

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ИПЧ Миллионщикова

Должность: Ректор

Дата подписания: 05.07.2026 09:03:19

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Грозненский государственный нефтяной технический университет
имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»



Первый проректор – проректор ОД

И.Г. Гайрабеков

2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НГП»

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

«Инжиниринг технологического оборудования добычи нефти и газа»

Квалификация

Бакалавр

Грозный – 2025

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных знаний и практических умений по выбору и применению методов неразрушающего контроля для выявления дефектов, оценки технического состояния и обоснования безопасной дальнейшей эксплуатации оборудования нефтяных и газовых промыслов без нарушения его пригодности к использованию.

Для достижения указанной цели решаются следующие задачи:

- изучение физических основ, классификации, возможностей и ограничений основных методов неразрушающего контроля;
- формирование представлений о дефектах металла, сварных соединений, покрытий и конструктивных элементов промышленного оборудования;
- освоение требований нормативно-технической документации к организации, проведению и документированию неразрушающего контроля;
- приобретение навыков визуально-измерительного, капиллярного, магнитного, вихретокового, ультразвукового, теплового и акустико-эмиссионного контроля;
- изучение основ радиографического контроля и контроля герметичности с учетом требований безопасности;
- формирование умений выбирать метод, схему, параметры и средства контроля применительно к объекту, материалу и предполагаемому дефекту;
- освоение обработки и интерпретации результатов контроля, оценки достоверности индикаций и подготовки технического заключения;
- приобретение навыков разработки программ, технологических карт и протоколов комплексного контроля оборудования НГП.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП» относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, и входит в дисциплины по выбору (индекс Б1.В.ДВ.03.01). Дисциплина изучается в 6 семестре. Форма промежуточной аттестации — экзамен.

Освоение дисциплины опирается на результаты изучения дисциплин «Физика», «Материаловедение», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Сопротивление материалов», «Детали машин и основы конструирования», «Диагностика технического состояния объектов НГП», а также на знания об устройстве и условиях эксплуатации оборудования нефтяных и газовых промыслов.

Полученные знания и умения используются при освоении дисциплин «Надёжность нефтепромышленного оборудования», «Монтаж, эксплуатация и ремонт нефтегазового оборудования», «Безопасность эксплуатации промышленного оборудования», при выполнении курсовых проектов, прохождении производственных практик и подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование трех наиболее соответствующих ее содержанию профессиональных компетенций и индикаторов их достижения.

Таблица 1

Компетенции, индикаторы достижения и планируемые результаты обучения

Код и наименование компетенции	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3. Способен проводить необходимые испытания и технические измерения по заданной методике, обрабатывать и анализировать их результаты, готовить технические описания, обзоры и отчеты по выполненным исследованиям и проектам; участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в производство.	ПК-3.1. Выполняет измерения и контроль по установленным методикам, настраивает средства неразрушающего контроля, обрабатывает и документирует результаты.	Знать: физические основы методов НК, метрологические требования, назначение стандартных и настроечных образцов, правила регистрации результатов. Уметь: выбирать параметры контроля, настраивать приборы, оценивать погрешность и различать значимые и ложные индикации. Владеть: навыками оформления протоколов, карт контроля и технических отчетов.	Лабораторные работы; практические задания; аттестации; экзамен.
ПК-10. Способен выполнять монтаж, наладку, испытания и ввод в эксплуатацию новых образцов оборудования, узлов и систем; оценивать техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать его профилактический осмотр и текущий ремонт.	ПК-10.1. Оценивает техническое состояние оборудования НГП по результатам неразрушающего контроля, устанавливает необходимость дополнительного обследования, ремонта, ограничения режима или вывода из эксплуатации.	Знать: характерные механизмы повреждения и дефекты промышленного оборудования, области применимости методов НК, критерии оценки результатов. Уметь: сопоставлять данные разных методов, определять опасность дефекта и формулировать технически обоснованное решение. Владеть: приемами комплексной оценки состояния и назначения последующего контроля.	Кейсы; практические и лабораторные работы; комплексное заключение; экзамен.
ПК-11. Способен разрабатывать инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний, готовить заявки на необходимое оборудование и запасные части; участвовать в организационно-плановых расчетах при создании или реорганизации производственных участков.	ПК-11.1. Разрабатывает программу, технологическую карту и отчетную документацию неразрушающего контроля с учетом конструкции объекта, нормативных требований и условий проведения работ.	Знать: состав документации НК, порядок подготовки объекта, требования к персоналу, приборам, безопасности и прослеживаемости результатов. Уметь: определять объем, последовательность и периодичность контроля, выбирать средства и критерии приемки. Владеть: навыками разработки программ, инструкций, схем контроля, дефектных ведомостей и заключений.	Разработка документов; защита практических работ; аттестации; экзамен.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Объем дисциплины и виды учебной работы		
Вид учебной работы	Всего	6 семестр
Контактная работа, всего	64	64
в том числе:		
лекционные занятия	32	32
практические занятия	16	16
лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся	44	44
Контроль	36	36
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость, часов	144	144
Общая трудоемкость, зачетных единиц	4	4

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и распределение трудоемкости

Таблица 3

Разделы дисциплины и виды учебной работы						
№	Наименование раздела	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Нормативные, физические и организационные основы неразрушающего контроля	4	2	2	5	13
2	Визуальный и измерительный контроль оборудования НГП	4	2	2	5	13
3	Капиллярный контроль и контроль герметичности	4	2	2	6	14
4	Магнитные методы неразрушающего контроля	4	2	2	5	13
5	Вихревой контроль деталей, труб и теплообменного оборудования	4	2	2	5	13
6	Ультразвуковой контроль и толщинометрия	4	2	2	6	14
7	Радиационный, тепловой и акустико-эмиссионный контроль	4	2	2	6	14
8	Комплексный контроль оборудования НГП и оформление результатов	4	2	2	6	14
	Промежуточная аттестация					36
	Итого	32	16	16	44	144

5.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 4

Содержание разделов	
Наименование разделов	Содержание

Наименование разделов	Содержание
Нормативные, физические и организационные основы неразрушающего контроля	Назначение неразрушающего контроля в системе обеспечения надежности и промышленной безопасности. Классификация видов и методов НК. Физические поля и взаимодействия, используемые для выявления дефектов. Понятия чувствительности, достоверности, разрешающей способности и зоны неконтролепригодности. Виды дефектов металла, сварных соединений и покрытий. Требования к персоналу, средствам контроля, стандартным образцам, метрологическому обеспечению, безопасности и документированию.
Визуальный и измерительный контроль оборудования НГП	Оптические основы и условия наблюдения. Освещенность, контраст, увеличение, доступность поверхности. Средства визуального и измерительного контроля. Проверка геометрии, деформаций, состояния сварных соединений, коррозионных повреждений, изоляции, опор и креплений. Подготовка поверхности. Карты осмотра, эскизы дефектов, фотофиксация и критерии оценки.
Капиллярный контроль и контроль герметичности	Физические основы капиллярного контроля, смачиваемость, капиллярность и контраст индикаций. Наборы материалов, очистка, нанесение пенетранта, удаление, проявление и оценка. Цветной и люминесцентный методы. Ложные индикации и ограничения. Методы течеискания: пузырьковый, манометрический, вакуумный, галогенный, масс-спектрометрический и акустический. Выбор чувствительности и критериев герметичности.
Магнитные методы неразрушающего контроля	Магнитные свойства материалов, магнитное поле рассеяния дефекта, способы намагничивания. Магнитопорошковый и магнитографический контроль. Продольное, циркулярное и комбинированное намагничивание. Выбор тока и направления поля, проверка достаточности намагничивания, приготовление суспензии, оценка индикаторных рисунков и размагничивание. Метод магнитной памяти и контроль рассеяния магнитного потока.
Вихретоковый контроль деталей, труб и теплообменного оборудования	Возбуждение вихревых токов, комплексное сопротивление преобразователя и влияние дефектов. Накладные, проходные и экранные преобразователи. Амплитудный и фазовый способы. Влияние электропроводности, магнитной проницаемости, зазора, шероховатости и геометрии. Настройка по образцам. Выявление поверхностных трещин, контроль труб, толщины покрытий и сортировка материалов.
Ультразвуковой контроль и толщинометрия	Виды упругих волн, скорость, длина волны, затухание, отражение и преломление. Пьезоэлектрические преобразователи, контактные среды и стандартные образцы. Эхо-импульсный, теневой, зеркально-теневой и дифракционно-временной методы. Развертка, чувствительность, браковочный уровень, координаты и условные размеры дефекта. Ультразвуковая толщинометрия, контроль сварных соединений и картирование коррозии.
Радиационный, тепловой и акустико-эмиссионный контроль	Принципы радиографического контроля, источники излучения, детекторы, геометрия просвечивания, качество изображения и радиационная безопасность. Тепловое излучение, коэффициент излучения, активный и пассивный тепловой контроль, анализ термограмм. Акустическая эмиссия как метод обнаружения развивающихся дефектов, параметры сигналов, локация источников, классификация активности. Ограничения и области применения методов.
Комплексный контроль оборудования НГП и оформление результатов	Выбор комплекса методов для устьевой арматуры, насосных и компрессорных агрегатов, сосудов под давлением, резервуаров, промышленных трубопроводов и металлоконструкций. Учет механизмов повреждения: коррозии, эрозии, усталости, водородного и сероводородного растрескивания. Сопоставление результатов разных методов. Программа и технологическая карта контроля. Дефектная ведомость, протокол, схема расположения дефектов и техническое заключение. Назначение повторного контроля и рекомендаций по эксплуатации.

5.3. Тематический план лекционных занятий

Таблица 5

Лекционные занятия		
№	Тема лекции	Часы
1	Назначение, классификация и физические основы методов неразрушающего контроля.	2
2	Дефекты оборудования НГП, нормативное обеспечение, персонал и достоверность контроля.	2
3	Физические основы и технология визуального контроля.	2
4	Измерительный контроль геометрии, коррозии, сварных соединений и металлоконструкций.	2
5	Капиллярные методы: материалы, технология и оценка индикаций.	2
6	Контроль герметичности и выбор методов течеискания.	2
7	Магнитопорошковый контроль: намагничивание, индикации и размагничивание.	2
8	Магнитографический контроль, магнитная память и методы рассеяния магнитного потока.	2
9	Физические основы, преобразователи и аппаратура вихретокового контроля.	2
10	Вихретоковый контроль труб, деталей и покрытий оборудования НГП.	2
11	Физические основы ультразвукового контроля и настройка дефектоскопа.	2
12	Ультразвуковая толщинометрия и контроль сварных соединений.	2
13	Радиографический контроль и требования радиационной безопасности.	2
14	Тепловой контроль и интерпретация термограмм.	2
15	Акустико-эмиссионный контроль развивающихся дефектов.	2
16	Комплексный НК оборудования НГП и оформление технического заключения.	2
	Итого	32

5.4. Тематический план практических занятий

Таблица 6

Практические занятия			
№	Тема практического занятия	Часы	Форма отчетности
1	Выбор комплекса методов НК для заданного объекта и предполагаемых дефектов.	2	Матрица применимости методов.
2	Разработка карты визуально-измерительного контроля оборудования или сварного соединения.	2	Карта ВИК и эскиз дефектов.
3	Разработка технологии капиллярного контроля и программы испытания на герметичность.	2	Технологическая карта.
4	Выбор схемы намагничивания и оценка индикаторных рисунков магнитопорошкового контроля.	2	Схема и протокол.
5	Выбор вихретокового преобразователя, настройка и интерпретация сигналов.	2	Карта настройки и вывод.
6	Расчет и обоснование схемы ультразвукового контроля; обработка карты толщин.	2	Схема УЗК и расчетная ведомость.
7	Сравнительный выбор радиографического, теплового и акустико-эмиссионного контроля.	2	Технико-методическое обоснование.
8	Разработка комплексной программы НК и технического заключения для объекта НГП.	2	Программа и заключение.
	Итого	16	

5.5. Тематический план лабораторных занятий

Таблица 7

Лабораторные занятия			
№	Тема лабораторного занятия	Часы	Форма отчетности
1	Визуально-измерительный контроль учебного образца и оформление карты дефектов.	2	Лабораторный отчет.
2	Цветной капиллярный контроль образца с поверхностными дефектами.	2	Протокол капиллярного контроля.
3	Контроль герметичности учебного соединения пузырьковым или вакуумным методом.	2	Протокол испытания.
4	Магнитопорошковый контроль ферромагнитного образца.	2	Протокол и схема намагничивания.
5	Вихретоковый контроль учебных образцов и оценка влияния зазора.	2	График сигналов и вывод.
6	Ультразвуковая толщинометрия и построение карты утонения стенки.	2	Карта толщин.
7	Ультразвуковая дефектоскопия образца с отражателями.	2	Протокол УЗК.
8	Обработка термограмм и сигналов акустической эмиссии по учебным данным.	2	Аналитический отчет.
	Итого	16	

5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 8

Самостоятельная работа		
№	Вид самостоятельной работы	Часы
1	Изучение классификации методов НК, дефектов и требований нормативных документов.	5
2	Подготовка карты ВИК выбранного объекта и анализ критериев оценки.	5
3	Изучение материалов капиллярного контроля и методов течеискания; подготовка технологической карты.	6
4	Изучение способов намагничивания и обработка учебных индикаторных рисунков.	5
5	Анализ влияющих факторов вихретокового контроля и подготовка схемы настройки.	5
6	Решение задач по ультразвуковой толщинометрии, построение карт и оценка коррозионного износа.	6
7	Изучение требований к радиографическому, тепловому и акустико-эмиссионному контролю.	6
8	Разработка комплексной программы НК, подготовка к экзамену.	6
	Итого	44

6. Образовательные технологии

Освоение дисциплины строится на сочетании проблемных лекций, практического выбора схем контроля, лабораторной работы с учебными образцами и приборами, анализа реальных и моделируемых результатов НК, а также разработки технической документации.

Практические и лабораторные работы объединяются в комплексный кейс по обследованию выбранного объекта нефтегазового промысла.

Основные применяемые образовательные технологии:

- проблемное изложение с анализом механизмов повреждения и причин появления дефектов;
- работа с нормативными документами, паспортами приборов, технологическими картами и критериями приемки;
- лабораторный практикум на учебных образцах с типовыми дефектами;
- кейс-метод при выборе сочетания методов контроля и принятии решения по результатам обследования;
- обработка изображений, сигналов, карт толщин, термограмм и протоколов;
- проектная работа по разработке программы комплексного НК и защита технического заключения.

При применении электронного обучения материалы лекций, задания, цифровые наборы данных, нормативные документы, формы протоколов и консультации предоставляются через электронную информационно-образовательную среду университета.

7. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации

7.1. Формы текущего контроля

Текущий контроль включает:

- устный опрос и тестирование по физическим основам и технологии методов НК;
- проверку и защиту практических и лабораторных работ;
- оценку разработанных технологических карт, протоколов и программ контроля;
- первую аттестацию по разделам 1–4;
- вторую аттестацию по разделам 5–8;
- защиту комплексной программы НК и технического заключения.

7.2. Соответствие оценочных средств компетенциям

Таблица 9

Оценочные средства и контролируемые компетенции

Оценочное средство	Компетенции	Контролируемый результат
Устный опрос и тестирование	ПК-3; ПК-10; ПК-11	Знание физических основ, дефектов, нормативных требований и областей применения методов НК.
Практические работы 1–4	ПК-3; ПК-11	Выбор методов, разработка схем и технологических карт поверхностного контроля.
Лабораторные работы 1–4	ПК-3; ПК-10	Подготовка, проведение и документирование визуального, капиллярного, теченскательного и магнитного контроля.
Практические и лабораторные работы 5–7	ПК-3; ПК-10	Настройка, проведение и интерпретация вихретокового и ультразвукового контроля.
Комплексная работа	ПК-10; ПК-11	Разработка программы, сопоставление результатов методов и формирование решения о состоянии объекта.
Аттестации и экзамен	ПК-3; ПК-10; ПК-11	Подтверждение достижения планируемых результатов обучения по дисциплине.

7.3. Критерии оценивания практических и лабораторных работ

Таблица 10

Критерии оценивания практических и лабораторных работ	
Критерий	Показатель
Подготовка и полнота выполнения	Определены объект, материал, предполагаемые дефекты, зона и объем контроля; выполнены все этапы задания.
Корректность выбора метода	Метод, преобразователь, материалы, режимы и схема соответствуют конструкции, дефектам и условиям контроля.
Качество измерений и обработки	Настройка и измерения выполнены последовательно; учтены влияющие факторы, погрешности и критерии оценки.
Интерпретация результатов	Индикации классифицированы, ложные сигналы отделены, выводы связаны с фактическими данными.
Документирование и защита	Протокол, карта, схема и заключение оформлены полно; обучающийся обосновывает решение и отвечает на вопросы.
Соблюдение безопасности	Соблюдены требования к работе с приборами, химическими материалами и учебными установками.

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Таблица 11

Показатели и критерии оценивания компетенций		
Код компетенции	Показатели оценивания	Критерии сформированности
ПК-3	Подготовка и настройка средств НК; выполнение измерений; обработка сигналов и изображений; оценка погрешности; оформление протокола.	Компетенция сформирована, если обучающийся выбирает рабочие параметры, выполняет контроль по методике, получает воспроизводимые результаты, корректно интерпретирует индикации и оформляет отчетную документацию.
ПК-10	Выявление дефектов и механизмов повреждения; сопоставление результатов методов; оценка опасности дефекта и технического состояния.	Компетенция сформирована, если обучающийся связывает результаты НК с конструкцией и условиями работы объекта, определяет необходимость дополнительного контроля, ремонта, ограничения режима или вывода из эксплуатации.
ПК-11	Разработка программы, технологической карты, схемы, объема и периодичности контроля; выбор средств и критериев приемки.	Компетенция сформирована, если документация содержит объект, зоны, методы, приборы, подготовку, режимы, последовательность, требования безопасности, формы регистрации и критерии оценки, пригодные для практического применения.

7.5. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Таблица 12

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций			
Уровень	Диапазон	Обобщенные критерии	Результат
Высокий	85–100 %	Задания выполнены полно и самостоятельно; методы и параметры выбраны обоснованно; результаты достоверны; документация практически применима.	Отлично
Базовый	70–84 %	Основные действия выполнены правильно; имеются отдельные неточности, не влияющие на общий вывод; замечания исправляются самостоятельно.	Хорошо
Пороговый	55–69 %	Обучающийся знает основные методы и выполняет типовую задачу по образцу, но допускает ошибки в настройке, интерпретации или оформлении.	Удовлетворительно

Уровень	Диапазон	Обобщенные критерии	Результат
Компетенция не сформирована	менее 55 %	Не определены применимые методы и параметры, допущены существенные ошибки, результаты не позволяют сделать обоснованный вывод.	Неудовлетворительно

7.6. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Таблица 13

Критерии выставления экзаменационной оценки

Оценка	Критерии
«Отлично»	Обучающийся полно и системно раскрывает вопросы, обоснованно выбирает методы и параметры НК, правильно решает практическое задание, уверенно интерпретирует результаты и оформляет инженерное решение.
«Хорошо»	Основное содержание раскрыто правильно, решение технически обосновано; допущены отдельные неточности, не искажающие общий вывод.
«Удовлетворительно»	Продemonстрировано знание основных понятий и способность решать типовую задачу по образцу, но имеются ошибки в деталях технологии, критериях или интерпретации.
«Неудовлетворительно»	Не раскрыты основные физические и технологические положения, метод выбран неверно либо практическое задание не выполнено; вывод не обоснован.

7.7. Вопросы к первой аттестации

1. Назначение неразрушающего контроля в системе технической диагностики оборудования НГП.
2. Классификация видов и методов неразрушающего контроля.
3. Понятия чувствительности, достоверности, разрешающей способности и контролепригодности.
4. Классификация дефектов основного металла и сварных соединений.
5. Требования к квалификации персонала и организации участка НК.
6. Метрологическое обеспечение средств неразрушающего контроля.
7. Стандартные и настроенные образцы: назначение и применение.
8. Требования к подготовке объекта и прослеживаемости результатов контроля.
9. Физические основы визуального контроля.
10. Условия проведения визуального контроля: освещенность, доступность, контраст и увеличение.
11. Средства визуального и измерительного контроля.
12. Контроль коррозии, деформаций и состояния сварных соединений визуально-измерительным методом.
13. Оформление карты ВИК и схемы расположения дефектов.
14. Физические основы капиллярного контроля.
15. Технологическая последовательность цветного капиллярного контроля.
16. Люминесцентный капиллярный контроль и требования к условиям наблюдения.
17. Ложные и незначимые индикации при капиллярном контроле.
18. Назначение и классификация методов контроля герметичности.
19. Пузырьковый, манометрический и вакуумный методы течеискания.
20. Галогенный и масс-спектрометрический методы течеискания.
21. Физические основы магнитопорошкового контроля.
22. Способы намагничивания, оценка индикаторных рисунков и размагничивание.

7.8. Образцы билетов к первой аттестации

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП»

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 1

1. Классификация методов неразрушающего контроля.
2. Средства и порядок визуально-измерительного контроля сварного соединения.
3. Практическое задание: для заданного сварного узла выбрать методы поверхностного контроля и обосновать их последовательность

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП»

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 2

1. Дефекты металла и сварных соединений, выявляемые методами НК.
2. Физические основы и технология цветного капиллярного контроля.
3. Практическое задание: по изображениям индикаций определить вероятные дефекты и выделить ложные следы

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП»

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 3

1. Метрологическое обеспечение и настроечные образцы.
2. Методы контроля герметичности и их чувствительность.
3. Практическое задание: выбрать метод течеискания для емкости и составить краткий порядок испытания

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП»

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 4

1. Условия достоверного визуального контроля.
2. Способы намагничивания при магнитопорошковом контроле.
3. Практическое задание: для детали заданной формы выбрать схему намагничивания и направление поиска трещины

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП»

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 5

1. Требования к персоналу и документации НК.
2. Оценка индикаторных рисунков магнитопорошкового контроля.
3. Практическое задание: составить структуру протокола контроля и сформулировать вывод по учебным данным

7.9. Вопросы ко второй аттестации

1. Физические основы вихретокового контроля.
2. Типы вихретоковых преобразователей и области их применения.
3. Влияние электропроводности, магнитной проницаемости и зазора на сигнал.
4. Настройка вихретокового дефектоскопа по стандартным образцам.
5. Вихретоковый контроль труб и теплообменного оборудования.

6. Контроль толщины покрытий и сортировка материалов вихретоковым методом.
7. Виды ультразвуковых волн и их распространение в твердых телах.
8. Пьезоэлектрические преобразователи и контактные среды.
9. Основные методы ультразвуковой дефектоскопии.
10. Настройка чувствительности и развертки ультразвукового дефектоскопа.
11. Ультразвуковая толщинометрия и построение карт утонения.
12. Ультразвуковой контроль сварных соединений.
13. Определение координат и условных размеров дефекта при УЗК.
14. Физические основы и геометрия радиографического контроля.
15. Показатели качества радиографического изображения.
16. Основы радиационной безопасности при радиографическом контроле.
17. Физические основы теплового контроля и коэффициент излучения.
18. Порядок съемки и интерпретации термограмм оборудования.
19. Физические основы метода акустической эмиссии.
20. Параметры сигналов и локация источников акустической эмиссии.
21. Принципы комплексного выбора методов НК для оборудования НГП.
22. Структура программы контроля и технического заключения.

7.10. Образцы билетов ко второй аттестации

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП» БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 1 1. Физические основы вихретокового контроля. 2. Ультразвуковая толщинометрия и оценка коррозионного износа. 3. Практическое задание: по карте толщин определить минимальную толщину, критическую зону и необходимость повторного контроля

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП» БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 2 1. Типы вихретоковых преобразователей. 2. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа. 3. Практическое задание: выбрать преобразователь и настроечный образец для контроля заданной детали
--

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП» БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 3 1. Ультразвуковой контроль сварных соединений. 2. Показатели качества радиографического изображения. 3. Практическое задание: сравнить применимость УЗК и радиографии для заданного сварного шва
--

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП»
БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 4

1. Физические основы теплового контроля.
2. Метод акустической эмиссии и его диагностические возможности.
3. Практическое задание: по термограмме и таблице температур определить аномальную зону и предложить дополнительный метод НК

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП»
БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 5

1. Комплексный выбор методов НК оборудования НГП.
2. Структура технического заключения.
3. Практическое задание: разработать краткую программу контроля сосуда под давлением с учетом предполагаемых механизмов повреждения

7.11. Перечень вопросов к экзамену

1. Цели и задачи неразрушающего контроля оборудования нефтяных и газовых промыслов.
2. Классификация видов и методов неразрушающего контроля.
3. Контролепригодность объекта и выбор зон контроля.
4. Чувствительность, разрешающая способность и достоверность контроля.
5. Классификация дефектов основного металла, сварных соединений и покрытий.
6. Требования к квалификации персонала неразрушающего контроля.
7. Метрологическое обеспечение и проверка работоспособности средств НК.
8. Стандартные, настроенные и контрольные образцы.
9. Подготовка объекта и требования к документированию результатов.
10. Физические основы визуального контроля.
11. Условия и средства визуального контроля.
12. Измерительный контроль геометрии и деформаций.
13. Визуально-измерительный контроль сварных соединений.
14. Визуально-измерительный контроль коррозионных повреждений.
15. Оформление карты ВИК и фотофиксации.
16. Физические основы капиллярного контроля.
17. Материалы и технологическая последовательность цветного капиллярного контроля.
18. Люминесцентный капиллярный контроль.
19. Оценка индикаций и ограничения капиллярного метода.
20. Классификация методов контроля герметичности.
21. Пузырьковый, вакуумный и манометрический контроль герметичности.
22. Галогенный и масс-спектрометрический контроль герметичности.
23. Магнитные свойства материалов и поле рассеяния дефекта.
24. Способы намагничивания и выбор направления поля.
25. Технология магнитопорошкового контроля.
26. Оценка индикаторных рисунков и размагничивание.
27. Магнитографический контроль и метод магнитной памяти.
28. Физические основы вихретокового контроля.

29. Вихретоковые преобразователи и аппаратура.
30. Влияющие факторы и отстройка вихретокового контроля.
31. Вихретоковый контроль труб, деталей и покрытий.
32. Физические основы распространения ультразвука в твердых телах.
33. Пьезоэлектрические преобразователи и контактные среды.
34. Эхо-импульсный, теневой и зеркально-теневой методы УЗК.
35. Настройка развертки и чувствительности ультразвукового дефектоскопа.
36. Ультразвуковая толщинометрия и картирование коррозии.
37. Ультразвуковой контроль сварных соединений.
38. Определение координат и условных размеров дефектов при УЗК.
39. Физические основы радиографического контроля.
40. Схемы просвечивания и качество радиографического изображения.
41. Требования радиационной безопасности.
42. Физические основы теплового контроля.
43. Подготовка и проведение тепловизионного обследования.
44. Интерпретация термограмм и типовые тепловые аномалии.
45. Физические основы акустической эмиссии.
46. Параметры сигналов и локация источников акустической эмиссии.
47. Комплексный контроль сосудов, резервуаров и трубопроводов.
48. Комплексный контроль насосных и компрессорных агрегатов.
49. Разработка программы и технологической карты неразрушающего контроля.
50. Оформление протокола, дефектной ведомости и технического заключения.

7.12. Пример экзаменационного билета

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП» ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 1. Выбор и технология ультразвукового контроля сварного соединения. 2. Капиллярный контроль: физические основы, последовательность и оценка индикаций. 3. Практическое задание: по исходным данным визуального контроля и карте толщин определить критические зоны объекта, предложить комплекс дополнительных методов НК и структуру технического заключения

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Новокрещенов, В. В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении : учебник для вузов / В. В. Новокрещенов, Р. В. Родякина ; под научной редакцией Н. Н. Прохорова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2026. — 301 с. — ISBN 978-5-534-07040-8.
2. Новокрещенов, В. В. Ультразвуковой контроль : учебное пособие для вузов / В. В. Новокрещенов, Н. Н. Прохоров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2026. — 104 с. — ISBN 978-5-534-19618-4.
3. Зацепин, А. Ф. Методы и средства измерений и контроля: дефектоскопы : учебник / А. Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков ; под научной редакцией В. Н. Костина. — Москва : Юрайт, 2025. — 120 с. — ISBN 978-5-534-10324-3.
4. Алешин, Н. П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учебное пособие / Н. П. Алешин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Инновационное машиностроение, 2019. — 576 с. — ISBN 978-5-907104-14-3.

8.2. Дополнительная литература

1. Овчинников, В. В. Контроль качества сварных швов и соединений : учебник / В. В. Овчинников. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-9729-1084-7.
2. Федосенко, Ю. К. Вихретоковый контроль : учебное пособие / Ю. К. Федосенко, П. Н. Шкатов, А. Г. Ефимов ; под общей редакцией В. В. Ключева. — 2-е изд. — Москва : Спектр, 2014. — 224 с. — ISBN 978-5-4442-0061-2.
3. Носов, В. В. Метод акустической эмиссии : учебное пособие / В. В. Носов, А. Р. Ямилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2740-6.
4. Набатов, В. В. Обработка и интерпретация результатов геофизических исследований и неразрушающего контроля : учебник / В. В. Набатов, А. С. Вознесенский. — Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2019. — 278 с.
5. Неразрушающий контроль : справочник : в 8 т. / под общей редакцией В. В. Ключева. — Москва : Машиностроение, 2003–2006.
6. Тетельмин, В. В. Нефтегазовое дело. Полный курс : учебник : в 2 т. Т. 2 / В. В. Тетельмин. — 3-е изд. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 400 с. — ISBN 978-5-9729-2022-8.

требования.

8.3. Электронные ресурсы

1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). — URL: <https://www.gosnadzor.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). — URL: <https://www.rst.gov.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
3. Федеральный информационный фонд стандартов. — URL: <https://www.gostinfo.ru/pages/maintask/fund/> (дата обращения: 24.06.2026).
4. Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике. — URL: <https://ronktd.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
5. Электронная библиотечная система «Лань». — URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 24.06.2026).
6. Образовательная платформа «Юрайт». — URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
7. Электронно-библиотечная система Znanium. — URL: <https://znanium.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий используются учебные аудитории и лаборатория, оснащенные рабочим местом преподавателя, доской, мультимедийным проектором, экраном и средствами безопасного проведения учебного неразрушающего контроля.

Рекомендуемое оснащение:

- учебные образцы основного металла и сварных соединений с искусственными и естественными дефектами;
- наборы для визуально-измерительного и цветного капиллярного контроля;
- магнитопорошковый дефектоскоп или переносное намагничивающее устройство, индикаторные суспензии и контрольные образцы;
- вихретоковый дефектоскоп с накладными или проходными преобразователями;
- ультразвуковой толщиномер и дефектоскоп, комплект прямых и наклонных преобразователей и стандартных образцов;
- тепловизор либо программный имитатор, комплекты учебных термограмм и сигналов акустической эмиссии;
- средства индивидуальной защиты, вентиляция и места хранения химических материалов;

- персональные компьютеры с доступом к нормативной документации и электронной информационно-образовательной среде.

Лабораторные работы не предусматривают использование открытых источников ионизирующего излучения, контроль действующего оборудования под давлением и выполнение работ на опасных производственных объектах. Радиографический контроль изучается по схемам, изображениям и цифровым материалам. Все операции выполняются под руководством преподавателя на учебных образцах и установках.

10. Особенности освоения дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется с учетом индивидуальных возможностей, рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии и индивидуальной программы реабилитации и абилитации. При необходимости предоставляются материалы в доступной электронной форме, увеличивается время выполнения отдельных заданий, допускается использование ассистивных технологий и альтернативных способов представления результатов обучения.

Форма текущего контроля и промежуточной аттестации выбирается таким образом, чтобы обеспечить объективную оценку сформированности компетенций без снижения требований к результатам освоения дисциплины.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины
«Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП»

А.1. Назначение методических указаний

Методические указания предназначены для организации работы обучающихся на лекциях, практических и лабораторных занятиях и при самостоятельной подготовке. Работы выполняются на учебных образцах и цифровых наборах данных и формируют единый комплект документов по неразрушающему контролю выбранного объекта: участка трубопровода, сосуда, резервуара, устьевой арматуры, насосного или компрессорного агрегата, металлоконструкции.

Учебные результаты не могут использоваться как промышленное заключение. Решения в реальной эксплуатации принимаются аттестованным персоналом на основании действующих методик, нормативов, поверенных средств контроля и требований эксплуатирующей организации.

А.2. Рекомендации по работе с лекционным материалом

- для каждого метода фиксировать физическую основу, выявляемые дефекты, глубину и зону контроля, чувствительность, ограничения и требования безопасности;
- различать дефект, несплошность, индикацию, сигнал, ложную индикацию и браковочный признак;
- вести сравнительную таблицу методов по материалам, геометрии, доступности, производительности и документируемости;
- числовые параметры и критерии записывать вместе с обозначением нормативного документа;
- после каждой темы дополнять программу контроля выбранного объекта.

А.3. Общий порядок выполнения практической работы

1. Получить вариант объекта, его назначение, материал, геометрию, условия эксплуатации и предполагаемые механизмы повреждения.
2. Определить зоны, элементы и соединения, подлежащие контролю.
3. Установить предполагаемые дефекты, их ориентацию, глубину и опасность.
4. Выбрать основной и при необходимости дополнительный методы НК.
5. Определить подготовку поверхности, приборы, преобразователи, материалы, режимы и настроечные образцы.
6. Разработать последовательность операций и требования безопасности.
7. Определить формы регистрации, критерии оценки и порядок принятия решения.
8. Оформить технологическую карту, протокол или техническое заключение и защитить работу.

А.4. Общий порядок выполнения лабораторной работы

1. Пройти инструктаж по безопасности и ознакомиться с прибором, образцами и заданием.
2. Проверить комплектность, внешний вид, питание, срок годности расходных материалов и работоспособность средства контроля.

3. Подготовить образец и рабочее место.
4. Выполнить настройку по стандартному или учебному образцу.
5. Провести контроль в установленной последовательности и зарегистрировать исходные сигналы или индикации.
6. Повторить измерения для оценки воспроизводимости.
7. Обработать результаты, определить координаты и размеры выявленных зон и сопоставить с критериями задания.
8. Очистить образцы и рабочее место, отключить прибор, оформить отчет.

А.5. Требования безопасности при учебной работе

Перед лабораторной работой обучающийся проходит инструктаж. Запрещается включать прибор без разрешения преподавателя, использовать поврежденные кабели и преобразователи, направлять ультрафиолетовое излучение на глаза, работать с пенетрантами и очистителями вне оборудованного места, допускать попадание химических составов на кожу и в глаза, проводить контроль на действующем оборудовании или объектах под давлением. Использование источников ионизирующего излучения в учебном практикуме не допускается.

А.6. Методические рекомендации по практическим работам

Практическая работа 1. Матрица применимости методов НК

Для заданного объекта составить перечень возможных дефектов. Для каждого метода оценить материал, геометрию, доступ к поверхности, ориентацию дефекта, глубину выявления, производительность, безопасность и возможность документирования. Выбрать основной и подтверждающий методы.

Практическая работа 2. Карта визуально-измерительного контроля

Разработать схему объекта с зонами осмотра и точками измерений. Указать средства, освещенность, подготовку, контролируемые размеры, критерии оценки, обозначения дефектов и форму фотофиксации.

Практическая работа 3. Технология капиллярного контроля и испытания на герметичность

Выбрать набор материалов, класс чувствительности, способ очистки и продолжительность операций. Для контроля герметичности определить испытательную среду, давление или вакуум, метод обнаружения утечки и критерий приемки.

Практическая работа 4. Схема магнитопорошкового контроля

Определить материал и ориентацию предполагаемых трещин. Выбрать продольное, циркулярное или комбинированное намагничивание, способ нанесения индикатора, проверку достаточности поля, порядок размагничивания и критерии оценки.

Практическая работа 5. Настройка вихретокового контроля

Выбрать тип преобразователя и частоту. Определить настроечный образец, искусственные дефекты, отстройку от зазора и геометрии. Представить амплитудно-фазовую схему и правила классификации сигналов.

Практическая работа 6. Схема УЗК и обработка карты толщин

Для сварного соединения выбрать преобразователь, углы ввода, зоны сканирования и настроечные отражатели. По карте толщин определить минимумы, локальное и общее утонение, скорость коррозии и участки повторного контроля.

Практическая работа 7. Сравнение радиографического, теплового и акустико-эмиссионного контроля

Для заданного объекта сравнить возможности методов, условия доступа, вид выявляемых дефектов, ограничения и безопасность. Обосновать применимость одного метода либо их сочетания.

Практическая работа 8. Комплексная программа НК

Сформировать документ, включающий объект, цель, зоны, механизмы повреждения, методы, приборы, персонал, последовательность, подготовку, безопасность, критерии оценки, формы протоколов, порядок анализа и техническое решение.

А.7. Методические рекомендации по лабораторным работам

Лабораторная работа 1. Визуально-измерительный контроль

Проверить освещенность и средства измерения. Осмотреть образец, определить тип, координаты и размеры дефектов, выполнить эскиз и фотофиксацию. Сопоставить результаты с критериями задания.

Лабораторная работа 2. Цветной капиллярный контроль

Очистить и высушить образец, нанести пенетрант, выдержать установленное время, удалить избыток, нанести проявитель и оценить индикации. Отметить влияние качества очистки и времени выдержки.

Лабораторная работа 3. Контроль герметичности

Подготовить учебное соединение, создать безопасное испытательное давление или вакуум, нанести индикаторную жидкость либо использовать вакуумную камеру, зафиксировать место и интенсивность утечки.

Лабораторная работа 4. Магнитопорошковый контроль

Проверить ферромагнитность образца, выбрать направление намагничивания, нанести суспензию, выполнить контроль в двух направлениях, оценить рисунки и провести размагничивание.

Лабораторная работа 5. Вихретоковый контроль

Настроить прибор по учебному образцу, зарегистрировать сигналы от искусственных дефектов, изменить зазор и положение преобразователя, построить график влияния зазора и классифицировать сигналы.

Лабораторная работа 6. Ультразвуковая толщинометрия

Проверить прибор и контактную поверхность, откалибровать скорость, выполнить сетку измерений, оценить повторяемость, построить карту толщин и определить зону максимального утонения.

Лабораторная работа 7. Ультразвуковая дефектоскопия

Настроить развертку и чувствительность по образцу, выполнить сканирование, зафиксировать координаты и амплитуды отражений, оценить условные размеры и сформировать протокол.

Лабораторная работа 8. Тепловой и акустико-эмиссионный анализ

По учебным термограммам учесть коэффициент излучения, фон и условия съемки, определить аномальные зоны. По набору сигналов АЭ оценить активность, локализовать источник и предложить подтверждающий метод.

А.8. Требования к отчету

1. титульная часть: дисциплина, номер и тема работы, вариант, Ф.И.О. обучающегося, группа;
2. цель, объект, материал, предполагаемые дефекты и исходные данные;
3. использованные нормативные и технические документы;
4. приборы, преобразователи, материалы и сведения о настройке;
5. схема зон и точек контроля;
6. последовательность выполнения и требования безопасности;
7. таблицы измерений, изображения, сигналы, расчеты и графики;
8. анализ влияющих факторов и достоверности;
9. выявленные индикации, их классификация и технический вывод;
10. рекомендации по дополнительному контролю или дальнейшим действиям.

Отчет должен позволять воспроизвести процедуру контроля. Недопустимо приводить заключение без исходных данных, настроек, схемы и критериев оценки либо выдавать учебный результат за промышленное заключение.

А.9. Подготовка к аттестациям и экзамену

К первой аттестации изучаются общие основы, визуально-измерительный, капиллярный, течеискательный и магнитный методы. Ко второй аттестации — вихретоковый, ультразвуковой, радиографический, тепловой и акустико-эмиссионный методы, а также комплексный выбор и документирование контроля.

Ответ рекомендуется строить по схеме: физическая основа; объект и выявляемые дефекты; оборудование и материалы; подготовка; настройка; проведение; обработка и критерии; ограничения; безопасность; отчетность. Практическое задание должно содержать краткое обоснование метода и технический вывод.

А.10. Академическая добросовестность и оформление источников

Заемствованные положения, схемы, изображения, критерии и числовые данные сопровождаются ссылкой на источник. Нормативные требования приводятся с обозначением документа и, при необходимости, пункта. Запрещается представлять чужой отчет или автоматически сформированный текст без проверки применимости методики, достоверности данных и собственного инженерного анализа.

А.11. Рекомендуемая структура комплексного технического заключения

1. Наименование, назначение и идентификационные данные объекта.
2. Материал, конструкция, режимы, срок и условия эксплуатации.
3. Исходные документы и сведения о предыдущем контроле.
4. Предполагаемые механизмы повреждения и критические зоны.
5. Цель, объем и программа неразрушающего контроля.
6. Методы, приборы, преобразователи, материалы и настроечные образцы.
7. Схемы, точки и параметры контроля.
8. Результаты, индикации, карты, изображения и расчеты.
9. Оценка достоверности, ограничений и необходимости подтверждающего контроля.
10. Классификация выявленных дефектов и технического состояния.
11. Рекомендации по ремонту, режиму эксплуатации и сроку повторного контроля.

Составитель:

Доцент кафедры «ТМО»



/А.А. Эльмурзаев/

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ТМО»



/А.А. Эльмурзаев/

Директор ДУМР



/М.А. Магомаева/