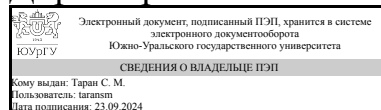


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



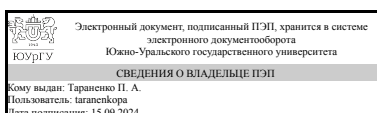
С. М. Таран

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.05.02 Надежность технических систем  
для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
уровень Магистратура  
магистерская программа Цифровые двойники в двигателестроении и  
транспортном машиностроении  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техническая механика**

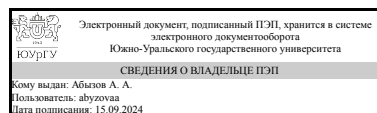
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., профессор



А. А. Абызов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью курса «Надежность технических систем» является подготовка магистров, владеющих основами современной теории, методами и средствами прогнозирования и управления надежностью сложных технических систем.

### Краткое содержание дисциплины

Дисциплина включает следующие разделы: Проблема обеспечения надежности на стадии проектирования, серийного производства и массовой эксплуатации изделий машиностроения. Экономический аспект надежности. Нормативно-методическое обеспечение системы управления качеством продукции. Основные понятия и определения теории надежности. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Модели отказов для описания различных стадий жизненного цикла изделий. Надежность сложных технических систем. Методы структурных и логических схем. Численный метод Монте-Карло. Применение теории Марковских случайных процессов и уравнений А.Н.Колмогорова к определению вероятностей пребывания сложных восстанавливаемых систем в возможных состояниях. Задачи управления надежностью и эффективностью. Элементы теории массового обслуживания. Испытания на надежность. Методы и практические приемы определительных и контрольных испытаний технических объектов. Ускоренные и форсированные испытания. Элементы теории технической диагностики. Аппаратурное и математическое обеспечение. Метод Байеса оценки эффективности многомерных диагностических систем.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 Способен планировать работы и разрабатывать конструкции двигателей и автотранспортных средств на основе сложных конечноэлементных расчетов и результатов междисциплинарного анализа динамики и прочности их узлов и агрегатов; разрабатывать методики и проводить виртуальные испытания различных подсистем двигателей и автотранспортных средств | Знает: основные понятия и определения теории надежности; методы моделирования состояния сложных технических систем на основе марковских процессов; классификацию и основные виды испытаний на надежность; методы ускоренных испытаний<br>Умеет: составлять графы, описывающие состояние технической системы; определять характеристики надежности по результатам испытаний партии изделий<br>Имеет практический опыт: расчетов вероятностей нахождения системы в различных состояниях и получения оценок характеристик надежности системы; получения усталостных характеристик материалов по результатам ускоренных испытаний |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

|                                                               |                                             |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|

|                                                                                                         |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников,<br>Введение в гидрогазодинамику | Экспериментальный модальный анализ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                                             | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников | <p>Знает: типичные расчетные случаи, рассчитанные на предотвращение критической ситуации, связанной с нарушением прочности конструкции, типовые задачи, решаемые методом конечных элементов в современных системах CAE, причины нарушения работоспособности элементов конструкции; виды расчетных случаев, применяемых в прочностных расчетах; интерфейс и основы работы в широко распространенных современных CAD и CAE системах, основанных на применении метода конечных элементов, основы метода конечных элементов</p> <p>Умеет: на основе системного подхода решать задачи методом конечных элементов, вырабатывать стратегию действий для предотвращения нарушения прочности конструкции, обосновывать выбор метода расчета, создавать адекватные геометрические модели деталей и механизмов для инженерного анализа; эффективно разбивать детали на конечные элементы; вычислять и анализировать поля напряжений, деформаций и перемещений при статическом, динамическом и тепловом воздействии; выполнять расчеты на устойчивость; делать многовариантные расчеты и выполнять параметрическую оптимизацию; анализировать результаты расчетов и формулировать выводы, корректировать геометрические модели изделия для последующего построения конечноэлементной модели; создавать конечноэлементные модели механических систем, выполнять их расчет, анализировать результаты расчета конечноэлементных моделей; Имеет практический опыт: решения задач в современных системах CAE, основанных на использовании метода конечных элементов, анализа проблемной ситуации, разработки адекватной расчетной конечноэлементной модели, анализа результатов и формулировки выводов, владения современными конечноэлементными пакетами; расчета динамики и прочности конечноэлементных моделей конструкций</p> |
| Введение в гидрогазодинамику                                           | Знает: физические свойства жидкостей и газов,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>физические законы равновесия и движения жидкостей и газов, основные уравнения газовой динамики, модели течения жидкостной и газовой сред и области их использования, физические законы равновесия и движения жидкостей и газов; методы моделирования газовых потоков в ДВС; теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках</p> <p>Умеет: решать прикладные задачи гидромеханики, включая расчеты трубопроводов и отдельных элементов гидросистем, силового воздействия жидкости и газа на ограничивающие поверхности, выполнять расчеты гидравлических потерь энергии, анализировать различные гидрогазодинамические явления и строить их математические модели; использовать основные уравнения газовой динамики для решения прикладных задач</p> <p>Имеет практический опыт: типовых расчетных исследований гидравлических сопротивлений и устройств истечения жидкостей и газов, путем снижения сил сопротивления и гидравлических потерь энергии, решения типовых задач гидрогазодинамики с привлечением физико-математического аппарата; решения задач течения жидкостей и газов в элементах двигателей внутреннего сгорания; решения задач внешней аэродинамики автомобилей</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             | Номер семестра                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             | 3                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 32          | 32                                 |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                                                                                                                                                                                                                                              | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 35,75       | 35,75                              |
| Подготовка к экзамену, к коллоквиумам                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 20          | 20                                 |
| Самостоятельное изучение следующих разделов курса: Расчет надежности сложных технических систем методом структурных схем, методом логических схем, методом статистических испытаний (Монте-Карло). Расчеты надежности и эффективности методом Марковских случайных процессов (с дискретными состояниями и фиксированным | 15,75       | 15.75                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| временем, с дискретными состояниями и непрерывным временем, методом стационарных цепей Маркова). Выполнение расчетов по определению параметров состояния методом теории массового обслуживания. Расчет вероятностных характеристик надежности изделий по результатам определительных испытаний; расчетная оценка достоверности эмпирических характеристик надежности. Определение параметров теоретических законов методами моментов и максимального правдоподобия. Обеспечение надежности изделий машиностроения на стадиях серийного производства и эксплуатации. |      |       |
| Консультации и промежуточная аттестация                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,25 | 4,25  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -    | зачет |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Проблема обеспечения надежности на стадии проектирования, серийного производства и массовой эксплуатации изделий машиностроения. Экономический аспект надежности. Нормативно-методическое обеспечение системы управления качеством продукции.                                                                                                    | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Основные понятия и определения теории надежности. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Модели отказов для описания различных стадий жизненного цикла изделий. Надежность сложных технических систем. Методы структурных и логических схем. Численный метод Монте-Карло. | 10                                        | 6 | 4  | 0  |
| 3         | Применение теории Марковских случайных процессов и уравнений А.Н.Колмогорова к определению вероятностей пребывания сложных восстанавливаемых систем в возможных состояниях. Задачи управления надежностью и эффективностью. Элементы теории массового обслуживания.                                                                              | 11                                        | 4 | 7  | 0  |
| 4         | Испытания на надежность. Методы и практические приемы определительных и контрольных испытаний технических объектов. Ускоренные и форсированные испытания. Элементы теории технической диагностики. Аппаратурное и математическое обеспечение. Метод Байеса оценки эффективности многомерных диагностических систем.                              | 9                                         | 4 | 5  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Введение. Назначение и задачи структурной теории надежности. Проблема прогнозирования и обеспечения надежности изделий на стадиях проектирования, производства и эксплуатации. Экономический аспект надежности. Система управления качеством изделий, организация и нормативно- методическая база, основные виды документации Росстандарта РФ | 2            |
| 2        | 2         | Основные понятия и определения. Показатели безотказности изделий (наработка до отказа, вероятность безотказной работы, функция интенсивности отказов, параметр потока отказов и др.). Основное                                                                                                                                                | 2            |

|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |
|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |   | интегральное уравнение, связывающее изменение во времени вероятности безотказной работы изделий с функцией интенсивности отказов. Модели отказов. Описание стадий приработки, стабильной работы и старения, охватывающих жизненный цикл изделий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |
| 3 | 2 | Показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости (наработка между отказами, гамма- процентный ресурс, нормативный ресурс, время восстановления, вероятность восстановления за заданное время, срок сохраняемости, гамма- процентный срок сохраняемости и др.). Комплексные показатели надежности (коэффициенты готовности, оперативной готовности, технического использования и др.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 |
| 4 | 2 | Надежность технических систем с невосстанавливаемыми элементами. Методы структурных и логических схем. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) определения вероятностных характеристик в задачах надежности сложных технических систем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2 |
| 5 | 3 | Элементы теории Марковских случайных процессов. Свойства Марковских процессов и их классификация (дискретные и непрерывные процессы в пространствах состояний и аргументов). Постановка задач надежности и эффективности сложных технических систем с изменяющимися во времени состояниями. Элементы теории графов. Представление процессов функционирования сложных объектов в виде переменных во времени вероятностей пребывания системы в возможных состояниях                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 |
| 6 | 3 | Системы с дискретными состояниями и интервалами времени (цепи Маркова). Матрица переходных вероятностей для однородной цепи Маркова. Реккурентная формула для определения вероятностей пребывания системы в заданных состояниях в различные интервалы времени. Замечание о неоднородных цепях Маркова. Системы с дискретными состояниями и непрерывным временем (непрерывные цепи Маркова). Элементы теории случайных импульсных потоков. Уравнения А.Н.Колмогорова для определения функций изменения во времени вероятностей пребывания системы в возможных состояниях. Стационарные непрерывные цепи Маркова. Метод определения финальных вероятностей . Задачи управления надежностью и эффективностью сложных технических систем | 2 |
| 7 | 4 | Элементы теории массового обслуживания. Постановка задачи оценки и управления эффективностью сложных систем. Частный случай уравнений А.Н.Колмогорова. Схема "гибели и размножения". Метод определения финальных вероятностей. Испытания на надежность. Классификация видов и методов испытаний. Характеристики, оцениваемые при испытаниях на надежность. Стратегии испытаний. Определительные испытания опытных и серийных образцов. Статистические методы обработки и интерпретации результатов испытаний. Оценка достоверности эмпирических характеристик надежности                                                                                                                                                             | 2 |
| 8 | 4 | Ускоренные испытания на надежность. Требования и условия проведения ускоренных испытаний. Сокращенные и форсированные испытания. Методы уплотнения рабочих циклов, форсирования по частоте и нагрузке, экстраполяции, доламывания, определения вероятностных характеристик и др. Основы теории технической диагностики. Цель и постановка задач. Аппаратурное и математическое обеспечение. Метод Байеса. Оценка достоверности и эффективности многомерных диагностических систем                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Модели отказов на различных стадиях жизненного цикла изделий        | 1            |

|       |   |                                                                                                                                                     |   |
|-------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|       |   | машиностроения: проектирование- производство- массовая эксплуатация                                                                                 |   |
| 2     | 2 | Расчет характеристик безотказности. Прогнозирование функций вероятностей безотказной работы                                                         | 1 |
| 3     | 2 | Расчет вероятностных характеристик долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости изделий. Комплексные показатели надежности                      | 1 |
| 5     | 2 | Метод статистических испытаний (Монте- Карло)                                                                                                       | 1 |
| 4     | 3 | Расчет характеристик надежности сложных технических систем с невосстанавливаемыми элементами методами структурных и логических схем                 | 1 |
| 6     | 3 | Применение метода графов возможных состояний для определения процессов функционирования сложных технических систем с восстанавливаемыми элементами. | 1 |
| 7,8   | 3 | Расчет вероятностных характеристик надежности и эффективность систем с дискретными состояниями и интервалами времени (цепи Маркова).                | 2 |
| 9,10  | 3 | Расчет характеристик надежности систем с дискретными состояниями и непрерывным временем (непрерывные цепи Маркова). Расчеты финальных вероятностей. | 2 |
| 11    | 3 | Расчеты систем массового обслуживания (Классическая задача Эрланга).                                                                                | 1 |
| 12,13 | 4 | Расчеты вероятностных характеристик, оцениваемых по результатам определительных и контрольных испытаний на надежность.                              | 2 |
| 14    | 4 | Расчеты вероятностных характеристик, оцениваемых по результатам форсированных испытаний образцов и конструкций на надежность.                       | 1 |
| 15    | 4 | Расчет характеристик эффективности многомерных диагностических систем (Метод Байеса).                                                               | 1 |
| 16    | 4 | Контроль самостоятельного изучения разделов курса (коллоквиум)                                                                                      | 1 |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |              |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                            | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену, к коллоквиумам | Биргер, И. А. Техническая диагностика. - М.: Машиностроение, 1978. -с.98-245,<br>Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения Текст учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 5-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011 с. 161-173, Проников, А. С. Надежность машин. - М.: Машиностроение, 1978. с.40-65, 154-175, Светлицкий, В. А. Статистическая механика и теория надежности Учеб. по специальностям "Динамика и прочность машин", "Ракетостроение", "Косм. летат. аппараты и разгон. блоки" В. А. Светлицкий. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. с. 191-268 | 3       | 20           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|
| <p>Самостоятельное изучение следующих разделов курса: Расчет надежности сложных технических систем методом структурных схем, методом логических схем, методом статистических испытаний (Монте- Карло). Расчеты надежности и эффективности методом Марковских случайных процессов (с дискретными состояниями и фиксированным временем, с дискретными состояниями и непрерывным временем, методом стационарных цепей Маркова).</p> <p>Выполнение расчетов по определению параметров состояния методом теории массового обслуживания. Расчет вероятностных характеристик надежности изделий по результатам определительных испытаний; расчетная оценка достоверности эмпирических характеристик надежности. Определение параметров теоретических законов методами моментов и максимального правдоподобия. Обеспечение надежности изделий машиностроения на стадиях серийного производства и эксплуатации.</p> | <p>Биргер, И. А. Техническая диагностика. - М.: Машиностроение, 1978.с.98-245, Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения Текст учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 5-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011 с. 161-173, Вентцель, Е. С. Исследование операций : Задачи, принципы, методология Текст учеб. пособие для втузов Е. С. Вентцель. - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2007. - с. 478- 485, Проников, А. С. Надежность машин. - М.: Машиностроение, 1978. с.40-65, 154-175, Труханов, В. М. Методы обеспечения надежности изделий машиностроения. - М.: Машиностроение, 1995с. 191-268</p> | 3 | 15,75 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 3        | Текущий контроль | Самостоятельная работа 1          | 1   | 5          | При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Коллоквиум проводится в форме письменной контрольной работы (45 минут). Билет включает 4 вопроса и задачу по теме "Характеристики надежности. Надежность технических систем с невосстанавливаемыми элементами" . Шкала оценивания: баллы за самостоятельную работу равны числу вопросов, на которые даны правильные ответы плюс 1 балл за правильно | зачет            |

|   |   |                  |                          |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |
|---|---|------------------|--------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                          |   | решенную задачу. Максимальное число баллов =5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Самостоятельная работа 2 | 1 | 5<br>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Коллоквиум проводится в форме письменной контрольной работы (45 минут). Билет включает 2 теоретических вопроса и задачу по теме "надежность техн. систем с восстанавливаемыми элементами" . Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на 2 вопроса, решена задача - 5 баллов; - Даны правильные ответы на 2 вопроса с несущественными ошибками, решена задача- 4 балла; - Даны правильный ответ на 1 вопроса, решена задача с несущественными ошибками- 3 балла; - нет правильных ответов на вопросы- 0 баллов. Максимальное число баллов =5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1. | зачет |
| 3 | 3 | Текущий контроль | Самостоятельная работа 3 | 1 | 5<br>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Коллоквиум проводится в форме письменной контрольной работы (45 минут). Билет включает 2 теоретических вопроса и задачу по теме "Испытания на надежность" . Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на 3 вопроса - 5 баллов; - Даны правильные ответы на 3 вопроса с несущественными ошибками- 4 балла; - Даны правильные ответы на 2 вопроса - 3 баллов; - Даны правильные ответы на 1 вопроса или нет правильных ответов - 0 баллов; Максимальное число баллов =5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.                                                                        | зачет |
| 4 | 3 | Текущий контроль | Самостоятельная работа 4 | 1 | 5<br>При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Коллоквиум проводится в форме письменной контрольной работы (45                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | зачет |

|   |   |                          |         |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |
|---|---|--------------------------|---------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |         |   |   | минут). Билет включает 2 теоретических вопроса и задачу по теме "Основы технической диагностики" . Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на вопросы, решена задача - 5 баллов; - Дан правильный ответ на 1 или 2 вопроса, решена задача с несущественными ошибками- 4 балла; - Дан правильный ответ на 1 вопрос или решена задача- 3 балла; - нет правильных ответов на вопросы, не решена задача - 0 баллов. Максимальное число баллов =5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.                                                                                                                                                                                              |       |
| 5 | 3 | Промежуточная аттестация | экзамен | - | 5 | При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Студенты, желающие повысить оценку, сдают экзамен, который проводится письменно. Билет содержит 5 вопросов. На подготовку отводится 90 минут. Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на 5 вопросов - 5 баллов; - Даны правильные ответы на 4 вопроса с несущественными ошибками - 4 балла; - Даны правильные ответы на 3 вопроса, возможно с несущественными ошибками - 3 балла; - Даны правильные ответы менее чем на на 3 вопроса - 0 баллов; Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1. | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Зачет выставляется на основании рейтинга, рассчитанного по мероприятиям текущего контроля в течение семестра. Рейтинг больше или равен 60% "зачтено", менее 60% - "не зачтено". Студенты, желающие повысить оценку, сдают письменный экзамен, который проводится письменно. В этом случае тоговый рейтинг по дисциплине рассчитывается в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы по рейтингу текущего контроля и рейтингу, полученному на промежуточной аттестации. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

|             |                     |      |
|-------------|---------------------|------|
| Компетенции | Результаты обучения | № КМ |
|-------------|---------------------|------|

|      |                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|---|
| ПК-3 | Знает: основные понятия и определения теории надежности; методы моделирования состояния сложных технических систем на основе марковских процессов; классификацию и основные виды испытаний на надежность; методы ускоренных испытаний | ++ |    |    |    | + |
| ПК-3 | Умеет: составлять графы, описывающие состояние технической системы; определять характеристики надежности по результатам испытаний партии изделий                                                                                      | ++ | ++ | ++ | ++ |   |
| ПК-3 | Имеет практический опыт: расчетов вероятностей нахождения системы в различных состояниях и получения оценок характеристик надежности системы; получения усталостных характеристик материалов по результатам ускоренных испытаний      |    |    |    | ++ |   |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Труханов, В. М. Надежность изделий машиностроения. Теория и практика Текст учебник для вузов по машиностроит. направлениям и специальностям В. М. Труханов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Спектр, 2013. - 335 с. ил.
2. Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения Текст учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 5-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011
3. Вентцель, Е. С. Исследование операций : Задачи, принципы, методология Текст учеб. пособие для втузов Е. С. Вентцель. - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2007. - 207, [1] с. ил.
4. Решетов, Д. Н. Надежность машин Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов Под ред. Д. Н. Решетова. - М.: Высшая школа, 1988. - 238 с. ил.
5. Светлицкий, В. А. Статистическая механика и теория надежности Учеб. по специальностям "Динамика и прочность машин", "Ракетостроение", "Косм. летат. аппараты и разгон. блоки" В. А. Светлицкий. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 503 с.
6. Голинкевич, Т. А. Прикладная теория надежности Учеб. для вузов по спец. "Автоматизир. системы управления". 2-е изд. - М.: Высшая школа, 1985. - 168 с. ил.
7. Острейковский, В. А. Теория надежности Учеб. для вузов по направлениям "Техника и технологии" и "Техн. науки" В. А. Острейковский. - М.: Высшая школа, 2003. - 462, [1] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Ротенберг, Р. В. Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда. - М.: Машиностроение, 1986. - 216 с.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. И.Я. Березин, Е.Е. Рихтер, А.А. Абызов, Д.В. Хрипунов  
Статистическая механика и надежность машин. Учебное пособие к курсовому проекту под ред. И.Я. Березина. – 3-е изд., расширенное и дополненное. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 60 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. И.Я. Березин, Е.Е. Рихтер, А.А. Абызов, Д.В. Хрипунов  
Статистическая механика и надежность машин. Учебное пособие к курсовому проекту под ред. И.Я. Березина. – 3-е изд., расширенное и дополненное. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 60 с.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Булинский, А.В. Теория случайных процессов. [Электронный ресурс] / А.В. Булинский, А.Н. Ширяев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2004. — 401 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2125">http://e.lanbook.com/book/2125</a>                                                   |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Стрижиус, В.Е. Методы расчета усталостной долговечности элементов авиаконструкций: справочное пособие. [Электронный ресурс] : справ. пособие — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2012. — 272 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5797">http://e.lanbook.com/book/5797</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.     | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 319<br>(2) | Аудитория, оборудованная доской для проведения практических занятий                                                                              |
| Лекции                          | 336<br>(2) | Аудитория, оборудованная компьютером, экраном и доской для чтения мультимедийных лекций                                                          |