

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений  
Блока 1 «Дисциплины (модули)»

**«Основы надежности технических систем»**

Направление подготовки бакалавров - **13.03.01 Теплоэнергетика и  
теплотехника**

Направление (профиль) – **Автономные энергетические системы**

Типы задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский.

Форма обучения – очная и заочная.

Факультет природопользования и инженерной экологии

Кафедра «Технологические машины и оборудование»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: к.т.н., проф.

С.Д. Семеев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО  
«\_\_» \_\_\_\_ 2019 г., протокол №\_\_.

Заведующий кафедрой ТМО: д.т.н., проф.

Б.Ф. Зюзин

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## **1. Цели и задачи дисциплины.**

**Цель** изучения дисциплины «Основы надежности технических систем» является изучение качественных и количественных соотношений между показателями безотказности, работоспособности, ремонтпригодности и сохраняемости технических объектов с их наработкой, влияния условий проектирования, производства и эксплуатации машин на их надёжность, способов получения информации о надёжности и их обработка с использованием положений математической статистики.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование понятий о природе процессов, происходящих в машинах и их элементах при функционировании; ознакомление с основными видами отказов изделий и способами их предупреждения; понимание роли технического диагностирования и прогнозирования ресурса технологических машин;
- применение полученных знаний для решения практических задач с использованием положений о надежности в профессиональной деятельности.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП.**

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания дисциплин «Математика», «Техническая механика», «Детали машин», «Конструирование и расчет теплоэнергетического оборудования». Знания, полученные при изучении данной дисциплины, могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.**

### **3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:**

ПК-5: способен выполнять прочностные расчеты трубопроводов с учетом компенсации и самокомпенсации.

УК-1: способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

#### **Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

ИПК-5.4. Знает об основах надежности оборудования и трубопроводов.

ИУК-1.3. Использует системный подход для решения поставленных задач.

#### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

##### **ИПК-5.4.**

##### **Знать:**

31. Основы надежности технических систем котельного оборудования и трубопроводов.

##### **Уметь:**

У1. Проводить прочностные расчёты трубопроводов и оборудования, входящего в состав технических систем с учетом надежности.

##### **Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Навык использования стандартных средств автоматизации проектирования для расчета теплоэнергетического оборудования с учетом надежности.

### **ИУК-1.3.**

#### **Знать:**

32. Основные критерии надежности при оценке технических систем.

#### **Уметь:**

У2. Осуществлять поиск, критически анализировать и синтезировать полученную информацию.

### **3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

Проведение лекционных занятий, практических занятий.

## **4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.**

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Зачетных единиц</b>	<b>Академических часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		52
В том числе:		
Лекции		26
Практические занятия (ПЗ)		26
Лабораторные работы(ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		56
В том числе:		
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		26
Курсовая работа		не предусмотрена
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям.		26
Контроль текущий и промежуточный (зачет)		4
<b>Практические подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		26
Практические занятия		26
Лабораторные работы		не предусмотрен
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

### **ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Зачетные единицы</b>	<b>Академические часы</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		8
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия (ПЗ)		4
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>		96+4 (зачет)

<b>(всего)</b>		
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		50
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины; - подготовка к практическим занятиям		46
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		4
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		4
Практические занятия		4
Лабораторные работы		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

## 5. Структура и содержание дисциплины.

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

### 5.1. Структура дисциплины. ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование модуля	Трудоемк. часы	Лекции	Лаборат. работы	Практич. занятия	Сам. работа
1	Основные положения теории надёжности	26	6	-	6	14
2	Сбор и обработка информации о надёжности	30	8	-	8	14
3	Обеспечение надежности на разных этапах жизненного цикла технических систем	26	6	-	6	14
4	Диагностика и прогнозирование технического состояния и остаточного ресурса технических систем.	26	6	-	6	14
Всего на дисциплину		<b>108</b>	26	-	26	56

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование модуля	Трудоемк. часы	Лекции	Лаборат. работы	Практич. занятия	Сам. работа
1	Основные положения теории надёжности	27	1	-	1	25

2	Сбор и обработка информации о надёжности	27	1	-	1	25
3	Обеспечение надежности на разных этапах жизненного цикла технических систем	27	1	-	1	25
4	Диагностика и прогнозирование технического состояния и остаточного ресурса технических систем.	27	1	-	1	25
Всего на дисциплину		<b>108</b>	4	-	4	96+4

## **5.2 Содержание учебно-образовательных модулей.**

### **Модуль 1. «Основные положения теории надёжности».**

Основные понятия и законы теории надёжности. Терминология. Отказы. Причины отказов. Основные показатели надёжности. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Комплексные показатели надёжности.

### **Модуль 2. «Сбор и обработка информации о надёжности»**

. Статистический анализ показателей надёжности. Математические законы распределения вероятностей применительно к показателям надёжности. Сбор и обработка информации о надёжности. Определение показателей надёжности. Испытания на надёжность

### **Модуль 3. «Обеспечение надежности на разных этапах жизненного цикла изучаемых объектов».**

Обеспечение, поддержание и повышение надёжности технических систем на различных стадиях существования. Обеспечение надёжности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации. Надёжность технических систем с последовательным и параллельным соединением элементов. Резервирование. Поддержание надежности объектов при эксплуатации. Способы повышения надёжности.

### **Модуль 4. «Диагностика и прогнозирование технического состояния и остаточного ресурса технических систем».**

Техническая диагностика. Виды и способы диагностики. Объективная и субъективная диагностика. Порядок выполнения диагностических работ. Элементы теории прогнозирования. Прогнозирование надёжности и работоспособности технических систем. Методология определения остаточного ресурса машин и их элементов по диагностическим показателям. Определение долговечности основных элементов и агрегатов технических систем. Оптимальная долговечность технических систем.

## **5.3. Лабораторные работы**

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

## **5.4 Практические занятия**

**ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3а. Практические занятия и их трудоёмкость

Учебно - образовательный модуль. Цели занятий	Наименование практических занятий	Трудоёмкость в часах
<b>Модуль 1.</b> <b>Цель:</b> Знакомство с основными законами распределения статистических показателей надёжности.	Показатели надёжности и их оценка.	2
	Изучение и определение основных показателей надёжности	2
	Изучение законов распределения показателей надёжности. Условия применимости (Законы: нормальный, логарифмически нормальный, экспоненциальный, Вейбулла).	2
<b>Модуль 2.</b> <b>Цель:</b> Статистический анализ показателей надёжности.	Определение показателей эксплуатационной надёжности объекта по данным испытаний. Построение гистограммы.	4
	Выравнивание эмпирического распределения и оценка существенности расхождений между теоретической кривой и статистическим распределением с помощью критерия Пирсона.	4
<b>Модуль 3.</b> <b>Цель:</b> Обеспечение надёжности при проектировании, производстве и эксплуатации оборудования	Резервирование.	2
	Последовательное и параллельное соединение элементов в системе.	2
	Сложная техническая система.	2
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> Прогнозирование технического состояния и остаточного ресурса изделий	Определение остаточного ресурса технической системы по данным диагностики.	6

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Практические занятия и их трудоёмкость

Учебно-образовательный модуль. Цели занятий	Наименование практических занятий	Трудоёмкость в часах
<b>Модуль 1.</b> <b>Цель:</b> Знакомство с основными законами распределения статистических показателей надёжности.	Показатели надёжности и их оценка. Изучение и определение основных показателей надёжности. Изучение законов распределения показателей надёжности. Условия применимости (Законы: нормальный, логарифмически нормальный, экспоненциальный, Вейбулла).	1
<b>Модуль 2.</b> <b>Цель:</b> Статистический анализ показателей надёжности.	Определение показателей эксплуатационной надёжности объекта по данным испытаний. Построение гистограммы. Выравнивание эмпирического распределения и оценка существенности расхождений между теоретической кривой и статистическим распределением с помощью критерия Пирсона.	1
<b>Модуль 3.</b> <b>Цель:</b> Обеспечение надёжности при проектировании, производстве	Резервирование. Последовательное и параллельное соединение элементов в системе. Сложная техническая система.	1

и эксплуатации оборудования		
<b>Модуль 4.</b> <b>Цель:</b> Прогнозирование технического состояния и остаточного ресурса изделий	Определение остаточного ресурса технической системы по данным диагностики.	1

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим работам, к текущему контролю успеваемости, к зачету, в выполнении реферата.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на реферат.

В рамках дисциплины проводится 9 практических работ по очной форме обучения и 4 практических работы по заочной форме обучения, которые оцениваются устным опросом.

Посещение всех занятий обязательно. В случае неудовлетворительной оценки при контроле усвоения лекционного материала по какому-либо модулю, или пропуска практического занятия, на котором происходит контроль знаний, студент отвечает на заданные преподавателем вопросы по не зачетному модулю. Оценивание в этом случае проводится по содержанию, глубине и качеству ответов.

В рамках заочной формы обучения после установочных лекций, на которых дается краткое содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на контрольную работу. Контрольная работа состоит из заданий, соответствующих модулям 1-4. Выполненная контрольная работа посылается преподавателю не позднее, чем за две недели до начала лабораторно-экзаменационной сессии.

Возможная тематическая направленность реферативной работы для каждого учебно-образовательного модуля представлена в таблице 4.

**Таблица 4. Темы рефератов**

№ п/п	Модули	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
1	Модуль 1	Виды механических разрушений материалов.
2		Гипотезы разрушения при сложно - напряженном состоянии материалов.
3		Дислокационные представления о деформациях и разрушении.
4		Изменение структуры металлов при термообработке.

5	Модуль 3	Обеспечение надёжности машин при конструировании.
6		Обеспечение надёжности машин при изготовлении
7		Обеспечение надёжности машин при ремонте
8		Повышение надёжности дублированием
9		Физико-химические способы повышения надёжности деталей.
10		Способы повышения надёжности. Элементов машин.
11	Модуль 4	Надёжность технических систем.
12		Прогнозирование технического состояния машин.
13		Структурные схемы надёжности по узлам машин.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### 7.1. Основная литература по дисциплине

1. Оценка надёжности машин и оборудования: теория и практика : учебник для вузов по механическим, технологическим и конструкторским специальностям : в составе учебно-методического комплекса / И.Н. Кравченко [и др.]; под ред. И.Н. Кравченко. - Москва : Альфа-М : Инфра-М : Уником-сервис, 2012. - 334 с. - (Технологический сервис). - ISBN 978-5-98281-298-8 : 320 p. - (ID=64609-5)

2. Шишмарев, В.Ю. Надёжность технических систем : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.Ю. Шишмарев. - М. : Академия, 2010. - 304 с. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление). - Библиогр. : с. 301. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-6251-8 : 330 p. - (ID=82238-28)

3. Яхьяев, Н.Я. Основы теории надёжности и диагностика : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / Н.Я. Яхьяев, А.В. Кораблин. - М. : Академия, 2009. - 251 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Транспорт). - Библиогр. : с. 247 - 248. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-5734-7 : 249 p. 70 к. - (ID=75119-62)

### 7.2.) Дополнительная литература по дисциплине

1. Лисунов, Е.А. Практикум по надёжности технических систем : учебное пособие для вузов / Е.А. Лисунов. - 2-е изд. ; доп. и испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 04.08.2022. - ISBN 978-5-8114-1756-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211829> . - (ID=106034-0)

2. Малафеев, С.И. Надёжность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Приборостроение" и специальности "Авиационные приборы и измерительные комплексы" / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. - 3-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 10.08.2022. - ISBN 978-5-8114-8001-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171887> . - (ID=111171-0)

3. Воскобоев, В.Ф. Надёжность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для вузов МЧС России. Ч. 1 : Надёжность технических систем / В.Ф.

Воскобоев; МЧС России, Академия гражданской защиты. - Москва : Альянс, 2018. - 198 с. - Текст : непосредственный. - 561 р. - (ID=130716-6)

4. Сапожников, В.В. Основы теории надежности и технической диагностики : учебник / В.В. Сапожников, В.В. Сапожников, Д.В. Ефанов; Сапожников В.В., Сапожников В.В., Ефанов Д.В. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 25.08.2022. - ISBN 978-5-8114-3453-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/206324>. - (ID=137623-0)

### **7.3. Методические материалы**

1 Учебно-методический комплекс дисциплины "Основы надежности технических систем" направление подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль - Автономные энергетические системы : ФГОС 3+ / Каф. Торфяные машины и оборудование ; сост. О.В. Шамбер. - Тверь, 2017. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112449> . - (ID=112449-1)

### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

**7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**  
ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1,2,3,4. - М. : Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен:

<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112449>

## **8. Материально-техническое обеспечение.**

При изучении дисциплины «Основы надежности технических систем» используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы.

Возможна демонстрация лекционного материала с помощью оверхед-проектора (кодоскопа) и мультипроектора.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

### **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачёта.

Вид промежуточной аттестации устанавливается по согласованию с заведующим кафедрой:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

Критерии проставления зачёта.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий, предусмотренных в программе (реферата, практических работ).

### **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

Учебным планом курсовая работа и курсовой проект по дисциплине не предусмотрены.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Студенты очной формы обучения перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с возможностью получения зачета по результатам текущей успеваемости, посещения практических занятий, выполнения реферата.

Задание студентам очной формы обучения на реферат выдается на 2 неделе семестра, заочной формы обучения – на установочной сессии.

В учебном процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, а также всех видов самостоятельной работы.

### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний кафедры. Кроме дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.