

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Миллионщиков Михаил Иванович

Должность: Ректор

Дата подписания: 05.07.2026 09:03:18

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

05 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ 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 оценке фактического технического состояния объектов нефтегазового промысла, выявлению дефектов и неисправностей, прогнозированию изменения работоспособности и обоснованию решений о дальнейшем использовании, техническом обслуживании и ремонте оборудования.

Для достижения указанной цели решаются следующие задачи:

- изучение терминологии, задач, видов и организационных принципов технического диагностирования и мониторинга состояния;
- освоение методов выбора диагностических параметров, признаков и нормативов технического состояния;
- формирование навыков разработки алгоритмов диагностирования и программ контроля промышленного оборудования;
- изучение визуально-измерительного, капиллярного, магнитного, ультразвукового, радиационного, теплового, виброакустического и акустико-эмиссионного методов контроля;
- освоение методов диагностирования насосных и компрессорных установок, сосудов и аппаратов, устьевого оборудования, трубопроводов, резервуаров и металлоконструкций;
- формирование умений обрабатывать результаты измерений, оценивать погрешности и распознавать характерные дефекты;
- изучение методов оценки предельного состояния, остаточного ресурса и периодичности последующего контроля;
- приобретение навыков подготовки диагностического заключения, дефектной ведомости, карты контроля и рекомендаций по дальнейшей эксплуатации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НГП» относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений (индекс Б1.В.02). Дисциплина изучается в 4 семестре. Форма промежуточной аттестации — зачет.

Освоение дисциплины опирается на результаты изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Инженерная графика», «Материаловедение», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Теоретическая механика», «Соппротивление материалов», «Детали машин и основы конструирования», а также на знания об устройстве и условиях работы технологических машин нефтегазового производства.

Полученные знания и умения используются при последующем освоении дисциплин «Надежность нефтепромышленного оборудования», «Методы неразрушающего контроля состояния оборудования НГП», «Монтаж, эксплуатация и ремонт нефтегазового оборудования», «Безопасность эксплуатации промышленного оборудования», при прохождении производственных практик и подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование трех наиболее соответствующих содержанию дисциплины 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 диагностические измерения по установленным методикам, оценивает достоверность результатов и оформляет материалы контроля технического состояния.	Знать: принципы построения методик диагностирования, метрологические требования, способы регистрации и обработки диагностических сигналов. Уметь: выбирать точки и режимы измерений, обрабатывать результаты, оценивать погрешности и выявлять диагностически значимые отклонения. Владеть: навыками составления протоколов измерений, дефектных ведомостей и технических заключений.	Практические работы; расчетно-аналитические задания; аттестации; защита комплексной работы; зачет.
ПК-8. Способен осуществлять техническое обслуживание технологического оборудования, необходимого для реализации производственных процессов; участвовать в наладке и доводке оборудования при запуске новых процессов.	ПК-8.1. Использует результаты контроля состояния для выявления неисправностей, назначения профилактических воздействий и корректировки периодичности технического обслуживания оборудования НГП.	Знать: характерные неисправности промышленного оборудования, их диагностические признаки и развитие во времени. Уметь: устанавливать возможные причины отклонений, выбирать углубленный контроль и обосновывать первоочередные действия по техническому обслуживанию. Владеть: приемами построения диагностических маршрутов и карт контроля состояния.	Ситуационные задачи; практические работы; диагностические карты; аттестации; зачет.
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 фактическое и предельное состояние оборудования, анализирует дефекты и тенденции изменения параметров, обосновывает остаточный ресурс и условия дальнейшей эксплуатации.	Знать: критерии работоспособного, неисправного и предельного состояния; методы неразрушающего контроля и оценки остаточного ресурса. Уметь: сопоставлять данные контроля с нормативами, классифицировать дефекты, определять необходимость ремонта, ограничения режима или вывода из эксплуатации. Владеть: методами подготовки программы технического диагностирования и обоснованного заключения о состоянии объекта.	Практические работы; анализ диагностических данных; комплексный кейс; аттестации; зачет.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа. Распределение трудоемкости по видам учебной работы приведено в таблице 2.

Таблица 2

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего	4 семестр
Контактная работа, всего	64	64
в том числе:		
лекционные занятия	32	32
практические занятия	32	32
лабораторные занятия	—	—
Самостоятельная работа обучающихся	80	80
Контроль, выделенный в учебном плане отдельными часами	—	—
Форма промежуточной аттестации	зачет	зачет
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	Самостоятельная работа	Всего
1	Основы технической диагностики и управление техническим состоянием объектов НГП	4	4	10	18
2	Диагностические параметры, признаки, модели и алгоритмы распознавания состояния	4	4	10	18
3	Организация контроля, измерительные системы и обработка диагностической информации	4	4	10	18
4	Визуально-измерительный, капиллярный и магнитный контроль	4	4	10	18
5	Ультразвуковой и радиационный контроль элементов промышленного оборудования	4	4	10	18
6	Виброакустическая диагностика насосов, компрессоров и приводов	4	4	10	18
7	Тепловой контроль, акустическая эмиссия и методы течеискания	4	4	10	18
8	Комплексное диагностирование объектов НГП, оценка остаточного ресурса и оформление заключений	4	4	10	18
	Итого	32	32	80	144

5.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 4

Содержание разделов	
Наименование разделов	Содержание
Основы технической диагностики и управление техническим состоянием объектов НГП	Понятия технического состояния, работоспособности, исправности, отказа, дефекта и предельного состояния. Цели, задачи и виды диагностирования. Контроль, диагностирование и мониторинг. Место диагностики в системе технического обслуживания и ремонта. Объекты диагностирования нефтегазового промысла. Диагностическое обеспечение жизненного цикла оборудования. Нормативная и эксплуатационная документация.
Диагностические параметры, признаки, модели и алгоритмы распознавания состояния	Структурные и диагностические параметры. Прямые и косвенные признаки. Чувствительность, однозначность, стабильность и информативность параметров. Номинальные, допускаемые и предельные значения. Диагностические модели, причинно-следственные связи, таблицы состояний и логические алгоритмы. Постановка диагноза и прогнозирование изменения состояния.
Организация контроля, измерительные системы и обработка диагностической информации	Периодический и непрерывный контроль. Функциональное и тестовое диагностирование. Выбор точек, режимов и периодичности контроля. Датчики, преобразователи, регистраторы и информационно-измерительные системы. Погрешности, повторяемость и достоверность результатов. Фильтрация, статистическая обработка, тренды, пороговый и сравнительный анализ. Базы диагностических данных.
Визуально-измерительный, капиллярный и магнитный контроль	Подготовка поверхности и условия контроля. Визуальный и измерительный контроль геометрии, износа, коррозии, деформации и сварных соединений. Капиллярные методы выявления поверхностных несплошностей. Магнитопорошковый и магнитографический контроль ферромагнитных деталей. Выбор средств, чувствительность, ограничения, оценка индикаций и оформление результатов.
Ультразвуковой и радиационный контроль элементов промышленного оборудования	Физические основы ультразвукового контроля. Эхо-, теневой и зеркально-теневой методы. Толщинометрия и контроль сварных соединений. Настройка чувствительности, эталоны и схемы прозвучивания. Радиографический контроль, источники и приемники излучения, качество изображения и радиационная безопасность. Применение для сосудов, трубопроводов и металлоконструкций.
Виброакустическая диагностика насосов, компрессоров и приводов	Колебательные процессы и диагностические признаки. Виброперемещение, виброскорость, виброускорение, частотный спектр и огибающая. Выбор точек измерения и режимов. Признаки дисбаланса, расцентровки, ослабления креплений, дефектов подшипников, зубчатых передач, кавитации и помпажа. Нормирование вибрации, трендовый анализ и формирование рекомендаций.
Тепловой контроль, акустическая эмиссия и методы течеискания	Физические основы тепловизионного контроля, влияние коэффициента излучения и внешних факторов. Поиск перегрева, дефектов изоляции и нарушений теплообмена. Метод акустической эмиссии, источники сигналов, локация и оценка активности дефектов. Пузырьковый, манометрический, галогенный, масс-спектрометрический и акустический методы контроля герметичности.
Комплексное диагностирование объектов НГП, оценка остаточного ресурса и оформление заключений	Комплексный выбор методов для устьевой арматуры, насосных и компрессорных установок, сосудов под давлением, резервуаров, промышленных трубопроводов и металлоконструкций. Анализ механизмов повреждения: коррозия, эрозия, усталость, водородное и сероводородное растрескивание. Критерии предельного состояния. Скорость деградации, интервал последующего контроля и остаточный ресурс. Структура технического заключения и рекомендации по эксплуатации.

5.3. Тематический план лекционных занятий

Таблица 5

Лекционные занятия		
№	Тема лекции	Часы
1	Техническое состояние, дефекты, отказы и задачи диагностирования объектов НПП.	2
2	Диагностическое обеспечение жизненного цикла и системы технического обслуживания.	2
3	Диагностические параметры и признаки технического состояния.	2
4	Модели объектов и алгоритмы распознавания неисправностей.	2
5	Организация диагностирования и выбор периодичности контроля.	2
6	Измерительные каналы, погрешности и обработка диагностических данных.	2
7	Визуально-измерительный и капиллярный контроль.	2
8	Магнитные методы неразрушающего контроля.	2
9	Ультразвуковая толщинометрия и дефектоскопия.	2
10	Радиационные методы контроля деталей и сварных соединений.	2
11	Основы виброакустической диагностики вращающегося оборудования.	2
12	Диагностические признаки неисправностей насосов, компрессоров и приводов.	2
13	Тепловой контроль и тепловизионное диагностирование.	2
14	Акустическая эмиссия и контроль герметичности.	2
15	Комплексное диагностирование промышленного оборудования и трубопроводов.	2
16	Оценка остаточного ресурса и оформление технического заключения.	2
	Итого	32

5.4. Тематический план практических занятий

Таблица 6

Практические занятия			
№	Тема практического занятия	Часы	Форма отчетности
1	Классификация технических состояний и построение дерева дефектов объекта НПП.	2	Дерево дефектов и вывод.
2	Разработка структуры системы диагностирования выбранной единицы оборудования.	2	Структурная схема.
3	Выбор диагностических параметров и установление нормативных уровней.	2	Таблица параметров.
4	Построение алгоритма распознавания неисправностей по совокупности признаков.	2	Диагностический алгоритм.
5	Разработка программы и маршрутной карты диагностирования.	2	Программа контроля.
6	Обработка ряда измерений, оценка погрешности и построение тренда.	2	Расчет и график.
7	Оценка результатов визуально-измерительного контроля сварного соединения.	2	Карта ВИК.
8	Интерпретация индикаций капиллярного и магнитопорошкового контроля.	2	Протокол контроля.
9	Определение толщины стенки и скорости коррозии по данным ультразвуковой толщинометрии.	2	Расчетная ведомость.

№	Тема практического занятия	Часы	Форма отчетности
10	Выбор схемы ультразвукового или радиографического контроля сварного соединения.	2	Схема и обоснование.
11	Анализ общего уровня вибрации и оценка технического состояния агрегата.	2	Диагностическая карта.
12	Распознавание дефектов по спектру вибрации и тренду параметров.	2	Спектральный анализ.
13	Обработка термограммы и выявление аномальных тепловых зон.	2	Карта тепловых дефектов.
14	Выбор метода течеискания и оценка результатов контроля герметичности.	2	План испытания.
15	Комплексная оценка состояния участка промышленного трубопровода или сосуда.	2	Комплексное заключение.
16	Оценка остаточного ресурса и разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации.	2	Техническое заключение.
	Итого	32	

5.5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 7

Самостоятельная работа

№	Вид самостоятельной работы	Часы
1	Изучение терминологии, нормативной документации и построение классификации технических состояний.	10
2	Подготовка диагностической модели выбранного объекта и таблицы «дефект — причина — признак».	10
3	Обработка диагностических данных, построение трендов и оценка достоверности измерений.	10
4	Изучение технологии ВИК, капиллярного и магнитного контроля; подготовка протоколов.	10
5	Изучение схем ультразвукового и радиографического контроля; решение расчетных задач.	10
6	Анализ типовых виброспектров насосов, компрессоров, подшипников и передач.	10
7	Изучение теплового контроля, акустической эмиссии и методов течеискания.	10
8	Подготовка комплексного диагностического заключения и подготовка к зачету.	10
	Итого	80

6. Образовательные технологии

Освоение дисциплины строится на сочетании проблемных лекций, работы с нормативно-технической документацией, анализа реальных и учебных диагностических данных, решения инженерных задач и подготовки технических заключений. Практические работы объединяются в последовательный комплексный кейс по диагностированию выбранного объекта нефтегазового промысла.

Основные применяемые образовательные технологии:

- проблемное изложение с анализом механизмов повреждения и развития отказов;
- кейс-метод при выборе диагностических методов и принятии решения о дальнейшей эксплуатации;
- обработка таблиц измерений, временных реализаций, спектров, термограмм и карт толщин;

- работа с паспортами, руководствами по эксплуатации, стандартами и методиками неразрушающего контроля;
- проектная работа по созданию программы диагностирования и комплекта отчетной документации;
- защита практических работ и комплексного диагностического заключения.

При применении электронного обучения материалы лекций, задания, исходные данные, 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 терминологии и физическим основам методов контроля;
- проверку и защиту практических работ;
- решение расчетных и ситуационных задач по обработке диагностических данных;
- первую аттестацию по разделам 1–4;
- вторую аттестацию по разделам 5–8;
- защиту комплексной работы по оценке технического состояния выбранного объекта.

7.2. Соответствие оценочных средств компетенциям

Таблица 8

Оценочные средства и контролируемые компетенции

Оценочное средство	Компетенции	Контролируемый результат
Устный опрос и тестирование	ПК-3; ПК-8; ПК-10	Знание терминологии, диагностических параметров, дефектов и областей применения методов контроля.
Практические работы 1–6	ПК-3; ПК-8	Построение диагностических моделей и программ контроля, обработка измерений и оценка достоверности.
Практические работы 7–14	ПК-3; ПК-10	Выбор и применение методов неразрушающего контроля, интерпретация результатов.
Практические работы 15–16	ПК-8; ПК-10	Комплексная оценка состояния, остаточного ресурса и разработка рекомендаций.
Первая и вторая аттестации	ПК-3; ПК-8; ПК-10	Проверка системности знаний и способности решать типовые диагностические задачи.
Зачет	ПК-3; ПК-8; ПК-10	Подтверждение достижения порогового уровня всех планируемых результатов обучения.

7.3. Критерии оценивания практических работ

Таблица 9

Критерии оценивания практических работ

Критерий	Показатель
Полнота выполнения	Представлены исходные данные, последовательность решения, результаты, их интерпретация и вывод.
Корректность метода	Метод и средства диагностирования выбраны с учетом материала, конструкции, вида дефекта и условий эксплуатации.

Критерий	Показатель
Достоверность обработки	Правильно выполнены расчеты, учтены погрешности, нормативы и сопоставимость результатов.
Инженерная обоснованность	Диагноз, причины дефекта, необходимость углубленного контроля и рекомендации логически связаны с данными.
Оформление и защита	Протоколы, графики и схемы читаемы; обучающийся объясняет ход решения и отвечает на вопросы.

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Таблица 10

Показатели и критерии оценивания компетенций

Код компетенции	Показатели оценивания	Критерии сформированности
ПК-3	Выбор методики и средств измерения; соблюдение последовательности контроля; обработка сигналов и измерений; оценка погрешности; оформление результатов.	Компетенция сформирована, если обучающийся корректно выполняет измерительные и расчетные операции, получает воспроизводимые результаты, выявляет значимые отклонения и оформляет протокол либо техническое описание без существенных методических ошибок.
ПК-8	Установление связи между дефектом и эксплуатационными проявлениями; выбор контролируемых параметров; формирование маршрута диагностики; назначение действий по техническому обслуживанию.	Компетенция сформирована, если обучающийся распознает основные неисправности, определяет их возможные причины и развитие, выбирает обоснованный дополнительный контроль и формулирует практически применимые меры технического обслуживания.
ПК-10	Классификация технического состояния; сопоставление результатов с допускаемыми и предельными значениями; анализ тенденции; оценка остаточного ресурса; решение о дальнейшей эксплуатации.	Компетенция сформирована, если обучающийся комплексно интерпретирует результаты контроля, выявляет критические дефекты, обосновывает интервал последующего контроля, ремонт, ограничение режима либо вывод объекта из эксплуатации и оформляет техническое заключение.

7.5. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Таблица 11

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Уровень	Диапазон	Обобщенные критерии	Результат
Высокий	85–100 %	Задания выполнены полно и самостоятельно; методы выбраны корректно; результаты обработаны и интерпретированы; заключение обосновано и практически применимо.	Зачтено
Базовый	70–84 %	Основные задания выполнены правильно; имеются отдельные неточности, не меняющие итогового диагноза; обучающийся объясняет и исправляет замечания.	Зачтено
Пороговый	55–69 %	Продemonстрировано знание основных методов и способность решить типовую задачу по образцу; имеются ошибки в детализации обработки или обосновании рекомендаций.	Зачтено
Компетенция не сформирована	менее 55 %	Не выбраны применимые методы, результаты интерпретированы неверно, ключевые дефекты не выявлены либо принято необоснованное решение о состоянии объекта.	Не зачтено

7.6. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Таблица 12

Критерии выставления зачета

Оценка	Критерии
«Зачтено»	Обучающийся выполнил и защитил предусмотренные практические работы, прошел обе аттестации и при ответе на зачете демонстрирует не ниже порогового уровня знание методов диагностирования, способность интерпретировать данные и обосновывать техническое состояние объекта.
«Не зачтено»	Не выполнена существенная часть практических работ либо обучающийся не владеет основными понятиями и методами, не способен корректно обработать результаты и сделать обоснованный вывод о техническом состоянии объекта.

7.7. Вопросы к первой аттестации

1. Понятия исправного, неисправного, работоспособного и предельного состояния технического объекта.
2. Цели и основные задачи технического диагностирования объектов НГП.
3. Различия между контролем технического состояния, диагностированием и мониторингом.
4. Место диагностирования в системе технического обслуживания и ремонта.
5. Структурный и диагностический параметры: определения и примеры.
6. Требования к диагностическим параметрам: чувствительность, однозначность, стабильность и информативность.
7. Номинальные, допускаемые и предельные значения параметров состояния.
8. Прямые и косвенные диагностические признаки.
9. Диагностические модели и таблицы состояний.
10. Логический алгоритм поиска неисправности.
11. Функциональное и тестовое диагностирование.
12. Периодический и непрерывный контроль технического состояния.
13. Принципы выбора точек, режимов и периодичности измерений.
14. Структура информационно-измерительного канала системы диагностирования.
15. Погрешность, повторяемость, воспроизводимость и достоверность результатов.
16. Трендовый, пороговый и сравнительный анализ диагностических параметров.
17. Назначение и порядок визуально-измерительного контроля.
18. Капиллярные методы контроля: физическая основа и область применения.
19. Магнитопорошковый контроль: принцип, чувствительность и ограничения.
20. Порядок оценки индикаций и оформления результатов неразрушающего контроля.

7.8. Образцы билетов к первой аттестации

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НГП» ПЕРВАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 1 1. Цели и основные задачи технического диагностирования объектов НГП. 2. Требования к диагностическим параметрам: чувствительность, однозначность, стабильность и информативность. 3. Аналитическое задание: для насосного агрегата составить таблицу «неисправность — диагностический признак — контролируемый параметр — способ контроля».
--

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НГП» ПЕРВАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 2 1. Различия между контролем технического состояния, диагностированием и мониторингом. 2. Периодический и непрерывный контроль технического состояния. 3. Аналитическое задание: по заданной схеме оборудования определить границы объекта диагностирования и предложить периодический маршрут контроля.

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НГП» ПЕРВАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 3 1. Прямые и косвенные диагностические признаки. 2. Погрешность, повторяемость, воспроизводимость и достоверность результатов. 3. Аналитическое задание: обработать серию повторных измерений, определить среднее значение и оценить наличие значимого отклонения.

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НГП» ПЕРВАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 4 1. Логический алгоритм поиска неисправности. 2. Назначение и порядок визуально-измерительного контроля. 3. Аналитическое задание: по описанию дефектов сварного соединения разработать последовательность визуально-измерительного контроля.
--

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НГП» ПЕРВАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 5 1. Капиллярные методы контроля: физическая основа и область применения. 2. Магнитопорошковый контроль: принцип, чувствительность и ограничения. 3. Аналитическое задание: выбрать капиллярный или магнитопорошковый метод для заданной детали и обосновать выбор.

7.9. Вопросы ко второй аттестации

1. Физические основы ультразвукового контроля материалов и сварных соединений.
2. Эхо-, теневой и зеркально-теневой методы ультразвукового контроля.
3. Ультразвуковая толщинометрия: порядок измерений и источники погрешности.

4. Настройка чувствительности и применение стандартных образцов при ультразвуковом контроле.
5. Радиационные методы контроля: принцип, достоинства и ограничения.
6. Требования радиационной безопасности при проведении контроля.
7. Основные параметры вибрации и единицы их измерения.
8. Выбор точек и направлений измерения вибрации вращающегося оборудования.
9. Вибрационные признаки дисбаланса и расцентровки валов.
10. Признаки ослабления креплений и дефектов подшипников качения.
11. Диагностика зубчатых передач по спектру вибрации.
12. Виброакустические признаки кавитации насоса и помпажа компрессора.
13. Тепловой контроль: физические основы и факторы, влияющие на результат.
14. Применение тепловизионной диагностики на объектах НПП.
15. Метод акустической эмиссии: источники сигналов и область применения.
16. Основные методы контроля герметичности и критерии их выбора.
17. Комплексное диагностирование сосудов, резервуаров и промысловых трубопроводов.
18. Механизмы коррозионного, эрозийного и усталостного повреждения оборудования.
19. Критерии предельного состояния и подходы к оценке остаточного ресурса.
20. Структура диагностического заключения и рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

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 «Диагностика технического состояния объектов НПП» ВТОРАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 1 1. Физические основы ультразвукового контроля материалов и сварных соединений. 2. Ультразвуковая толщинометрия: порядок измерений и источники погрешности. 3. Аналитическое задание: по карте толщин определить минимальную толщину, скорость коррозии и необходимость сокращения интервала контроля.
--

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НПП» ВТОРАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 2 1. Радиационные методы контроля: принцип, достоинства и ограничения. 2. Основные параметры вибрации и единицы их измерения. 3. Аналитическое задание: для заданного сварного соединения сравнить применимость ультразвукового и радиографического контроля.
--

ФГБОУ ВО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НПП» ВТОРАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 3 1. Вибрационные признаки дисбаланса и расцентровки валов. 2. Признаки ослабления креплений и дефектов подшипников качения. 3. Аналитическое задание: по условному спектру вибрации определить наиболее вероятную неисправность агрегата и предложить проверочные действия.

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

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НГП»

ВТОРАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 4

1. Тепловой контроль: физические основы и факторы, влияющие на результат.
2. Метод акустической эмиссии: источники сигналов и область применения.
3. Аналитическое задание: по термограмме выбрать аномальные зоны и определить возможные причины перегрева.

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

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НГП»

ВТОРАЯ АТТЕСТАЦИЯ № 5

1. Комплексное диагностирование сосудов, резервуаров и промышленных трубопроводов.
2. Критерии предельного состояния и подходы к оценке остаточного ресурса.
3. Аналитическое задание: по совокупности данных контроля сформулировать решение о дальнейшей эксплуатации объекта и интервале повторного обследования.

7.11. Перечень вопросов к зачету

1. Понятия исправного, неисправного, работоспособного и предельного состояния технического объекта.
2. Цели и основные задачи технического диагностирования объектов НГП.
3. Различия между контролем технического состояния, диагностированием и мониторингом.
4. Место диагностирования в системе технического обслуживания и ремонта.
5. Структурный и диагностический параметры: определения и примеры.
6. Требования к диагностическим параметрам: чувствительность, однозначность, стабильность и информативность.
7. Номинальные, допускаемые и предельные значения параметров состояния.
8. Прямые и косвенные диагностические признаки.
9. Диагностические модели и таблицы состояний.
10. Логический алгоритм поиска неисправности.
11. Функциональное и тестовое диагностирование.
12. Периодический и непрерывный контроль технического состояния.
13. Принципы выбора точек, режимов и периодичности измерений.
14. Структура информационно-измерительного канала системы диагностирования.
15. Погрешность, повторяемость, воспроизводимость и достоверность результатов.
16. Трендовый, пороговый и сравнительный анализ диагностических параметров.
17. Назначение и порядок визуально-измерительного контроля.
18. Капиллярные методы контроля: физическая основа и область применения.
19. Магнитопорошковый контроль: принцип, чувствительность и ограничения.
20. Порядок оценки индикаций и оформления результатов неразрушающего контроля.
21. Физические основы ультразвукового контроля материалов и сварных соединений.
22. Эхо-, теневой и зеркально-теневой методы ультразвукового контроля.
23. Ультразвуковая толщинометрия: порядок измерений и источники погрешности.

24. Настройка чувствительности и применение стандартных образцов при ультразвуковом контроле.
25. Радиационные методы контроля: принцип, достоинства и ограничения.
26. Требования радиационной безопасности при проведении контроля.
27. Основные параметры вибрации и единицы их измерения.
28. Выбор точек и направлений измерения вибрации вращающегося оборудования.
29. Вибрационные признаки дисбаланса и расцентровки валов.
30. Признаки ослабления креплений и дефектов подшипников качения.
31. Диагностика зубчатых передач по спектру вибрации.
32. Виброакустические признаки кавитации насоса и помпажа компрессора.
33. Тепловой контроль: физические основы и факторы, влияющие на результат.
34. Применение тепловизионной диагностики на объектах НПП.
35. Метод акустической эмиссии: источники сигналов и область применения.
36. Основные методы контроля герметичности и критерии их выбора.
37. Комплексное диагностирование сосудов, резервуаров и промышленных трубопроводов.
38. Механизмы коррозионного, эрозийного и усталостного повреждения оборудования.
39. Критерии предельного состояния и подходы к оценке остаточного ресурса.
40. Структура диагностического заключения и рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

7.12. Пример зачетного билета

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Дисциплина «Диагностика технического состояния объектов НПП» ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1 1. Выбор диагностических параметров и критериев технического состояния объекта НПП. 2. Комплексное применение ультразвукового и вибрационного контроля. 3. Аналитическое задание: по предоставленным данным измерений установить техническое состояние агрегата, указать необходимые дополнительные проверки и сформулировать рекомендации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Чиченев, Н. А. Техническая диагностика технологических машин и оборудования : учебник / Н. А. Чиченев. — Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-907560-54-3.
2. Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования : учебное пособие для вузов / В. В. Носов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-6794-5.
3. Шагарова, А. А. Основы технической диагностики объектов химического и нефтегазового комплекса : учебное пособие / А. А. Шагарова, П. С. Васильев ; Волгоградский государственный технический университет. — Волгоград : ВолгГТУ, 2020. — 64 с. — ISBN 978-5-9948-3890-7.
4. Малкин, В. С. Техническая диагностика : учебное пособие / В. С. Малкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-1457-4.

8.2. Дополнительная литература

1. Носов, В. В. Метод акустической эмиссии : учебное пособие / В. В. Носов, А. Р. Ямилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2374-3.

2. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2022. — 289 с. — ISBN 978-5-534-09368-1.
3. Сапожников, В. В. Основы теории надежности и технической диагностики : учебник / В. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 588 с.
4. Неразрушающий контроль : справочник : в 7 т. / под общей редакцией В. В. Клюева. — Москва : Машиностроение, 2003–2008.

8.3. Электронные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань». — URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 24.06.2026).
2. Образовательная платформа «Юрайт». — URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
3. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
4. Федеральный информационный фонд стандартов. — URL: <https://www.gostinfo.ru/pages/maintask/fund/> (дата обращения: 24.06.2026).
5. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. — URL: <https://www.gosnadzor.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. — URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и практических занятий используется учебная аудитория, оснащенная рабочим местом преподавателя, доской, мультимедийным проектором и экраном. Практические занятия проводятся в аудитории или компьютерном классе, обеспечивающем работу с диагностическими данными и электронными образовательными ресурсами.

Рекомендуемое оснащение:

- учебные образцы сварных соединений и деталей с типовыми поверхностными и внутренними дефектами;
- комплекты средств визуально-измерительного, капиллярного и магнитопорошкового контроля;
- ультразвуковой толщиномер или дефектоскоп, виброметр, тепловизор либо их учебные программные имитаторы;
- макеты насосного, компрессорного, трубопроводного и емкостного оборудования;
- комплекты паспортов, схем, протоколов контроля, дефектных ведомостей и диагностических заключений;
- персональные компьютеры с доступом к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде.

Работа с реальными источниками ионизирующего излучения, промышленными установками под давлением и иными опасными объектами в рамках учебных занятий не предусматривается. Отработка выполняется на учебных образцах, макетах, цифровых данных и программных имитаторах.

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
«Диагностика технического состояния объектов НГП»

А.1. Назначение методических указаний

Методические указания предназначены для организации работы обучающихся на лекциях, практических занятиях и при самостоятельной подготовке. Практические работы формируют единый комплект материалов по диагностированию выбранного объекта: насосного или компрессорного агрегата, сосуда под давлением, резервуара, устьевой арматуры, участка промыслового трубопровода или металлоконструкции.

Все решения должны опираться на паспорт и руководство по эксплуатации объекта, действующие стандарты, методики контроля и предоставленные исходные данные. Учебное заключение не заменяет промышленную экспертизу и не может использоваться для принятия реального решения о допуске оборудования к эксплуатации.

А.2. Рекомендации по работе с лекционным материалом

- вести словарь терминов и разграничивать понятия «контроль», «диагностирование», «мониторинг» и «прогнозирование»;
- для каждого метода фиксировать физическую основу, выявляемые дефекты, область применения, ограничения и требования к подготовке;
- при изучении неисправностей составлять цепочку «механизм повреждения — дефект — диагностический признак — метод обнаружения — решение»;
- числовые критерии и нормативы записывать вместе с источником и областью применимости;
- после каждой темы дополнять собственную диагностическую модель выбранного объекта.

А.3. Общий порядок выполнения практической работы

1. Получить вариант объекта, схему, режимы работы, материал, срок эксплуатации и результаты предыдущих обследований.
2. Определить границы объекта, основные узлы, возможные механизмы повреждения и критические зоны.
3. Подобрать нормативные документы, методики и критерии оценки.
4. Выбрать диагностические параметры, точки, режимы и средства измерения.
5. Обработать предоставленные данные, выполнить необходимые расчеты и графическое представление.
6. Сопоставить результаты с нормативами, классифицировать техническое состояние и выявить неопределенности.
7. Разработать рекомендации: дополнительный контроль, ремонт, ограничение режима, интервал повторного обследования или вывод из эксплуатации.
8. Оформить отчет и защитить принятое решение.

А.4. Требования безопасности при учебной работе

Практические работы выполняются на учебных образцах, макетах и наборах данных. Обучающимся запрещается самостоятельно включать промышленное оборудование, вскрывать

защитные кожухи, подключать измерительные приборы к действующим электроустановкам, проводить контроль на оборудовании под давлением или применять источники ионизирующего излучения. При работе с учебными приборами необходимо выполнять инструкции преподавателя и руководства по эксплуатации.

А.5. Содержание практических работ

Практическая работа 1. Дерево дефектов объекта НГП

Выбрать объект, выделить функциональные узлы и возможные отказы. Для каждого отказа определить дефекты, причины, последствия и наблюдаемые признаки. Представить дерево дефектов и определить критические ветви.

Практическая работа 2. Структура системы диагностирования

Определить объект, средства контроля, каналы передачи и обработки информации, лицо, принимающее решение, и виды выходных документов. Разработать структурную схему и пояснить связи.

Практическая работа 3. Выбор диагностических параметров

Для заданных дефектов выбрать структурные и диагностические параметры. Оценить их чувствительность, однозначность, доступность измерения и стабильность. Установить номинальные, допускаемые и предельные уровни.

Практическая работа 4. Алгоритм распознавания неисправностей

На основе таблицы признаков построить логическую последовательность проверок. Указать начальные условия, порядок измерений, развилки, критерии завершения и диагноз.

Практическая работа 5. Программа и маршрутная карта контроля

Определить периодичность, подготовку объекта, точки измерения, приборы, режимы, критерии приемки и отчетные формы. Оформить программу диагностирования и маршрутную карту.

Практическая работа 6. Обработка измерений и тренд

По серии измерений определить среднее значение, разброс и относительное изменение. Построить тренд, выявить выбросы и оценить срок достижения предупредительного уровня при сохранении тенденции.

Практическая работа 7. Визуально-измерительный контроль

По изображениям и размерам выявить коррозию, деформации, поверхностные дефекты и отклонения геометрии. Оформить карту ВИК с расположением, размерами и оценкой дефектов.

Практическая работа 8. Капиллярный и магнитопорошковый контроль

Определить применимость методов к материалу и предполагаемому дефекту. Проанализировать условные индикации, отделить ложные следы и оформить протокол контроля.

Практическая работа 9. Ультразвуковая толщинометрия

Обработать карту толщин, определить минимальные и средние значения, зоны локального утонения и скорость коррозии. Сравнить с браковочным значением и назначить последующий контроль.

Практическая работа 10. Контроль сварного соединения

Выбрать ультразвуковой или радиографический метод, схему контроля, зону сканирования и критерии оценки. Обосновать выбор с учетом толщины, геометрии и предполагаемых дефектов.

Практическая работа 11. Общая оценка вибрации агрегата

По значениям виброскорости и режимам работы оценить техническое состояние опор. Выявить опасные направления и точки, сопоставить результаты с трендом.

Практическая работа 12. Спектральная диагностика

По спектрам определить частоты вращения и характерные составляющие. Выдвинуть гипотезы о дисбалансе, расцентровке, ослаблении, дефекте подшипника или зубчатой передачи и предложить проверку.

Практическая работа 13. Анализ термограммы

Определить зоны аномальной температуры, учесть коэффициент излучения и условия съемки. Установить вероятные причины и сформировать рекомендации по дополнительному контролю.

Практическая работа 14. Контроль герметичности

По типу объекта, рабочей среде, требуемой чувствительности и условиям выбрать метод течеискания. Разработать последовательность испытания и критерии приемки.

Практическая работа 15. Комплексная оценка состояния

Объединить результаты ВИК, толщинометрии, контроля сварных соединений, вибрации или теплового обследования. Установить взаимосвязь дефектов, определить критические зоны и недостающие данные.

Практическая работа 16. Остаточный ресурс и техническое заключение

По исходным данным о текущем состоянии и скорости деградации оценить срок достижения предельного значения. С учетом неопределенности назначить интервал контроля и оформить заключение о дальнейшей эксплуатации.

А.6. Требования к отчету по практической работе

1. титульная часть: дисциплина, номер и тема работы, вариант, Ф.И.О. обучающегося, группа;
2. цель, характеристика объекта и исходные данные;
3. использованные нормативные, учебные и технические источники;
4. схема объекта и расположение точек контроля;
5. ход выполнения, таблицы измерений, расчеты, графики и изображения;
6. анализ неопределенности и ограничений примененного метода;
7. диагноз, классификация технического состояния и рекомендации;
8. ответы на контрольные вопросы.

Отчет должен позволять воспроизвести ход анализа. Недопустимо формулировать диагноз без связи с результатами измерений, приводить числовые критерии без источника либо заменять инженерное обоснование общими фразами.

А.7. Рекомендации по самостоятельной работе

- начинать анализ с изучения конструкции, режима работы и механизмов повреждения объекта;
- вести накопительную таблицу диагностических параметров и нормативов;

- для каждого метода составлять карту применимости и ограничений;
- графически представлять изменения параметров во времени и отмечать даты ремонтов или изменений режима;
- согласовывать между собой диагноз, рекомендации и периодичность последующего контроля;
- использовать действующие редакции нормативных документов и фиксировать дату обращения к электронным ресурсам.

A.8. Подготовка к аттестациям и зачету

К первой аттестации необходимо освоить терминологию, выбор параметров, организацию диагностирования и поверхностные методы контроля. Ко второй аттестации — ультразвуковой, радиационный, виброакустический, тепловой и акустико-эмиссионный методы, контроль герметичности, комплексную оценку и остаточный ресурс.

Ответ рекомендуется строить по схеме: физическая или методическая основа; выявляемые дефекты; оборудование и подготовка; порядок проведения; обработка результатов; ограничения; документирование. Для практического задания следует кратко сформулировать исходные данные, выбранный метод, расчеты, диагноз и рекомендации.

A.9. Академическая добросовестность и оформление источников

Заемствованные положения, схемы, изображения и числовые данные сопровождаются ссылкой на источник. При использовании стандарта указываются его обозначение и наименование, при необходимости — пункт. Запрещается представлять чужой отчет или автоматически сформированный текст без проверки достоверности, применимости нормативов и собственного инженерного анализа.

A.10. Рекомендуемая структура комплексного диагностического заключения

1. Наименование, назначение и идентификационные данные объекта.
2. Условия, режимы и срок эксплуатации.
3. Перечень исходных документов и предыдущих обследований.
4. Цели, объем и методы диагностирования.
5. Схема объекта и точки контроля.
6. Средства измерения и сведения об их метрологическом обеспечении.
7. Результаты контроля и выявленные дефекты.
8. Анализ механизмов повреждения и тенденций изменения параметров.
9. Классификация технического состояния и оценка остаточного ресурса.
10. Рекомендации, ограничения и срок следующего контроля.

Составитель:

Доцент кафедры «ТМО»



/ З.С. Израилова /

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ТМО»



/ А.А. Эльмурзаев /

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./