

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного  
 образовательного учреждения высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
 (БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине **Б1.В.ДВ.03.02 «Надежность технологического оборудования»**

Направление подготовки **15.03.02 «Технологические машины и оборудование»**

Профиль подготовки **«Оборудование нефтегазопереработки»**

Квалификация выпускника **БАКАЛАВР**

Форма обучения **очная/заочная**

Кафедра - разработчик рабочей программы **Технологические машины и оборудование**

Курс, семестр очная форма **4 курс, 7 семестр**  
 Курс, семестр очная форма **5 курс, 9 семестр**

	Часы (очная форма обучения)	Зачетные единицы	Часы (заочная форма обучения)	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	6	0,2
Практические занятия	-	-	-	-
Семинарские занятия	-	-	-	-
Лабораторные занятия	27	0,75	8	0,2
Самостоятельная работа	135	3,75	162	4,5
Форма аттестации	зачет с оценкой	2	зачет с оценкой (4)	0,1
Всего	180	5	180	5

Бугульма, 2020 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации №1170 от 20 октября 2015г.) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», на основании учебного плана набора обучающихся 2020 года.

Разработчик программы:

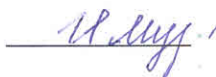
Старший преподаватель



К.Ю. Маякин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологические машины и оборудование протокол от 01.09.2020 г. № 1

Зав. кафедрой, доцент



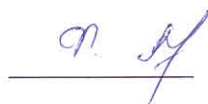
И.А. Мутугуллина

## УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы

от 01.09 2020 г. № 2

Председатель комиссии, доцент



Ф.К. Ахмедзянова

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Надёжность технологического оборудования» являются:

- а) освоение методик расчета надежности технологического оборудования;*
- б) освоение методик прогнозирования надежности;*
- в) обучение способам определения и прогнозирования остаточного ресурса потенциально опасных объектов.*

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

Дисциплина «Надёжность технологического оборудования» относится к вариативной части дисциплин *по выбору* ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций..

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

- а) Б1.Б.19 «Теория механизмов и машин»;*
- б) Б1.Б.22 «Технология конструкционных материалов»;*
- в) Б1.В.04 «Общая химическая технология».*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Надёжность технологического оборудования» могут быть использованы при прохождении *Производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Преддипломной практики* и выполнении и *Защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.*

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

1. (ПК-9) - умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;
2. (ПК-13) - умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактически

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

**1) Знать:**

а) основные понятия теории надежности, технической диагностики, физические основы неразрушающих методов контроля;

б) основные методики расчета надежности технологического оборудования;

в) основные методики оценки остаточного ресурса,

**2) Уметь:**

а) выбирать необходимое диагностическое оборудование;

б) проводить диагностику технологических трубопроводов, сосудов и аппаратов;

в) определять остаточный ресурс.

**3) Владеть:**

а) методами расчета физических полей, применяемых при дефектоскопии и диагностике оборудования

б) методами выбора основных параметров диагностического оборудования;

в) методиками разработки программ экспертного обследования технических устройств.

**4. Структура и содержание дисциплины «Надёжность технологического оборудования»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Основные понятия теории надежности.	7	2		5	27	Лабораторная работа
2	Основы технической диагностики	7	4		5	27	Лабораторная работа

3	Определение и контроль состава и структуры конструктивных материалов.	7	4		5	27	Лабораторная работа
4	Неразрушающие методы контроля основного металла и сварных швов химического, нефтехимического, нефтегазоперерабатывающего оборудования. Применяемое оборудование.	7	4		6	27	Лабораторная работа
5	Определение остаточного ресурса технологического оборудования.	7	4		6	27	Лабораторная работа
<b>ИТОГО</b>			<b>18</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>135</b>	
Форма аттестации				Зачет с оценкой			

Таблица 16

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	

1	Основные понятия теории надежности.	9	1		1	32	Лабораторная работа
2	Основы технической диагностики	9	1		1	32	Лабораторная работа
3	Определение и контроль состава и структуры конструктивных материалов.	9	1		2	32	Лабораторная работа
4	Неразрушающие методы контроля основного металла и сварных швов химического, нефтехимического, нефтегазоперерабатывающего оборудования. Применяемое оборудование.	9	1		2	33	Лабораторная работа
5	Определение остаточного ресурса технологического оборудования.	9	2		2	33	Лабораторная работа
<b>ИТОГО</b>			<b>4</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>162</b>	
Форма аттестации					Зачет с оценкой (4 ч.)		

5. Содержание лекционных занятий по темам (таблица 2 а – очная форма, таблица 2 б – заочная форма) с указанием формируемых компетенций

Таблица 2 а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные понятия теории надежности.	2	Основные понятия теории надежности (работоспособность, отказ, надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность ресурс, срок службы).	Предпосылки появления науки технической диагностики, как науки об определении состояния сложных систем на основе замера ограниченного числа параметров. Основные задачи и принципы технической диагностики объектов химических, нефтехимических, нефтегазоперерабатывающих производств. Закон РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».	<i>ПК-9, ПК-13</i>
2	Основы технической диагностики	4	Общие сведения о системе технического диагностирования химического, нефтехимического, нефтегазоперерабатывающего оборудования, нормативное регулирование	Виды дефектов. Макродефекты. Дефекты сварки. Виды коррозии и методы их оценки. Охрупчивание материала. Старение материалов.	<i>ПК-9, ПК-13</i>
3	Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов.	4	Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов	Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов. Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение	<i>ПК-9, ПК-13</i>

				механических характеристик материалов.	
4	Не разрушающие методы контроля основного металла и сварных швов химического, нефтехимического, нефтегазоперерабатывающего оборудования. Применяемое оборудование.	4	Методы контроля конструкционных материалов	Визуальный и измерительный контроль. Толщинометрия. Магнитные методы неразрушающего контроля сварных соединений. Капиллярный метод неразрушающего контроля сварных соединений. Ультразвуковая дефектоскопия. Другие методы неразрушающего контроля. Выбор методов диагностики оборудования.	<i>ПК-9, ПК-13</i>
5	Определение остаточного ресурса технологического оборудования.	4	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.	<i>ПК-9, ПК-13</i>

Таблица 2 б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные понятия теории надежности.	1	Основные понятия теории надежности (работоспособность, отказ, надежность, безотказность, долговечность,	Предпосылки появления науки технической диагностики, как науки об определении состояния сложных	<i>ПК-9, ПК-13</i>



			ремонтпригодность ресурс, срок службы).	систем на основе замера ограниченного числа параметров. Основные задачи и принципы технической диагностики объектов химических, нефтехимических, нефтегазоперерабатывающих производств. Закон РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».	
2	Основы технической диагностики	1	Общие сведения о системе технического диагностирования химического, нефтехимического, нефтегазоперерабатывающего оборудования, нормативное регулирование	Виды дефектов. Макродефекты. Дефекты сварки. Виды коррозии и методы их оценки. Охрупчивание материала. Старение материалов.	<i>ПК-9, ПК-13</i>
3	Определение и контроль состава и структуры конструктивных материалов.	1	Определение и контроль состава и структуры конструктивных материалов	Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Определение и контроль состава и структуры конструктивных материалов. Металлографический анализ. Фрактографический анализ. Определение механических характеристик материалов.	<i>ПК-9, ПК-13</i>
4	Неразрушающие методы контроля основного металла и сварных швов химического, нефтехимическ	1	Методы контроля конструктивных материалов	Визуальный и измерительный контроль. Толщинометрия. Магнитные методы неразрушающего контроля сварных соединений.	<i>ПК-9, ПК-13</i>

	ого, нефтегазоперерабатывающего оборудования. Применяемое оборудование.			Капиллярный метод неразрушающего контроля сварных соединений. Ультразвуковая дефектоскопия. Другие методы неразрушающего контроля. Выбор методов диагностики оборудования.	
5	Определение остаточного ресурса технологического оборудования.	2	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.	<i>ПК-9, ПК-13</i>

#### **6. Содержание практических занятий**

Не предусмотрены учебным планом

#### **7. Содержание лабораторных занятий** (таблица 3 а – очная форма, таблица 3 б – заочная форма)

*Цель проведения лабораторных занятий* – приобретение опыта прикладных исследований в области надежности технологического оборудования.

Таблица 3 а

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	Основные понятия теории надежности.	5	Исследование надежности конструкционного материала при коррозионном изнашивании	<i>ПК-9, ПК-13</i>

2	Основы технической диагностики	5	Оценка коррозионной стойкости металлов путем определения количества выделившегося в процессе коррозии водорода	<i>ПК-9, ПК-13</i>
3	Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов.	5	Исследование надежности конструкционного материала при абразивной эрозии	<i>ПК-9, ПК-13</i>
4	Неразрушающие методы контроля основного металла и сварных швов химического, нефтехимического, нефтегазоперерабатывающего оборудования. Применяемое оборудование.	6	Испытания нержавеющей стали для выявления склонности к коррозионному растрескиванию под напряжением	<i>ПК-9, ПК-13</i>
5	Определение остаточного ресурса технологического оборудования.	6	Исследование надежности конструкционного материала при коррозионном изнашивании в условиях повышенных температур	<i>ПК-9, ПК-13</i>

Таблица 3 б

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	Основные понятия теории надежности.	1	Исследование надежности конструкционного материала при коррозионном изнашивании	<i>ПК-9, ПК-13</i>
2	Основы технической диагностики	1	Оценка коррозионной стойкости металлов путем определения количества выделившегося в процессе коррозии водорода	<i>ПК-9, ПК-13</i>
3	Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов.	2	Исследование надежности конструкционного материала при абразивной эрозии	<i>ПК-9, ПК-13</i>
4	Неразрушающие методы контроля основного металла и сварных швов химического, нефтехимического,	2	Испытания нержавеющей стали для выявления склонности к коррозионному растрескиванию под напряжением	<i>ПК-9, ПК-13</i>

	нефтегазоперерабатывающего оборудования. Применяемое оборудование.			
5	Определение остаточного ресурса технологического оборудования.	2	Исследование надежности конструкционного материала при коррозионном изнашивании в условиях повышенных температур	ПК-9, ПК-13

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории 325 кафедры ТМО с использованием специального лабораторного оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра (таблица 4 а – очная форма, таблица 4 б – заочная форма)

Таблица 4 а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Основные понятия теории надежности.	27	Проработка материала, подготовка лабораторной работе, оформление отчета	ПК-9, ПК-13
2	Основы технической диагностики	27	Проработка материала, подготовка лабораторной работе, оформление отчета	ПК-9, ПК-13
3	Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов.	27	Проработка материала, подготовка лабораторной работе, оформление отчета	ПК-9, ПК-13
4	Неразрушающие методы контроля основного металла и сварных швов химического, нефтехимического, нефтегазоперерабатывающего оборудования. Применяемое оборудование.	27	Проработка материала, подготовка лабораторной работе, оформление отчета	ПК-9, ПК-13
5	Определение	27	Проработка материала,	ПК-9, ПК-13

	остаточного ресурса технологического оборудования.		<i>подготовка лабораторной работе, оформление отчета</i>	
--	--	--	--	--

Таблица 4 б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Основные понятия теории надежности.	32	<i>Проработка материала, подготовка лабораторной работе, оформление отчета</i>	<i>ПК-9, ПК-13</i>
2	Основы технической диагностики	32	<i>Проработка материала, подготовка лабораторной работе, оформление отчета</i>	<i>ПК-9, ПК-13</i>
3	Определение и контроль состава и структуры конструкционных материалов.	32	<i>Проработка материала, подготовка лабораторной работе, оформление отчета</i>	<i>ПК-9, ПК-13</i>
4	Неразрушающие методы контроля основного металла и сварных швов химического, нефтехимического, нефтегазоперерабатывающего оборудования. Применяемое оборудование.	33	<i>Проработка материала, подготовка лабораторной работе, оформление отчета</i>	<i>ПК-9, ПК-13</i>
5	Определение остаточного ресурса технологического оборудования.	33	<i>Проработка материала, подготовка лабораторной работе, оформление отчета</i>	<i>ПК-9, ПК-13</i>

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Надёжность технологического оборудования» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы определяются их сложностью. 7-й семестр (9-й семестр для заочной формы) завершается проставлением оценки и соответствующего ей числа баллов до зачета (36÷60), на зачете (24÷40), общее число баллов (60÷73-удовл., 74÷86- хор., 87÷100-отл).

При изучении дисциплины предусматривается зачет с оценкой, выполнение лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>5</i>	<i>36</i>	<i>60</i>
<i>Зачет с оценкой</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

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

### **10.1 Основная литература**

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

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Баженов, Ю. В. Основы теории надежности машин: учебное пособие / Ю.В. Баженов, М.Ю. Баженов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 315 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1040990. - ISBN 978-5-16-015559-3.	ЭБС ZNANIUM.COM URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1040990">https://znanium.com/catalog/product/1040990</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Завистовский, В.Э. Надежность и диагностика технологического оборудования: учебное пособие / В.Э. Завистовский. — Минск : РИПО, 2019. — 257 с. - ISBN 978-985-503-852-9. -	ЭБС ZNANIUM.COM URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1055955">https://znanium.com/catalog/product/1055955</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### **10.2 Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Бочарников, В.Ф. Справочник мастера по ремонту нефтегазового технологического оборудования: учебно-практическое пособие / В.Ф. Бочарников. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. - Т. 1. - 577 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=466700">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=466700</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Леонова, О.В. Надежность механических систем:	ЭБС «Университетская

методические рекомендации / О.В. Леонова; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – М.: Альтаир-МГАВТ, 2015. - 62 с.	библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=429857">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=429857</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
3. Долгин, В.П. Надежность технических систем: учебное пособие/ В.П. Долгин, А.О. Харченко - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 167 с.	ЭБС ZNANIUM.COM <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=503591">http://znanium.com/bookread2.php?book=503591</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### **10.3 Электронные источники информации**

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

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
2. ЭБС ZNANIUM.COM - режим доступа: <http://znanium.com/>
3. Электронная библиотека фонда «КОАП» - режим доступа: <http://koapp.narod.ru/russian.htm>
4. Техническая литература [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>
5. Библиотека технической литературы [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://bamper.info/>

**Согласовано:**

Библиотекарь



А.Г. Латыпова

### **11. Оценочные средства для определения результатов 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.

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

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины использованы мультимедийные средства; компьютеры с выходом в интернет, демонстрационные материалы, лабораторное оборудование.

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения
1-9	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (К, 104)	- мультимедийный проектор; - персональный компьютер; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы, стулья; - доска передвижная; - стол преподавателя.
	Компьютерная аудитория (Лаборатория моделирования химико-технологических процессов) (К, 325)	- учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя; - компьютерные столы, стулья; - персональные компьютеры (10 шт.); - локальная вычислительная сеть; - мультимедиа-проектор - экран настенный
	Помещение для самостоятельной работы (К, 214)	- персональный компьютер; - стол компьютерный; - учебные столы, стулья.

## 13. Образовательные технологии

1. Лекции. Наряду с традиционными видами лекционных занятий, также используются лекция-визуализация (с использованием различных форм наглядности: презентации по дисциплине, мультимедиа, рисунки, фото, схемы и таблицы); лекция-консультация (осуществляемая в формате «вопросы – ответы»).

2. Лабораторные занятия.

3. При организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям).



### Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Надежность технологического оборудования»  
пересмотрена на заседании кафедры ТМО

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__ от ____ 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ- чика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО