

Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ТФ

А.В. Сорокин

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.4.2 «Основы теории надежности»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **15.03.05  
Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств**

Направленность (профиль, специализация): **Технологии, оборудование и  
автоматизация машиностроительных производств**

Статус дисциплины: **дисциплины (модули) по выбору**

Форма обучения: **заочная, очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	О.В. Ефременкова
	доцент	О.В. Ефременкова
Согласовал	Зав. кафедрой «ТиТМПП»	В.В. Гриценко
	руководитель направленности (профиля) программы	В.В. Гриценко

г. Рубцовск

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-18	способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению	Математические методы оценки уровня брака (параметрические методы надежности технических систем)	Разработать математическую модель технологического объекта с целью выявления факторов, оказывающих наибольшее влияние на надежность технологического объекта	Методами теоретического анализа надежности технологических систем. Статистическими методами управления качеством продукции
ПК-19	способность осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и	Классификацию состояний технических объектов (работоспособное, неработоспособное, повреждение, отказ)	Диагностировать состояния технологических объектов	Методами статистической оценки показателей надежности технологических систем

	систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией			
ПК-4	способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа	Современные тенденции в обеспечении высокого уровня надежности технологических систем на всех стадиях их жизненного цикла	Формализовано поставить задачу выбора оптимальной стратегии технического обслуживания технологических систем	Навыками решения математических моделей оптимизации стратегии технического обслуживания технологических систем

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Математика, Математические методы обработки данных, Сопротивление материалов
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Проектирование оптимальных систем автоматического управления, Управление качеством в машиностроении

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 2 / 72

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	6	0	10	56	18
очная	17	0	17	38	40

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения:** заочная

**Семестр:** 8

**Лекционные занятия (6ч.)**

**1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.) [1,2,3,4]** Оценка брака машиностроительных изделий и анализ причин его возникновения, разработка мероприятий по его предупреждению и устранению. Изучение математических методов оценки уровня брака

1. Введение. Проблема надежности технических систем. Общее понятие о надежности технических объектов. Состояния технических объектов. Временные понятия в теории надежности технических объектов. Основные показатели надежности технических объектов.

2. Вероятность безотказной работы, функция распределения и функция плотности распределения времени работы до отказа. Интенсивность отказов. Связь интенсивности отказов и вероятности безотказной работы. Средняя наработка до отказа. Пример расчета показателей безотказности невосстанавливаемых элементов.

3. Доводка и освоение технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции. Средняя наработка на отказ, среднее время восстановления. Параметр потока отказов, интенсивность восстановления. Вероятность восстановления, гамма-процентное время восстановления. Коэффициенты готовности и неготовности. Примеры расчета

некоторых показателей надежности восстанавливаемых объектов.

4. Экспоненциальное (показательное) распределение. Нормальное распределение (распределение Гаусса). Другие законы распределений времени работы объекта до отказа (между отказами). Вычисление плотности распределения времени работы до отказа и вероятности безотказной работы по известным законам распределения. Установление закона распределения времени работы до отказа (между отказами) элемента.

**2. Показатели надежности восстанавливаемых объектов(3ч.)[3,6]** Разработка проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, экономических, управленческих параметров с использованием современных информационных технологий и вычислительной техники.

5. Показатели безотказности последовательной системы. Показатели безотказности параллельной системы. Показатели безотказности мажоритарных систем (систем  $k$  из  $n$ ). Системы со смешанной структурой.

6. Общая математическая модель надежности восстанавливаемого элемента. Показатели надежности последовательной восстанавливаемой системы. Виды обеспечения надежности. Расчет надежности резервированных систем.

### **Практические занятия (10ч.)**

**1. Решение практических задач(10ч.)[1,2,5]** 1. Решение практических задач на определение показателей надежности невосстанавливаемых объектов.

2. Решение практических задач на определение показателей надежности восстанавливаемых объектов.

3. Решение практических задач на определение показателей надежности объекта по известным законам распределения времени работы объекта до отказа.

4. Решение задачи проверки гипотезы о законе распределения времени работы до отказа (между отказами) с использованием экспериментальных данных по критерию

### **Самостоятельная работа (56ч.)**

**1. Самостоятельное изучение разделов дисциплины(32ч.)[1,4,6,7]**

**2. Выполнение контрольной работы(20ч.)[2,4,5]**

**4. Подготовка к зачету(4ч.)[1,1,2,3]** Сдача зачета

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 7**

## **Лекционные занятия (17ч.)**

### **1. Основные понятия теории надежности. Надежность элементов(8ч.)[1,3,5]**

Оценка брака машиностроительных изделий и анализ причин его возникновения, разработка мероприятий по его предупреждению и устранению. Изучение математических методов оценки уровня брака

1. Введение. Проблема надежности технических систем. Общее понятие о надежности технических объектов. Состояния технических объектов. Временные понятия в теории надежности технических объектов. Основные показатели надежности технических объектов.

2. Вероятность безотказной работы, функция распределения и функция плотности распределения времени работы до отказа. Интенсивность отказов. Связь интенсивности отказов и вероятности безотказной работы. Средняя наработка до отказа. Пример расчета показателей безотказности невосстанавливаемых элементов.

3. Доводка и освоение технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции. Средняя наработка на отказ, среднее время восстановления. Параметр потока отказов, интенсивность восстановления. Вероятность восстановления, гамма-процентное время восстановления. Коэффициенты готовности и неготовности. Примеры расчета некоторых показателей надежности восстанавливаемых объектов.

4. Экспоненциальное (показательное) распределение. Нормальное распределение (распределение Гаусса). Другие законы распределений времени работы объекта до отказа (между отказами). Вычисление плотности распределения времени работы до отказа и вероятности безотказной работы по известным законам распределения. Установление закона распределения времени работы до отказа (между отказами) элемента.

**2. Надежность систем(9ч.)[1,2,4]** Разработка проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, экономических, управленческих параметров с использованием современных информационных технологий и вычислительной техники.

5. Показатели безотказности последовательной системы. Показатели безотказности параллельной системы. Показатели безотказности мажоритарных систем (систем  $k$  из  $n$ ). Системы со смешанной структурой.

6. Общая математическая модель надежности восстанавливаемого элемента. Показатели надежности последовательной восстанавливаемой системы. Виды обеспечения надежности. Расчет надежности резервированных систем.

## **Практические занятия (17ч.)**

### **1. Основные понятия теории надежности. Надежность элементов(10ч.)[4,5]**

Решение практических задач на определение показателей надежности невосстанавливаемых объектов.

2. Решение практических задач на определение показателей надежности восстанавливаемых объектов.

3. Решение практических задач на определение показателей надежности объекта по известным законам распределения времени работы объекта до отказа.

4. Решение задачи проверки гипотезы о законе распределения времени работы до отказа (между отказами) с использованием экспериментальных данных по критерию.

5. Контрольная работа.

**2. Надежность систем(7ч.)[3,6]** 6. Решение практических задач на расчет показателей надежности последовательных невосстанавливаемых систем.

7. Расчет показателей надежности параллельных невосстанавливаемых систем.

8. Решение практических задач на определение показателей надежности комбинированных систем и мажоритарных систем.

9. Решение практических задач на определение показателей надежности восстанавливаемых систем.

10. Решение практических задач на определение показателей надежности резервированных систем.

11. Контрольная работа

### **Самостоятельная работа (38ч.)**

**1. Изучение теоретического материала(9ч.)[3,6,7]** Проработка теоретического материала (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями)

**2. Выполнение расчетного задания(20ч.)[1,3,4]**

**4. Подготовка к зачету(9ч.)[1,2,3,4]** Сдача зачета

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Ефременкова, О.В. Математические основы теории надежности: учеб. пособие для студентов всех форм обучения направления "С"/ О.В. Ефременкова. - Рубцовск: РИО, 2016. - 71 с. URL: [https://edu.rubinst.ru/resources/books/Ephremenkova\\_O.V.\\_Matemat.osnovy\\_teorii\\_nad\\_ezhn.\\_\(UP\\_dlya\\_S\)\\_2016.pdf](https://edu.rubinst.ru/resources/books/Ephremenkova_O.V._Matemat.osnovy_teorii_nad_ezhn._(UP_dlya_S)_2016.pdf) (дата обращения 30.08.2021)

### **6. Перечень учебной литературы**

6.1. Основная литература

2. Сапожников, В. В. Основы теории надежности и технической

диагностики : учебник / В. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 588 с. — ISBN 978-5-8114-3453-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115495> (дата обращения: 22.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Зубарев, Ю. М. Основы надежности машин и сложных систем : учебник / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-8114-5183-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134345> (дата обращения: 22.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 6.2. Дополнительная литература

4. Карпов А.Г. Математические основы теории систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Карпов А.Г.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016.— 230 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72123.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Буре, В. М. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В. М. Буре, Е. М. Парилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1508-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168536> (дата обращения: 22.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Землянушнова Н.Ю. Основы теории надежности [Электронный ресурс]: практикум/ Землянушнова Н.Ю., Порохня А.А.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016.— 152 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66112.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

7. [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru)

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	Windows
2	Антивирус Kaspersky
3	LibreOffice

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Основы теории надежности»**

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-18: способность участвовать в разработке программ и методик контроля и испытания машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления, осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции, в оценке ее брака и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
ПК-19: способность осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
ПК-4: способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа		
--	--	--

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Показатели оценивания компетенций представлены в разделе «Требования к результатам освоения дисциплины» рабочей программы дисциплины «Основы теории надежности» с декомпозицией: знать, уметь, владеть.

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Основы теории надежности» используется 100-балльная шкала.

<b>Критерий</b>	<b>Оценка по 100-балльной шкале</b>	<b>Оценка по традиционной шкале</b>
Студент проявил знание программного материала, демонстрирует сформированные (иногда не полностью) умения и навыки, указанные в программе компетенции, умеет (в основном) систематизировать материал и делать выводы	25-100	<i>Зачтено</i>
Студент не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать выводы, четко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями	0-24	<i>Не зачтено</i>

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.**

<b>№ пп</b>	<b>Вопрос/Задача</b>	<b>Проверяемые компетенции</b>
1	Используя способность участвовать в оценке брака машиностроительных изделий, анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению, ответьте на вопросы: 1. Проблема надежности технических систем. Общее понятие о надежности технических объектов. 2. Состояния технических объектов. Временные понятия в теории надежности технических объектов. Основные показатели надежности технических объектов. 3. Интенсивность отказов. Связь интенсивности отказов и вероятности безотказной работы	ПК-18
2	Используя способность выполнять работы по доводке и	ПК-19

	<p>освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, ответьте на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Средняя наработка на отказ, среднее время восстановления. Параметр потока отказов, интенсивность восстановления.</li> <li>2. Вероятность восстановления, гамма-процентное время восстановления</li> <li>3. Коэффициенты готовности и неготовности. Примеры расчета некоторых показателей надежности восстанавливаемых объектов.</li> </ol>	
3	<p>Используя способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств с учетом технологических, эксплуатационных, экономических, управленческих параметров, ответьте на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Показатели безотказности последовательной системы.</li> <li>2. Показатели безотказности параллельной системы.</li> <li>3. Показатели безотказности мажоритарных систем</li> </ol>	ПК-4
4	<p>Применяя способность участвовать в оценке брака выпускаемой продукции, анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению, выполните практические задания:</p> <p>Решить практическую задачу на определение показателей надежности невосстанавливаемых объектов.</p> <p>Решить практическую задачу на определение показателей надежности восстанавливаемых объектов</p>	ПК-18
5	<p>Используя способность выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, выполните практические задания:</p> <p>Решить практическую задачу на расчет показателей надежности последовательных невосстанавливаемых систем.</p> <p>Решить практическую задачу на расчет показателей надежности параллельных невосстанавливаемых систем.</p> <p>Решение практических задач на определение показателей надежности комбинированных систем и мажоритарных систем.</p>	ПК-19

6	<p>Применяя способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств с учетом технологических, эксплуатационных, экономических, управленческих параметров, выполните практическое задание:</p> <p>Решить практическую задачу на определение показателей надежности резервированных систем.</p> <p>Решить практическую задачу на определение показателей надежности объекта по известным законам распределения времени работы объекта до отказа.</p> <p>Решить практическую задачу проверки гипотезы о законе распределения времени работы до отказа (между отказами) с использованием экспериментальных данных по критерию.</p>	ПК-4
---	---	------

**4.** Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.