

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский 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

« 3 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 Надежность технологического оборудования

Направление подготовки 20.03.01. «Техносферная безопасность»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки Безопасность технологических процессов и производств

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр V, 9

Форма обучения	заочная	
	Часы	ЗЕ
Лекции	10	0,28
Практические занятия	10	0,28
СР	84	2,33
Контроль	4	0,11
Форма аттестации	зачет	
Всего	108	3

Нижекамск, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 Надежность технологического оборудования составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (Приказ Минобрнауки России (№ 680 от 25 мая 2020 г.))

(номер, дата утверждения)

по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»,

(номер, дата утверждения) (шифр) (наименование направления)

по профилю бакалавриата «Безопасность технологических процессов и производств»

на основании учебного плана обучающихся 2023 года набора.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП

(должность)


(подпись)

И.Н. Мадышев

(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП, протокол от 14.03.2023 г. № 7.

Зав. кафедрой



И.Н. Мадышев

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры Процессов и аппаратов химических технологий, реализующей подготовку основной образовательной программы № 7 от 29.03.2023 г.

Зав. кафедрой



Д.Н. Латыпов

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 *вариативной* части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 20.03.01. «Техносферная безопасность» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения *организационно-управленческой деятельности; экспертный, надзорный и инспекционно-аудиторский.*

Для успешного освоения дисциплины «Надежность технологического оборудования» *бакалавр* по направлению подготовки 20.03.01. «Техносферная безопасность» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) *Б1.В.06 Материаловедение*
- б) *Б1.О.27 Детали машин.*

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

- а) *преддипломной практики.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Надежность технологического оборудования» могут быть использованы при прохождении

практик *преддипломной* и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки подготовки 20.03.01. «Техносферная безопасность».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ПК-1.1 Знает методы и порядок оценки опасностей и профессиональных рисков работников, нормативную и методическую базу в области анализа риска, концепцию приемлемого риска и теорию управления рисками; методы определения и классификации опасных зон и рисков,
2. ПК-1.2 Умеет идентифицировать опасные и вредные производственные факторы, потенциально воздействующие на работников в процессе трудовой деятельности, производить оценку риска их воздействия,
3. ПК-1.3 Владеет навыками контроля исполнения перечня рекомендуемых мероприятий по улучшению условий труда, правильностью применения средств индивидуальной,
4. ПК-3.1 Знает источники выбросов и сбросов загрязняющих веществ, отходов в окружающую среду, нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды, методы и средства ликвидации последствий нарушения состояния окружающей среды,
5. ПК-3.2 Умеет выявлять источники и причины и оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ и сверхнормативного образования отходов в окружающую среду в организации,
6. ПК-3.3 Владеет навыками выявления, анализа причин и внесения предложений по устранению источников аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ, сверхнормативного образования отходов в окружающую среду в организации.

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 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)			Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	СР	
1	Основные понятия теории надежности. Показатели теории надежности	9	1	1	13	Практическое занятие
2	Система технического диагностирования	9	2	1	11	собеседование
3	Определение и контроль состава и структуры конструктивных материалов	9	1	2	13	доклад

4	Основные виды дефектов в материалах	9	1	1	11	Контрольная работа
5	Методы контроля сварных швов и конструкционных материалов. Применяемое оборудование	9	2	2	14	собеседование
6	Определение остаточного ресурса технологического оборудования	9	2	1	11	дискуссия
7	Организация ремонта оборудования химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	9	1	2	11	зачет
ИТОГО			10	10	84	Зачет
Форма аттестации				Заочная форма: зачет		

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные понятия теории надежности. Показатели теории надежности	1	Качество, система, элемент, работоспособность, отказ, надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, ресурс, срок службы. Единичные показатели надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность) для восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов. Определение единичных показателей	Качество, система, элемент, работоспособность, отказ, надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, ресурс, срок службы. Единичные показатели надежности (безотказность, долговечность, ремонтпригодность) для восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов. Определение единичных показателей надежности.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3

			<i>показателей надежности. Комплексные показатели надежности. Определение комплексных показателей надежности. Обеспечение базовой надежности. Обеспечение эксплуатационной надежности. Методы восстановления и повышения надежности.</i>	<i>Комплексные показатели надежности. Определение комплексных показателей надежности. Обеспечение базовой надежности. Обеспечение эксплуатационной надежности. Методы восстановления и повышения надежности.</i>	
2	Система технического диагностирования	2	<i>Система технического диагностирования, нормативное регулирование. Особенности технического диагностирования для химических и нефтегазохимических производств. Основные задачи и принципы технического диагностирования.</i>	<i>Система технического диагностирования, нормативное регулирование. Особенности технического диагностирования для химических и нефтегазохимических производств. Основные задачи и принципы технического диагностирования.</i>	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>
3	Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов	1	<i>Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов. Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение механических характеристик материалов.</i>	<i>Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов. Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение механических характеристик материалов.</i>	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3</i>
4	Основные виды дефектов в материалах	1	<i>Охрупчивание материала. Макродефекты. Дефекты сварки. Старение материалов. Виды коррозии и методы их оценки. Изнашивание.</i>	<i>Охрупчивание материала. Макродефекты. Дефекты сварки. Старение материалов. Виды коррозии и методы их оценки. Изнашивание.</i>	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3</i>
5	Методы контроля сварных	2	<i>Методы контроля и</i>	<i>Методы контроля и</i>	<i>ПК-1.1; ПК-</i>

	швов и конструкционных материалов. Применяемое оборудование		<p>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 методов неразрушающего контроля.</p>	<p>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 методов неразрушающего контроля.</p>	<p>1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3</p>
6	Определение остаточного ресурса технологического оборудования	2	<p>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.</p>	<p>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-</p>	<p>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3</p>

			<i>Определение напряженно-деформационного состояния оборудования.</i>	<i>деформационного состояния оборудования.</i>	
7	Организация ремонта оборудования химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	1	<i>Система планово-предупредительного ремонта (ППР). Планирование и подготовка ремонтов. Ремонт теплообменной аппаратуры. Ремонт колонн. Монтаж и ремонт насосно-компрессорного оборудования. Особенности монтажа.</i>	<i>Система планово-предупредительного ремонта (ППР). Планирование и подготовка ремонтов. Ремонт теплообменной аппаратуры. Ремонт колонн. Монтаж и ремонт насосно-компрессорного оборудования. Особенности монтажа.</i>	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>

6. Содержание практических занятий

Учебным планом 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	Наименование практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные понятия теории надежности. Показатели теории надежности	1	Определение единичных показателей надежности	Определение единичных показателей надежности	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>
2	Система технического диагностирования	1	Определение комплексных показателей надежности.	Определение комплексных показателей надежности.	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>
3	Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов	2	Определение остаточного ресурса сосудов и аппаратов по толщине.	Определение остаточного ресурса сосудов и аппаратов по толщине.	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>
4	Основные виды дефектов в материалах	1	Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ресурса сосудов и аппаратов	Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ресурса сосудов и аппаратов	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>
5	Методы контроля сварных швов и конструкционных материалов. Применяемое оборудование	2	Составление технологической карты поиска неисправности в оборудовании	Составление технологической карты поиска неисправности в оборудовании	<i>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.</i>
6	Определение остаточного	1	Анализ	Анализ	<i>ПК-1.1; ПК-1.2;</i>

	ресурса технологического оборудования		повреждаемости и показателей надежности сварных соединений оборудования	повреждаемости и показателей надежности сварных соединений оборудования	ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
7	Организация ремонта оборудования химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств	2	Экономическая эффективность систем технического диагностирования. Организация технического и ремонтного обслуживания по фактическому состоянию оборудования	Экономическая эффективность систем технического диагностирования. Организация технического и ремонтного обслуживания по фактическому состоянию оборудования	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 Надежность технологического оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СР	Формируемые компетенции
1	Комплексные показатели надежности. Определение комплексных показателей надежности. Обеспечение базовой надёжности. Обеспечение эксплуатационной надежности. Методы восстановления и повышения надежности.	13	Подготовка к зачету, практической работе, докладу, выполнение контрольной работы	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
2	Особенности технического диагностирования для химических и нефтегазохимических производств. Основные задачи и принципы технического диагностирования.	11	Подготовка к зачету, практической работе, дискуссии	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
3	Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение механических характеристик материалов.	13	Подготовка к зачету, практической работе	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
4	Старение материалов. Виды коррозии и методы их оценки. Изнашивание.	11	Подготовка к зачету, практической работе	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
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.	14	Подготовка к зачету, к практической работе	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.
6	Прогнозирование ресурса сосудов по критерию хрупкого разрушения. Определение гарантированного (гамма - процентного) и среднего остаточного ресурса сосудов и аппаратов. Определение напряженно-	11	Подготовка к зачету, к практической работе	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

	деформационного состояния оборудования.			
7	Ремонт теплообменной аппаратуры. Ремонт колонн. Монтаж и ремонт насосно-компрессорного оборудования. Особенности монтажа.	11	Подготовка к зачету, практической работе	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3.

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 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, выставяющийся 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)	8	1		9	9
Практическое занятие (выполнение заданий)	10	1	2	9	17
Доклад	1	5	10	5	10
Дискуссия	2	5	12	10	24
Зачет				27	40

Всего				60	100
-------	--	--	--	----	-----

При изучении дисциплины предусматривается выполнение одной контрольной работы, подготовки двух рефератов, двух собеседований, тестирования.

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

Промежуточная аттестация в форме экзамена 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.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Долгин В.П. Надежность технических систем: Учебное пособие / Долгин В.П., Харченко А.О. - М.: Вузовский учебник. -М: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 167 с. Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=503591 ЭБС «Знаниум»	1
Обеспечение надежности сложных технических систем. [Электронный ресурс] : учеб. / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 352 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/86013 , по паролю.- ЭБС «Лань»	1

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Мадышев, И.Н. Ультразвуковая толщинометрия: методические указания / НХТИ; И.Н. Мадышев, И.Р. Калимуллин. - Нижнекамск: НХТИ, 2015. - 24 с.	45
Мадышев, И.Н. Ультразвуковая дефектоскопия: учебное пособие / НХТИ; И.Н. Мадышев, О.С. Дмитриева. - Нижнекамск: НХТИ, 2017. - 84 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: http://e.lanbook.com/book/28329 , по паролю.- ЭБС «Лань»	1

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/>

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



В.Я.Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

1. **Специализированная практических материаловедения и надежности технологического оборудования в ауд. В–110**, площадью 111 м² 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 – 1 шт.; твердомер – 4 шт.; ультразвуковой дефектоскоп УД2В-П46 – 1 шт.; ультразвуковой толщиномер Булат – 1М – 1 шт.; портативный программируемый динамический твердомер ТЭМП 2 – 1 шт.; металлографический инвертированный микроскоп Лабомет – И., вариант 1 – 1 шт.; принтер Gen X – 3D – 1 шт.

2. **Аудитория В–100** площадью 110,9 м² на 28 посадочных места, для проведения лекционных занятий с комплектом демонстрационного материала: Оверхэд-проектор – 1 шт.; Рулонный настенный экран 1 шт.; Ноутбук с проектором; Токарно-винторезный станок.

3. **Кабинет В–106** площадью 52,4 м² 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; Антивирус Касперского.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет для заочной формы обучения – 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).