

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 03 » 05 . 2023 г.

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.О.31 Надежность технологического оборудования

(наименование дисциплины (модуля))

15.03.02 Технологические машины и оборудование

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

Оборудование нефтегазопереработки

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

бакалавр

квалификация

заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2023 г.

Составитель ФОС:

доцент каф. МАХП

(должность)

  
(подпись)

И.Н. Мадышев

(Ф.И.О.)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры МАХП,  
протокол от 19.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н. Мадышев

(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Мадышев И.Н. доц. МАХП НХТИ

Ф.И.О., должность, организация, подпись



***Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины***

Компетенция:

**УК-2** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений:

1.1. Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность;

1.2. Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, анализировать и выбирать альтернативные способы решения; оценивать ресурсы и ограничения и соблюдать правовые нормы при достижении профессиональных результатов;

1.3. Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией.

**ОПК-5** Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил;

1.1 Знает основную нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью

1.2 Умеет пользоваться стандартами, нормами и правилами, применяемыми отрасли, при расчете и проектировании технологического оборудования

1.3 Владеет навыками расчета и проектирования технологического оборудования с использованием нормативно-технической документации, связанной с профессиональной деятельностью

**ОПК-11** Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;

1.1 Знает основные принципы нормирования требований к деталям, сборочным единицам, механизмам, машинам, возможные неисправности различных элементов технологического оборудования

1.2 Умеет применять теоретические знания для определения оптимальных параметров производственных процессов, технологического контрольно-измерительного оборудования, обеспечивающих заданный уровень качества; проводить анализ причин возможных неисправностей, разрабатывать мероприятия по их предупреждению

1.3 Владеет основными методами контроля качества и методиками оценки технологичности машин и оборудования; методами разработки мероприятий по предупреждению нарушения работоспособности оборудования

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)</b>		<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические Занятия</b>	
<i>УК-2.1</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>УК-2.2</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>УК-2.3</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ОПК-5.1</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ОПК-5.2</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ОПК-5.3</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ОПК-11.1</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ОПК-11.2</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>
<i>ОПК-11.3</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад</i>

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

<b><i>Оценочные средства</i></b>	<b><i>Кол-во</i></b>	<b><i>Min, баллов (базовый уровень)</i></b>	<b><i>Max, баллов (повышенный уровень)</i></b>
<b><i>Практические занятия</i></b>	<b><i>5</i></b>	<b><i>12</i></b>	<b><i>24</i></b>
<b><i>Контрольная работа</i></b>	<b><i>4</i></b>	<b><i>15</i></b>	<b><i>18</i></b>
<b><i>Реферат</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>9</i></b>	<b><i>18</i></b>
<b><i>Экзамен</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>24</i></b>	<b><i>40</i></b>
<b><i>Итого:</i></b>		<b><i>60</i></b>	<b><i>100</i></b>

**Шкала оценивания**

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			Зачет с оценкой
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

### Краткая характеристика оценочных средств

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Практическое занятие	В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работать с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия
2.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
3.	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов
5.	Разно- уровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных	Комплект разно-уровневых задач и заданий

		<p>выводов, установлением причинно-следственных связей;</p> <p>в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.</p>	
--	--	--	--



Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки/специальность:

15.03.02 Технологические машины и оборудование  
(код и наименование)

Программа подготовки: Оборудование нефтегазопереработки  
(наименование)

**Перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине  
Б1.О.31 Надежность технологического оборудования**

1. Назовите основные области применения ультразвукового контроля.
2. Назовите основные требования, предъявляемые при проведении ультразвукового контроля.
3. Опишите требования к качеству подготовки поверхности для ультразвуковой толщинометрии.
4. В чем заключается сущность эхо-импульсного метода ультразвуковой толщинометрии?
5. В чем заключается сущность резонансного метода ультразвуковой толщинометрии?
6. Назовите основные достоинства и недостатки эхо-импульсных толщиномеров.
7. Назовите основные достоинства и недостатки резонансных толщиномеров.
8. Назовите основные причины определяющие погрешности ультразвуковых толщиномеров.
9. Каково назначение пьезоэлемента в преобразователе?
10. Назовите отличительные особенности совмещенных и раздельно-совмещенных преобразователей.
11. Что такое ультразвуковая дефектоскопия?
12. Что лежит в основе ультразвукового метода диагностирования?
13. Назовите типы датчиков, которые используются в ультразвуковой дефектоскопии?
14. Дайте краткую характеристику дефектоскопа УД2-102?
15. Какие еще типы ультразвуковых дефектоскопов применяются в химической и нефтехимической промышленности?
16. Перечислите плюсы и минусы данного метода диагностирования?
17. Дайте краткую характеристику методов ультразвукового контроля, которые реализуются дефектоскопом УД2-102?
18. Какой метод обнаруживает более мелкие трещины – ВИК или КМК?
19. Какой метод позволит обнаружить крупную поверхностную пору ВИК

или КМК?

20. Перечислите основные методы капиллярной дефектоскопии.

21. Можно ли упростить технологию КМК и обойтись без операции удаления излишков пенетранта?

22. Зачем в ряде случаев при проведении КМК применяется ультрафиолетовая лампа?

23. Что такое «контрольный образец»?

**Критерии оценки:** оценка работы обучающихся производится путем оценки ответов на заданные вопросы. Максимальный балл за один ответ – 10 баллов, общее количество максимально набранных баллов – 40.

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ. Отсутствие ошибочных высказываний, аргументированность.	10
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	8
Дает неполный ответ (в общих чертах). Нет выводов по выполненной работе.	6
Нет ответа.	0

Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки/специальность:

15.03.02 Технологические машины и оборудование  
(код и наименование)

Программа подготовки: Оборудование нефтегазопереработки  
(наименование)

### Темы докладов

по дисциплине Б1.О.31 Надежность технологического оборудования  
(наименование дисциплины)

### Раздел 1. Основные понятия теории надежности. Показатели теории надёжности.

- неразрушающие методы контроля;
- системы функционального диагноза;
- системы тестового диагноза;
- параметрические методы диагностики;
- средства диагностики для оценки состояния трубопроводов;
- средства диагностики осевых компрессоров;
- средства диагностики газотурбинных установок;
- основные характеристики сигналов быстропротекающих процессов;
- датчики вибрационных сигналов;
- датчики температуры;
- датчики давления;
- оборудование для определения дефектов материалов;
- методы определения спектрального состава сигнала;
- параметры и единицы измерения вибрации;
- возможные состояния объектов диагностики;
- глубина поиска неисправности;
- классификация объектов диагноза;
- диагностическая модель;
- эффективное значение виброскорости;
- виброускорение;
- требования к измерению абсолютной вибрации;

- основные неисправности насосных агрегатов;
- основные неисправности электроприводов;
- неисправности подшипников качения;
- неисправности подшипников скольжения

**Критерии оценки:** Выступление студента с докладом предполагает значительную самостоятельную работу студента. Доклад должен выполнять ряд требований: его содержание соответствовать заявленной теме; цели соответствовать задачам; логичность и последовательность изложения материала; способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой; объем исследованной литературы и других источников информации; способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса; обоснованность выводов; правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.). В балльно-рейтинговой системе выступление с докладом относится к дополнительным видам работ. Шкала дифференцирована по ряду критериев. Общий результат складывается как сумма баллов по представленным критериям. Максимальный балл за выступление с докладом – 10 баллов.

<b>Критерий оценки</b>	<b>Балл</b>
Актуальность темы	1
Полное раскрытие проблемы	2
Наличие собственной точки зрения	1
Наличие презентации	2
Наличие ответов на вопросы аудитории	1
Логичность и последовательность изложения	2
Отсутствие ошибочных или противоречивых положений	1
<i>Итого</i>	<i>10</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки/специальность:

15.03.02 Технологические машины и оборудование  
(код и наименование)

Программа подготовки: Оборудование нефтегазопереработки  
(наименование)

### Темы дискуссий

по дисциплине Б1.О.31 Надежность технологического оборудования  
(наименование дисциплины)

### Раздел 2. Система технического диагностирования.

Приведите (самостоятельно установите) краткие сведения о системе планово-предупредительного ремонта (ППР) оборудования.

Ресурс между ремонтами: текущим, средним, капитальным (время и количество).

Срок службы до списания.

Годовой ресурс.

Обоснуйте (проверьте) необходимую степень (кратность) резервирования (один аппарат в резерве) технологического оборудования.

Стационарные системы технической диагностики насосно-компрессорного оборудования;

Портативные системы технической диагностики насосно-компрессорного оборудования;

Системы мониторинга технического состояния технологического оборудования насосных и компрессорных станций;

Оборудование для контроля технического состояния линейной части трубопровода;

Современные типы и конструкции датчиков для измерения вибрации;

Экспресс методы оценки состояния объекта диагноза;

Средства и методы балансировки валов в собственных подшипниках;

Причины вибрации центробежных насосных агрегатов;

Диагностика поршневых насосов и компрессоров;

Магнитометрические методы контроля и диагностики;

Алгоритмы и средства спектрального анализа вибрации;

Мониторинг технического состояния и техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования;  
Методы снижения вибрации многоопорных роторных систем;  
Термометрические средства технической диагностики.

**Критерии оценки:** Максимальный балл за участие в дискуссии – 12 баллов.

<b>Критерий</b>	<b>Балл</b>
Демонстрирует полное понимание обсуждаемой проблемы, высказывает собственное суждение по вопросу, аргументировано отвечает на вопросы участников, соблюдает регламент выступления	12
Понимает суть рассматриваемой проблемы, может высказать типовое суждение по вопросу, отвечает на вопросы участников, однако выступление носит затянутый или не аргументированный характер	8
Принимает участие в обсуждении, однако собственного мнения по вопросу не высказывает, либо высказывает мнение, не отличающееся от мнения других докладчиков	6
Не принимает участия в обсуждении	0

Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки/специальность:

15.03.02 Технологические машины и оборудование  
(код и наименование)

Программа подготовки: Оборудование нефтегазопереработки  
(наименование)

### **Перечень практических заданий**

по дисциплине Б1.О.31 Надежность технологического оборудования  
(наименование дисциплины)

**Раздел дисциплины** - Основные понятия теории надежности. Показатели теории надежности.

Тема практического занятия - *Определение единичных показателей надежности.*

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Показатели оценки свойств технических систем.
2. Количественные характеристики надежности невосстанавливаемых объектов.
3. Количественные характеристики надежности восстанавливаемых объектов.
4. Основные показатели ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости.
5. Основной закон надежности.

**Раздел дисциплины** - Система технического диагностирования.

Тема практического занятия - *Определение комплексных показателей надежности.*

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Дайте определения основным показателям надежности.
2. Какой показатель безотказности определяет все остальные показатели безотказности?
3. Какая связь между вероятностью безотказной работы и интенсивностью отказов?
4. Что такое комплексные показатели надежности? Определите их.
5. Какой вероятностный или физический смысл коэффициента готовности?

6. Определите основные показатели долговечности.

**Раздел дисциплины** - Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов.

Тема практического занятия - *Определение остаточного ресурса сосудов и аппаратов по толщине.*

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Что является основой для определения остаточного ресурса работы оборудования?
2. С какой целью делают расчет остаточного ресурса?
3. Какие данные необходимы для прогнозирования ресурса оборудования, подвергающегося коррозии или эрозии?
4. Каким принимается остаточный ресурс, если расчет показал, что он равен для одного типа аппарата 5 годам, а для другого типа 15 годам?
5. По какому критерию принимается остаточный ресурс, если прогнозирование его проводилось параллельно по нескольким критериям и были получены различные результаты?

**Раздел дисциплины** - Основные виды дефектов в материалах.

Тема практического занятия - *Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ресурса сосудов и аппаратов.*

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Цель проведения технического диагностирования.
2. Методы и виды неразрушающего контроля.
3. Основные этапы и условия продления сроков безопасной эксплуатации технических устройств и технологического оборудования.
4. Прогнозирование ресурса работы сосудов и аппаратов.
5. Анализ и обработка результатов проведенной экспертизы.

**Раздел дисциплины** - Методы контроля сварных швов и конструкционных материалов. Применяемое оборудование.

Тема практического занятия - *Составление технологической карты поиска неисправности в оборудовании.*

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Что входит в состав проекта производства работ технологического оборудования?
2. Какое назначение имеют технологические карты?
3. Основные виды неисправностей колонного оборудования.
4. Основные виды неисправностей теплообменного оборудования.
5. Основные виды неисправностей насосно-компрессорного оборудования.

**Раздел дисциплины** - Определение остаточного ресурса технологического оборудования.

Тема практического занятия - *Анализ повреждаемости и показателей надежности сварных соединений оборудования.*

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Классификация методов контроля.
2. Разрушающие методы контроля.
3. Неразрушающие методы контроля.



4. Внутренние дефекты и методы контроля, используемые для их выявления.
5. Наружные дефекты и методы контроля, используемые для их выявления.
6. Что такое дефект сварного соединения?
7. Какие могут быть причины образования дефектов в сварных соединениях?
8. На какие группы классифицированы дефекты?
9. Какими методами контроля выявляются микротрещины?
10. На каких участках зоны сварного соединения может располагаться продольная трещина?
11. Какие виды дефектов являются наиболее опасными для эксплуатации?
12. Назовите основные отличия между скоплением пор, цепочками пор и пористостью.
13. Укажите причину образования кратера в сварном шве.
14. В чем причина образования шлаковых включений в сварных соединениях?
15. Что такое подрез, назовите причины его образования.

**Раздел дисциплины** - Организация ремонта оборудования химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.

Тема практического занятия - *Экономическая эффективность систем технического диагностирования. Организация технического и ремонтного обслуживания по фактическому состоянию оборудования.*

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Что называется ППР?
2. Что включает в себя система планово-предупредительного ремонта?
3. В какой документации отражаются мероприятия по системе ППР?
4. Как определяется норматив ресурса между капитальными и текущими ремонтами оборудования?
5. Как определяются сроки последующих ремонтов?

**Критерии оценки:** при изучении дисциплины предусматривается выполнение 7 практических заданий, за выполнение и защиту которых студент может получить максимальное количество баллов – 21 (3 балла выполнение и защита каждой практической работы).

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ. Отсутствие ошибочных выводов.	3
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	2
Дает неполный ответ (в общих чертах). Нет выводов по выполненной работе.	1
Нет ответа. Трудности при выполнении.	0