубопроводов: учебное пособие.- М.: Ай Пи Ар Медиа, 2021.- 77 с.
5. Кузнецов С.Н. Диагностика трубопроводов: учебное пособие.- Воронеж: ГОУ ВПО «ВГТУ», 2015.- 78 с.
6. Контроль качества сварки: учеб. пособие / В.В. Шурупов., Ю.П. Камышников.- Воронеж: ГОУ ВПО «ВГТУ», 2009.- 275 с.
7. Ушаков, В.М. Неразрушающий контроль и диагностика горно-шахтного и нефтегазового оборудования: учебное пособие / В.М. Ушаков.- М: Горная книга, 2006.- 318 с.- ISBN 5-91003-001-9.- Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.- URL: <https://e.lanbook.com/book/3513> (дата обращения: 29.11.2025).- Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. Под ред. член-корр РАН, проф. В.В. Клюева.- М.: Машиностроение, 1995.- 487 с.
9. Контроль качества сварочных работ: учеб. Пособие / Н.П. Алешин, В.Г. Щербинский.- М.: Высш. шк., 1986.- 207 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- «Техэксперт» - профессиональные справочные системы <http://техэксперт.опр/>;
- Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ» <https://www.technormativ.ru/>;
- Электронная информационная образовательная среда <https://old.education.cchgeu.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины «Физические основы неразрушающего контроля» требует учебной аудитории для проведения учебных занятий, оборудование:

Лаборатория «Сварки плавлением»

Оборудование комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья);

- аппарат сварочный для п/авт. сварки;
- выпрямитель сварочный;
- головка сварочная; Комплект "Мультиплаз 3500";
- комплект для сварки ПП Set Polys P-1a;
- комплект плазменной резки ЭСАБ: ORIGO CUT;
- комплект сварочного оборудования MAGICWAVE;
- комплект сварочного оборудования TRANSPULS SYNERGIC 3200;
- комплект сварочного оборудования TRANSSTEEL 3500с;
- компрессор GM 25-300;
- сварочный аппарат "NEON" ВД 201; Сварочный аппарат Tecnica164;
- сварочный полуавтомат Vimax 182;
- станок сверлильный ТМНС-12;
- станок токарный по металлу "Корвет-403";
- станок фрезерный по металлу "Корвет-418";
- трактор сварочный (типа АДФ-1002);
- учебный сварочный робот в комплекте с контроллером;
- фильтровентиляционная установка ФВУ-1200;
- разрывная машина.

Для самостоятельной работы используется «Помещение для самостоятельной работы»/«Методический кабинет»

Оборудование кабинета: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья);

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран для проектора
- ноутбук
- персональный компьютер с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Физические основы неразрушающего контроля» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков проектирования технологии диагностики и неразрушающего контроля.

Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП