

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.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.31 Надежность технологического оборудования  
 Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
 (шифр) (наименование)

в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа Оборудование нефтегазопереработки

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр IV, 7

| Форма обучения                 | заочная         |      |
|--------------------------------|-----------------|------|
|                                | часы            | ЗЕ   |
| Лекции                         | 6               | 0,17 |
| Лабораторные занятия           | 4               | 0,11 |
| Практические занятия           | 4               | 0,11 |
| СР                             | 122             | 3,39 |
| КСР                            | 4               | 0,11 |
| Форма аттестации<br>(контроль) | зачет с оценкой |      |
|                                | 4               | 0,11 |
| Всего                          | 144             | 4    |

Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования

(№ 728 от 09.08.2021) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» на основании учебного плана набора обучающихся 2023 года.

Разработчик программы:


доцент каф. МАХП  
(должность)

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП, протокол от 19.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Надежность технологического оборудования» являются:

- а) освоение методики определения основных показателей надежности;
- б) освоение методов неразрушающего контроля оборудования и определения остаточного ресурса.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- сформировать у студента навыки определения надежности оборудования;
- сформировать у студента навыки проведения диагностики и определения остаточного ресурса оборудования;
- приобретение практических навыков восстановления надежности технологического оборудования.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Надежность технологического оборудования» относится к *обязательной* части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Надежность технологического оборудования» *бакалавр по* направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) *Б1.О.22 Материаловедение,*
- б) *Б1.О.27 Основы теории колебаний и виброустойчивости.*

Дисциплина «Надежность технологического оборудования» является предшествующей и необходима для успешного прохождения:

- а) *Б1.В.06 Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств,*

б) Б1.О.33 Инновационные технологии и техника в нефтехимическом аппаратуростроении.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Надежность технологического оборудования» могут быть использованы при прохождении практик *производственной и преддипломной* и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

1. УК-2.1 Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность,
2. УК-2.2 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,
3. УК-2.3 Владеет навыками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией.
4. ОПК-5.1 Знает основную нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью,
5. ОПК-5.2 Умеет пользоваться стандартами, нормами и правилами, применяемыми отрасли, при расчете и проектировании технологического оборудования,
6. ОПК-5.3 Владеет навыками расчета и проектирования технологического оборудования с использованием нормативно-технической документации, связанной с профессиональной деятельностью,

7. ОПК-11.1 Знает основные принципы нормирования требований к деталям, сборочным единицам, механизмам, машинам, возможные неисправности различных элементов технологического оборудования,
8. ОПК-11.2 Умеет применять теоретические знания для определения оптимальных параметров производственных процессов, технологического контрольно-измерительного оборудования, обеспечивающих заданный уровень качества; проводить анализ причин,
9. ОПК-11.3 Владеет основными методами контроля качества и методиками оценки технологичности машин и оборудования; методами разработки мероприятий по предупреждению нарушения работоспособности оборудования.

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1) Знать:

- основные понятия теории надежности;
- основные понятия системы диагностики и оценки остаточного ресурса;
- основные методы диагностики;
- основные методики оценки остаточного ресурса;
- основные методы восстановления надежности технологического оборудования.

2) Уметь:

- определять показатели надежности оборудования;
- проводить неразрушающий контроль технологического оборудования;
- определять остаточный ресурс.

3) Владеть: методами стандартных испытаний готовых изделий, основной терминологией дисциплины, нормативно-техническими документами.

#### ***4. Структура и содержание дисциплины «Надежность технологического оборудования»***

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| №<br>п<br>/п     | Раздел<br>дисциплины   | Семестр | Виды учебной<br>работы (в часах) |                                       |  |     |     | Оценочные<br>средства для<br>проведения<br>промежуточной<br>аттестации по<br>разделам |
|------------------|--|---------|----------------------------------|---------------------------------------|--|-----|-----|---|
|                  |  |         | Лекции                           | Прак-<br>тиче-<br>ские<br>зая-<br>тия | Ла-<br>бора-<br>тор-<br>ные<br>зая-<br>тия | КСР | СРС |   |
| 1                | Основные понятия теории надежности. Показатели теории надежности                   | 7       | 1                                | 1                                     | 1  | 1   | 21  | Зачет с оценкой, практическое занятие   |
| 2                | Система технического диагностирования  | 7       | 1                                | -                                     | -  | -   | 20  | Зачет с оценкой, практическое занятие, дискуссия                                      |
| 3                | Определение и контроль состава и структуры конструктивных материалов               | 7       | 1                                | 1                                     | 1  | 1   | 21  | Зачет с оценкой, практическое занятие   |
| 4                | Основные виды дефектов в материалах  | 7       | 1                                | 1                                     | 1  | 1   | 20  | Зачет с оценкой, практическое занятие   |
| 5                | Методы контроля сварных швов и конструктивных материалов. Применяемое оборудование | 7       | 1                                | -                                     | -  | -   | 20  | Зачет с оценкой, доклад, практическое занятие   |
| 6                | Определение остаточного ресурса технологического оборудования                      | 7       | 1                                | 1                                     | 1  | 1   | 20  | Зачет с оценкой, дискуссия, практическое занятие                                      |
| <b>ИТОГО</b>     |  |         |                                  |                                       |  |     |     | Зачет с оценкой   |
| Форма аттестации |  |         |                                  | Зачет с оценкой (4)                   |  |     |     |   |

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.**

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины                                     | Часы<br>заочная | Тема лекционного занятия   | Краткое содержание   | Формируемые компетенции      |
|--------------|---|-----------------|--|--|------------------------------|
| 1            | Основные понятия теории надежности. Показатели теории | 1               | Качество, система, элемент, работоспособность, отказ, надежность, безотказность, | Качество, система, элемент, работоспособность, отказ, надежность, безотказность, | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК- |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
|   | надежности  |   | долговечность, ремонтпригодность, ресурс, срок службы. Единичные показатели надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность) для восстановления и невосстанавливаемых объектов. Определение единичных показателей надежности. Комплексные показатели надежности. Определение комплексных показателей надежности. Обеспечение базовой надёжности. Обеспечение эксплуатационной надежности. Методы восстановления и повышения надежности. | долговечность, ремонтпригодность, ресурс, срок службы. Единичные показатели надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность) для восстановления и невосстанавливаемых объектов. Определение единичных показателей надежности. Комплексные показатели надежности. Определение комплексных показателей надежности. Обеспечение базовой надёжности. Обеспечение эксплуатационной надежности. Методы восстановления и повышения надежности. | 5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3                             |
| 2 | Система технического диагностирования   | 1 | Система технического диагностирования, нормативное регулирование. Особенности технического диагностирования для химических и нефтегазохимических производств. Основные задачи и принципы технического диагностирования.   | Система технического диагностирования, нормативное регулирование. Особенности технического диагностирования для химических и нефтегазохимических производств. Основные задачи и принципы технического диагностирования.   | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 3 | Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов               | 1 | Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов. Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение механических характеристик материалов.  | Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов. Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение механических характеристик материалов.  | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 4 | Основные виды дефектов в материалах   | 1 | Охрупчивание материала. Макродефекты. Дефекты сварки. Старение материалов. Виды коррозии и методы их оценки. Изнашивание.   | Охрупчивание материала. Макродефекты. Дефекты сварки. Старение материалов. Виды коррозии и методы их оценки. Изнашивание.   | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 5 | Методы контроля сварных швов и конструкционных материалов. Применяемое оборудование | 1 | Методы контроля и обнаружение дефектов в сварных соединениях. Методы контроля конструкционных материалов. Визуальный и измерительный контроль. Толщинометрия. Магнитные методы неразрушающего контроля сварных соединений. Капиллярный метод неразрушающего контроля сварных соединений. Ультразвуковая дефектоскопия. Метод акустико-эмиссионной диагностики. Другие методы неразрушающего контроля. Выбор ме-                                     | Методы контроля и обнаружение дефектов в сварных соединениях. Методы контроля конструкционных материалов. Визуальный и измерительный контроль. Толщинометрия. Магнитные методы неразрушающего контроля сварных соединений. Капиллярный метод неразрушающего контроля сварных соединений. Ультразвуковая дефектоскопия. Метод акустико-эмиссионной диагностики. Другие методы неразрушающего контроля. Выбор ме-                                     | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |

|   |   |   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
|   |   |   | <i>тодов неразрушающего контроля.</i>  | <i>тодов неразрушающего контроля.</i>  |  |
| 6 | Определение остаточного ресурса технологического оборудования | 1 | <i>Определение остаточного ресурса сосудов и аппаратов по толщине. Прогнозирование ресурса аппаратов при циклических нагрузках. Прогнозирование ресурса аппаратов по изменению механических характеристик металла. Прогнозирование ресурса сосуда, работающего в условиях ползучести материала. Прогнозирование ресурса сосудов по критерию хрупкого разрушения. Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ресурса сосудов и аппаратов. Определение напряженно-деформационного состояния оборудования.</i> | <i>Определение остаточного ресурса сосудов и аппаратов по толщине. Прогнозирование ресурса аппаратов при циклических нагрузках. Прогнозирование ресурса аппаратов по изменению механических характеристик металла. Прогнозирование ресурса сосуда, работающего в условиях ползучести материала. Прогнозирование ресурса сосудов по критерию хрупкого разрушения. Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ресурса сосудов и аппаратов. Определение напряженно-деформационного состояния оборудования.</i> | <i>УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3</i> |

## 6. Содержание практических занятий

Учебным предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Надежность технологического оборудования». Цель проведения практических работ – освоение лекционного материала и выработка определенных умений, связанных с обеспечением надежности оборудования.

| № п/п | Раздел дисциплины   | Часы заочная | Наименование практической работы  | Краткое содержание  | Формируемые компетенции   |
|-------|---|--------------|---|---|---|
| 1     | Основные понятия теории надежности. Показатели теории надежности      | 1            | Определение единичных показателей надежности                                  | Определение единичных показателей надежности                                  | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 2     | Система технического диагностирования                                 | -            | Определение комплексных показателей надежности.                               | Определение комплексных показателей надежности.                               | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 3     | Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов | 1            | Определение остаточного ресурса сосудов и аппаратов по толщине.               | Определение остаточного ресурса сосудов и аппаратов по толщине.               | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 4     | Основные виды дефектов в материалах                                   | 1            | Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ре- | Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ре- | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-                         |

|   |   |   |  |  |   |
|---|---|---|--|--|---|
|   |   |   | сурса сосудов и аппаратов  | сурса сосудов и аппаратов  | 11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3  |
| 5 | Методы контроля сварных швов и конструкционных материалов. Применяемое оборудование | - | Составление технологической карты поиска неисправности в оборудовании          | Составление технологической карты поиска неисправности в оборудовании          | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 6 | Определение остаточного ресурса технологического оборудования                       | 1 | Анализ повреждаемости и показателей надежности сварных соединений оборудования | Анализ повреждаемости и показателей надежности сварных соединений оборудования | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |

### 7. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Темы, выносимые на лабораторную работу   | Часы заочная | Форма СРС   | Формируемые компетенции   |
|-------|--|--------------|---|---|
| 1     | Особенности технического диагностирования для химических и нефтегазохимических производств. Задачи и принципы технического диагностирования. | 1            | Подготовка к зачету с оценкой, лабораторное и практическое занятие, дискуссии | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 2     | Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение механических характеристик материалов.                                      | 1            | Подготовка к зачету с оценкой, лабораторное и практическое занятие            | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 3     | Прогнозирование ресурса сосудов по критерию хрупкого разрушения. Определение напряженно-деформационного состояния оборудования.              | 2            | Подготовка к зачету, лабораторное и практическое занятие                      | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |

### 8. Самостоятельная работа бакалавра

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу   | Часы заочная | Форма СРС   | Формируемые компетенции   |
|-------|---|--------------|---|---|
| 1     | Комплексные показатели надежности. Определение комплексных показателей надежности. Обеспечение базовой надёжности. Обеспечение эксплуатационной надежности. Методы восстановления и повышения надежности. | 21           | Подготовка зачету с оценкой, лабораторное и практическое занятие, доклад    | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 2     | Особенности технического диагностирования для химических и нефтегазохимических производств. Основные задачи и принципы технического диагностирования.   | 20           | Подготовка зачету с оценкой, лабораторное и практическое занятие, дискуссии | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 3     | Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение механических характеристик материалов.   | 21           | Подготовка зачету с оценкой, лабораторное и практическое занятие            | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |

|   |  |    |  |   |
|---|--|----|--|---|
| 4 | Старение материалов. Виды коррозии и методы их оценки. Изнашивание.  | 20 | Подготовка зачету с оценкой, лабораторное и практическое занятие | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 5 | Магнитные методы неразрушающего контроля сварных соединений. Капиллярный метод неразрушающего контроля сварных соединений. Ультразвуковая дефектоскопия. Метод акустико-эмиссионной диагностики. Другие методы неразрушающего контроля. Выбор методов неразрушающего контроля. | 20 | Подготовка зачету с оценкой, лабораторное и практическое занятие | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 6 | Прогнозирование ресурса сосудов по критерию хрупкого разрушения. Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ресурса сосудов и аппаратов. Определение напряженно-деформационного состояния оборудования.   | 20 | Подготовка зачету с оценкой, лабораторное и практическое занятие | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 7 | Ремонт теплообменной аппаратуры. Ремонт колонн. Монтаж и ремонт насосно-компрессорного оборудования. Особенности монтажа.  | 21 | Подготовка зачету с оценкой, лабораторное и практическое занятие | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу  | Часы заочная | Форма СРС  | Формируемые компетенции   |
|-------|--|--------------|--|---|
| 1     | Комплексные показатели надежности. Определение комплексных показателей надежности. Обеспечение базовой надёжности. Обеспечение эксплуатационной надежности. Методы восстановления и повышения надежности.                              | 1            | Прием практических работ и проверка отчетов, домашнего задания, консультирование, проверка | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 2     | Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение механических характеристик материалов.  | 1            | Прием практических работ и проверка отчетов, домашнего задания, консультирование, проверка | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 3     | Старение материалов. Виды коррозии и методы их оценки. Изнашивание.  | 1            | Прием практических работ и проверка отчетов, домашнего задания, консультирование, проверка | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |
| 4     | Прогнозирование ресурса сосудов по критерию хрупкого разрушения. Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ресурса сосудов и аппаратов. Определение напряженно-деформационного состояния оборудования. | 1            | Прием практических работ и проверка отчетов, домашнего задания, консультирование, проверка | УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3 |

### **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.**

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.О.31 «Надежность технологического оборудования» используется рейтинговая система. Рейтинговая система оценки знаний, обучающихся разработана на основе требований «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса».

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы приводится в положении о рейтинговой системе.

Оценка учебной деятельности студента осуществляется по всем видам работ, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине. Максимальный балл проставляется за качественное и своевременное выполнение работ и требований к ним, а также по всем видам контроля знаний студентов. В результате минимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов, максимальный текущий рейтинг составит – 100 баллов.

Общий суммарный рейтинг по дисциплине складывается из текущего рейтинга и рейтинга, полученного студентами в ходе промежуточной аттестации в форме экзамена по дисциплине. Текущий рейтинг формируется в ходе аудиторных занятий и самостоятельной работы и ограничивается диапазоном 36 – 60 баллов. Рейтинг, выставленный студенту по результатам экзамена, находится в диапазоне 24 – 40 баллов.

Расчет текущего рейтинга выполняется на основе данных, приведенных в таблице 9.1.

Таблица 9.1. Расчет текущего рейтинга

| Название                                  | Кол-во | Оценка за одно |         | Суммарн. оценка |         |
|---|--------|----------------|---------|-----------------|---------|
|   |        | Миним.         | Максим. | Миним.          | Максим. |
| Лекция (конспект)                         | 7      | 1              |         | 7               | 7       |
| Практическое занятие (выполнение заданий) | 7      | 1              | 3       | 7               | 21      |
| Лабораторные занятия (выполнение заданий) | 3      | 2              | 3,3     | 6               | 10      |
| Доклад                                    | 1      | 8              | 10      | 8               | 10      |
| Дискуссия                                 | 1      | 8              | 12      | 8               | 12      |
| зачет с оценкой                           |        |                |         | 24              | 40      |
| Всего                                     |        |                |         | 60              | 100     |

При изучении дисциплины предусматриваются выполнение 4 практических работ, выступление с докладом, дискуссии.

Таким образом, текущий рейтинг студента перед промежуточной аттестацией должен составить величину, находящуюся в диапазоне 36 – 60 баллов.

Промежуточная аттестация в форме зачета оценивается числом баллов от 24 до 40. В итоге, суммарный рейтинг по дисциплине должен составить от 60 до 100 баллов.

## ***10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины***

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## ***11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины***

### ***11.1 Основная литература***

При изучении дисциплины «Надежность технологического оборудования» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

| <b>Основные источники информации</b>  | <b>Кол-во экз.</b>  |
|---|---|
| Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 289 с. Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=503591">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=503591</a> ЭБС «Знаниум» | 1(безлимитный доступ к ЭБС «Знаниум» после регистрации с IP - адреса НХТИ). |
| Мадышев, И.Н. Ультразвуковая дефектоскопия: учебное пособие / НХТИ; И.Н. Мадышев, О.С. Дмитриева. - Нижнекамск: ИПЦ «Гузель», 2019. - 84 с.   | 1(безлимитный доступ к ЭБС «Лань» после регистрации с IP - адреса НХТИ).    |

### ***11.2 Дополнительная литература***

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| <b>Дополнительные источники информации</b>  | <b>Кол-во экз.</b> |
|---|--------------------|
| Обеспечение надежности сложных технических систем. [Электронный ресурс]: учеб. / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, | 60                 |

|   |  |
|---|--|
| 2016. — 352 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/86013">http://e.lanbook.com/book/86013</a> , по паролю.- ЭБС «Лань»  |  |
| Надежность структурно резервированных технических систем: метод. указания / НХТИ КГТУ; сост. Н. В. Лежнева, В. В. Гетман. -Нижекамск: НХТИ, 2009. - 29 с.   | 80   |
| Мадышев, И.Н. Ультразвуковая толщинометрия: методические указания / НХТИ; И.Н. Мадышев, И.Р. Калимуллин. - Нижнекамск: НХТИ, 2015. - 24 с.  | 45   |
| Сызранцева, К.В. Расчет прочностной надежности деталей машин при случайном характере внешних нагрузок. [Электронный ресурс] : моногр. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. — 188 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/28329">http://e.lanbook.com/book/28329</a> , по паролю.- ЭБС «Лань» | 1(безлимитный доступ к ЭБС «Лань» после регистрации с IP - адреса НХТИ). |
| Афанасьева, Т.А. Надежность химико-технологических производств. [Электронный ресурс] : моногр. / Т.А. Афанасьева, В.Н. Блиничев. — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2007. — 199 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4473">http://e.lanbook.com/book/4473</a> , по паролю.- ЭБС «Лань»         | 1(безлимитный доступ к ЭБС «Лань» после регистрации с IP - адреса НХТИ). |

### ***11.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины «Надежность технологического оборудования» предусмотрено использование электронных источников информации:

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>

<http://elibrary.ru/> Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций <http://elibrary.ru/>

### ***11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.***

1. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение». Сайт журнала «Химическое и нефтегазовое машиностроение». – Доступ свободный: <http://www.himnef.ru/>

2. Журнал «Машиностроение и инженерное образование». Сайт журнала «Машиностроение и инженерное образование». – Доступ свободный: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=4088>

**Согласовано:**

Зав. отделом  
по библиотечному  
обслуживанию



В.Я. Тарасова

**12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).**

1. **Специализированная лаборатория материаловедения и надежности технологического оборудования в ауд. В–110**, площадью 111 м<sup>2</sup> на 24 посадочных мест, оборудованных действующими элементами типовых узлов машин и аппаратов для проведения анализа надежности их работы, а также макетами и образцами для наглядного изучения основных дефектов технологического оборудования:

Муфельная печь; твердомер; ультразвуковой дефектоскоп УД2В-П46; ультразвуковой толщиномер Булат – 1М; портативный программируемый динамический твердомер ТЭМП 2; металлографический инвертированный микроскоп Лабомет – И., вариант 1; принтер Gen X – 3D.

2. **Аудитория В–100** площадью 110,9 м<sup>2</sup> на 28 посадочных места, для проведения лекционных занятий с комплектом демонстрационного материала: Оверхэд-проектор; Рулонный настенный экран; Ноутбук с проектором; Токарно-винторезный станок.

3. **Кабинет В–106** площадью 52,4 м<sup>2</sup> на 40 посадочных места для самостоятельной работы студентов с электронным оборудованием:

1. Компьютер, подключенный к сети Интернет;
2. Программное обеспечение: Windows XP; Microsoft Office 2007; Анти-вирус Касперского.

**13. Образовательные технологии**

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 4 часов. Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- дискуссия;
- доклад;

- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).