

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 15.04.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СТАТИСТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ

| | |
|---|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Вариативная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.В.02 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 1 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 1 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 1 семестр - 16 часов; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 1 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 1 семестр - 93,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Тестирование Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 1 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Позняк Е.В. |
| | Идентификатор | Rd1b94958-PozniakYV-2647307e |

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Позняк Е.В. |
| | Идентификатор | Rd1b94958-PozniakYV-2647307e |

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Меркурьев И.В. |
| | Идентификатор | Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f |

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов теории вероятностей и теории надежности и безопасности для расчета машин и конструкций, находящихся под воздействием случайных природных и эксплуатационных нагрузок

Задачи дисциплины

- –формирование навыков проведения теоретических и расчетно-экспериментальных работ с элементами научных исследований для решения задач прикладной механики – задач динамики, прочности, устойчивости, рациональной оптимизации, долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин, конструкций, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры и их элементов;

- –освоение информационных технологий, современных систем компьютерной математики, наукоемких компьютерных технологий;

- –приобретение навыков составления расчетных схем и математических моделей для расчета объектов современной техники на случайные воздействия с оценкой показателей надежности и безопасности.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|--|--|
| ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности | | знать: - - методы обработки испытаний на надежность; - - основные нормативные документы по надежности технических систем; - - методы статистической оценки показателей надежности. уметь: - - оценивать техническое состояние и надежность технических систем; - - применять методы статистики для оценки показателей надежности; - - применять методы обработки статистических данных испытаний на надежность. |
| ПК-14 способностью проектировать машины и конструкции с учетом требований обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин | | знать: - - методы испытаний на надежность; - –основные понятия, термины и определения структурной теории надежности; - - основные типы резервирования объектов. уметь: - -использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности; - –составлять описания выполненных |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|--|
| | | <p>расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации;</p> <p>- –составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации (.</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры (далее – ОПОП), направления подготовки 15.04.03 Прикладная механика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать –основные понятия линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, теорию обыкновенных линейных дифференциальных уравнений (Б1.Б.07.03. Высшая математика);
- знать –основные уравнения и теоремы динамики системы материальных точек (Б1.В.05. Аналитическая динамика и теория колебаний)
- знать методы решения задач теории колебаний дискретных и распределенных систем (Б1.В.05. Аналитическая динамика и теория колебаний), (Б1.В.08. Динамика машин)
- знать основные понятия и методы теории вероятностей, теории случайных процессов, статистической динамики (Б1.В.ДВ.04.01. Статистическая механика и теория надежности)
- уметь –вычислять производные и интегралы от функций одной переменной, находить значения определенных интегралов (в том числе численно с применением квадратурных формул), вычислять интегралы по площади, решать обыкновенные дифференциальные уравнения (Б1.Б.07.03. Высшая математика)
- уметь - применять методы решения задач теории колебаний механических систем (Б1.В.05. Аналитическая динамика и теория колебаний), (Б1.В.08. Динамика машин)

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|-----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Основные понятия теории надежности | 27.0 | 1 | 9 | - | 3.0 | - | - | - | - | - | 15 | - | <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решение задачи по разделу "Основные понятия теории надежности". Студенту необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используется следующее: Показатели безотказности и долговечности</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные понятия теории надежности"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Основные понятия теории надежности и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные понятия теории надежности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия теории надежности"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> | |
| 1.1 | Составные элементы надежности | 5.5 | | 2 | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | 3 | | - |
| 1.2 | Основные показатели безотказности | 5.5 | | 1 | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | 4 | | - |
| 1.3 | Показатели долговечности | 5.5 | | 2 | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | 3 | | - |
| 1.4 | Основные законы надежности | 5.5 | | 2 | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | 3 | | - |
| 1.5 | Надежность восстанавливаемого элемента | 5 | | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 2 | | - |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|------|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | [3], 369-395 [4], 79-156 [8], 25-45 | |
| 2 | Надежность сложных систем | 22 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность сложных систем" |
| 2.1 | Механизмы взаимодействия элементов | 7 | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Надежность сложных систем" |
| 2.2 | Резервирование | 6 | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 3 | - | "Надежность сложных систем" и подготовка к контрольной работе |
| 2.3 | Понятие о деревьях отказов и деревьях событий. | 5 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 3 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Надежность сложных систем" |
| 2.4 | Оптимальное резервирование | 4 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решение задачи по разделу "Надежность сложных систем". Студенту необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используется следующее: Надежность предложенной сложной системы |
| 3 | . Испытания на надежность | 11.5 | 3 | - | 2.5 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу " |
| 3.1 | Виды испытаний | 3.5 | 1 | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | Испытания на надежность" |
| 3.2 | Статистические оценки показателей безотказности и долговечности | 8 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 312-323 [9], 156-195 |
| 4 | Надежность механических систем | 22.0 | 6 | - | 3.0 | - | - | - | - | - | - | 13 | - | <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решение задачи по разделу "Надежность механических систем". Студенту необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать |
| 4.1 | Основные пространства в теории надежности механических систем | 3.5 | 1 | - | 0.5 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | |
| 4.2 | Теория выбросов | 10.5 | 3 | - | 1.5 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|------|--|---|---|-----|---|---|---|---|---|----|---|--|
| 4.3 | Оценки для вероятности безотказной работы с использованием числовых характеристик выбросов | 8 | | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | 5 | - | <p>выводы. В качестве задания используется следующее: "Применение теории выбросов для оценки показателей надежности"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Надежность механических систем"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Надежность механических систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Надежность механических систем и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность механических систем"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 62-92</p> |
| 5 | Прикладные задачи теории надежности | 19.5 | | 6 | - | 2.5 | - | - | - | - | - | 11 | - | <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решение задачи по разделу "Прикладные задачи теории надежности". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используется следующее: "Масштабный эффект при хрупком разрушении"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Прикладные задачи теории надежности"</p> |
| 5.1 | Экстремумы случайного процесса | 6 | | 2 | - | 1 | - | - | - | - | 3 | - | | |
| 5.2 | Статистическая теория хрупкого разрушения | 7.5 | | 2 | - | 0.5 | - | - | - | - | 5 | - | | |
| 5.3 | Статистическая теория усталостного разрушения | 6 | | 2 | - | 1 | - | - | - | - | 3 | - | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Прикладные задачи теории надежности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Прикладные задачи теории надежности" и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Прикладные задачи теории надежности" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Прикладные задачи теории надежности"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 167-189 [5], 225-235 [6], 56-87 [7], 38-53</p> |
| 6 | Обоснование нормативных расчетов на надежность | 6 | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | 3 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Обоснование нормативных расчетов на надежность"</p> |
| 6.1 | Применение методов теории надежности к обоснованию нормативных расчетов | 6 | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | 3 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Обоснование нормативных расчетов на надежность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение</u></p> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|-----------|----------|-------------|----------|----------|----------|------------|-------------|-----------|-------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | <i>теоретического материала:</i> Изучение дополнительного материала по разделу "Обоснование нормативных расчетов на надежность" <i>Изучение материалов литературных источников:</i> [5], 396-422 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 32 | - | 16.0 | - | 2 | - | - | 0.5 | 60 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 32 | - | 16.0 | 2 | - | - | 0.5 | 93.5 | | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные понятия теории надежности

1.1. Составные элементы надежности

Безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Понятие отказа. Классификация отказов.

1.2. Основные показатели безотказности

Вероятность безотказной работы, вероятность отказов, частота отказов, интенсивность отказов.

1.3. Показатели долговечности

Ресурс, срок службы, наработка до отказа, время безотказной работы. Гамма-процентный ресурс, математическое ожидание и дисперсия ресурса.

1.4. Основные законы надежности

Экспоненциальный закон надежности. Другие законы надежности (степенной, нормальный, логнормальный, Вейбулла).

1.5. Надежность восстанавливаемого элемента

Поток восстановлений. Функция распределения долговечности. Математическое ожидание числа восстановлений, плотность восстановления. Пример: экспоненциальный закон надежности.

2. Надежность сложных систем

2.1. Механизмы взаимодействия элементов

Последовательное соединений. Параллельное соединение. Вычисление показателей надежности в общем случае.

2.2. Резервирование

Типы резервирования. Резервирование элемента без восстановления. Нагруженный, облегченный и ненагруженный резервы. Резервирование с восстановлением. Схема размножения и гибели в теории надежности. Стационарное решение в схеме размножения и гибели. Применение схемы гибели к резервированию без восстановления.

2.3. Понятие о деревьях отказов и деревьях событий.

Деревья отказов. Деревья событий.

2.4. Оптимальное резервирование

Критерии оптимизации.

3. Испытания на надежность

3.1. Виды испытаний

Определительные и контрольные испытания. Лабораторные, нормальные, ускоренные, ресурсные, эксплуатационные испытания. Стратегии испытаний.

3.2. Статистические оценки показателей безотказности и долговечности

Статистическая оценка законов распределений. Проверка гипотезы о законе распределения. Оценка параметра экспоненциального закона надежности.

4. Надежность механических систем

4.1. Основные пространства в теории надежности механических систем

Допустимая область в пространстве качества.. Отказ как выброс вектора качества из допустимой области. Вероятность безотказной работы.

4.2. Теория выбросов

Математическое ожидание числа выбросов в единицу времени случайного процесса за фиксированный уровень. Выбросы стационарного гауссовского процесса за фиксированный уровень. Выбросы случайного процесса за переменный и случайный уровни. Выбросы многомерного процесса.

4.3. Оценки для вероятности безотказной работы с использованием числовых характеристик выбросов

Оценка снизу. Односторонние и двусторонние оценки для вероятности безотказной работы. Пуассоновская модель отказов. Метод условных показателей надежности.

5. Прикладные задачи теории надежности

5.1. Экстремумы случайного процесса

Распределение экстремумов случайного процесса. Среднее число экстремумов. Общее число экстремумов. Плотность вероятности максимумов (минимумов) случайного процесса. Случай узкополосного стационарного процесса.

5.2. Статистическая теория хрупкого разрушения

Модель идеально хрупкого тела. Стохастическое определение предела прочности. Функция распределения предела прочности хрупкого тела при однородном напряженном состоянии. Асимптотическое распределение предела прочности. Распределение Вейбулла. Обобщение статистической теории хрупкого разрушения на случай неоднородного напряженного состояния. Масштабный эффект при хрупком разрушении. Изменчивость предела прочности. Определение параметров распределения Вейбулла по результатам испытаний.

5.3. Статистическая теория усталостного разрушения

Понятие о вероятностной поверхности усталости. Функция распределения предела выносливости. Накопление усталостных повреждений при случайных нагрузках. Мера повреждения. Линейное правило суммирования повреждений. Характеристическая долговечность при узкополосном стационарном гауссовском процессе нагружения.

6. Обоснование нормативных расчетов на надежность

6.1. Применение методов теории надежности к обоснованию нормативных расчетов

Статистическое истолкование коэффициента запаса. Расчетные нагрузки и сопротивления. Коэффициенты перегрузки и однородности. Учет фактора времени при определении расчетных нагрузок.

3.3. Темы практических занятий

1. Показатели надежности;
2. Надежность восстанавливаемых элементов;
3. Надежность сложных систем;
4. Применение схемы размножения и гибели в теории надежности;
5. Стационарное решение в схеме отказов и восстановлений;
6. Резервирование без восстановления;
7. Выбросы случайных процессов;
8. Масштабный эффект при хрупком разрушении.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Основные понятия теории надежности"
2. Обсуждение материалов по разделу "Надежность сложных систем"
3. Обсуждение материалов по разделу "Испытания на надежность"
4. Обсуждение материалов по разделу "Надежность механических систем"
5. Обсуждение материалов по разделу "Прикладные задачи теории надежности"
6. Обсуждение материалов по разделу "Обоснование нормативных расчетов на надежность"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Надежность сложных систем"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Надежность механических систем"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Прикладные задачи теории надежности"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Обоснование нормативных расчетов на надежность"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|--------------------|---|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Знать: | | | | | | | | |
| - методы статистической оценки показателей надежности | ПК-2(Компетенция) | | | + | | | | Тестирование/Тест № 2. Надежность сложных систем. |
| - основные нормативные документы по надежности технических систем | ПК-2(Компетенция) | + | | | | | | Тестирование/Тест № 1. Основные понятия теории надежности |
| - методы обработки испытаний на надежность | ПК-2(Компетенция) | | | + | | | | Тестирование/Тест № 3. Теория надежности механических систем |
| - основные типы резервирования объектов | ПК-14(Компетенция) | | + | | | | | Тестирование/Тест № 2. Надежность сложных систем. |
| -основные понятия, термины и определения структурной теории надежности | ПК-14(Компетенция) | + | | | + | | | Контрольная работа/Контрольная работа. Масштабный эффект при хрупком разрушении Тестирование/Тест № 1. Основные понятия теории надежности |
| - методы испытаний на надежность | ПК-14(Компетенция) | | + | + | | | | Тестирование/Тест № 1. Основные понятия теории надежности |
| Уметь: | | | | | | | | |
| - применять методы обработки статистических данных испытаний на надежность | ПК-2(Компетенция) | | | + | | | | Тестирование/Тест № 2. Надежность сложных систем. |
| - применять методы статистики для оценки показателей надежности | ПК-2(Компетенция) | | | | | + | | Тестирование/Тест № 1. Основные понятия теории надежности |

| | | | | | | | |
|--|--------------------|---|--|---|---|---|--|
| - оценивать техническое состояние и надежность технических систем | ПК-2(Компетенция) | | | | + | | Тестирование/Тест № 1. Основные понятия теории надежности |
| –составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации (| ПК-14(Компетенция) | | | | + | + | Тестирование/Тест № 3. Теория надежности механических систем |
| –составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации | ПК-14(Компетенция) | | | + | | + | Тестирование/Тест № 3. Теория надежности механических систем |
| -использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности | ПК-14(Компетенция) | + | | | | + | Тестирование/Тест № 1. Основные понятия теории надежности |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа. Масштабный эффект при хрупком разрушении (Контрольная работа)
2. Тест № 1. Основные понятия теории надежности (Тестирование)
3. Тест № 2. Надежность сложных систем. (Тестирование)
4. Тест № 3. Теория надежности механических систем (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учебное пособие для вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров . – 5-е изд., стер . – М. : КноРус, 2014 . – 448 с. - ISBN 978-5-406-03549-8 .;
2. Гусев, А. С. Вероятностные методы в механике машин и конструкций : учебное пособие для вузов по направлению "Прикладная механика" специальности "Динамика и прочность машин" / А. С. Гусев ; Ред. В. А. Светлицкий . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009 . – 224 с. - ISBN 978-5-7038-3160-1 .;
3. Светлицкий, В. А. Статистическая механика и теория надежности : Учебник для вузов по специальностям "Динамика и прочность машин", "Ракетостроение", "Космические летательные аппараты и разгонные блоки" / В. А. Светлицкий . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 . – 504 с. - ISBN 5-7038-1772-2 .;
4. Гнеденко, Б. В. Математические методы в теории надежности: Основные характеристики надежности и их статистический анализ / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев . – М. : Наука, 1965 . – 524 с. – (Физико-математическая б-ка инженера) .;
5. Окопный, Ю. А. Колебания линейных систем : учебное пособие для вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств" / Ю. А. Окопный, В. П. Радин, В. П. Чирков . – М. : Спектр, 2014 . – 432 с. - ISBN 978-5-4442-0041-4 .;
6. Мишенков, Г. В. Прикладные задачи виброударозащиты аппаратов, машин и оборудования : учебное пособие для вузов по специальностям 140601 "Электромеханика", 140602 "Электрические и электронные аппараты" направления 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и по специальности 140503 "Газотурбинные,

паротурбинные установки и двигатели" направления 140500 "Энергомашиностроение": [посвящ. 75-летию МЭИ] / Г. В. Мишенков, Е. В. Позняк, В. Е. Хроматов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 152 с. - ISBN 5-903072-14-3 .;

7. Бендат, Дж. Прикладной анализ случайных данных : пер. с англ. / Дж. Бендат, А. Пирсол . – М. : Мир, 1989 . – 540 с.;

8. Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев- "Математические методы в теории надежности", Издательство: "Наука", Москва, 1965 - (526 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116242>;

9. Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко- "Введение в теорию массового обслуживания", Издательство: "Гос. изд-во физико-математической лит.", Москва, 1966 - (432 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116245>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Ansys / CAE Fidesys;
2. Scilab;
3. Python;
4. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|-------------------------------|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-411, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Б-411, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Б-412, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| | Б-413, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Компьютерный | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, |

| | | |
|--|--|--|
| | читальный зал | компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Б-110/1, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ" | кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Б-06а, Учебная лаборатория | стеллаж для хранения книг |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая механика и теория надежности

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест № 1. Основные понятия теории надежности (Тестирование)

КМ-2 Тест № 2. Надежность сложных систем. (Тестирование)

КМ-3 Тест № 3. Теория надежности механических систем (Тестирование)

КМ-4 Контрольная работа. Масштабный эффект при хрупком разрушении (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 3 | 6 | 11 | 13 |
| 1 | Основные понятия теории надежности | | | | | |
| 1.1 | Составные элементы надежности | | + | | | + |
| 1.2 | Основные показатели безотказности | | + | | | + |
| 1.3 | Показатели долговечности | | + | | | + |
| 1.4 | Основные законы надежности | | + | | | |
| 1.5 | Надежность восстанавливаемого элемента | | + | | | |
| 2 | Надежность сложных систем | | | | | |
| 2.1 | Механизмы взаимодействия элементов | | + | | | |
| 2.2 | Резервирование | | | + | | |
| 2.3 | Понятие о деревьях отказов и деревьях событий. | | | + | | |
| 2.4 | Оптимальное резервирование | | | + | | |
| 3 | . Испытания на надежность | | | | | |
| 3.1 | Виды испытаний | | | + | + | |
| 3.2 | Статистические оценки показателей безотказности и долговечности | | + | | + | |
| 4 | Надежность механических систем | | | | | |

| | | | | | |
|------------|--|----|----|----|----|
| 4.1 | Основные пространства в теории надежности механических систем | + | | | + |
| 4.2 | Теория выбросов | | | + | |
| 4.3 | Оценки для вероятности безотказной работы с использованием числовых характеристик выбросов | + | | + | |
| 5 | Прикладные задачи теории надежности | | | | |
| 5.1 | Экстремумы случайного процесса | | | + | |
| 5.2 | Статистическая теория хрупкого разрушения | + | | | |
| 5.3 | Статистическая теория усталостного разрушения | + | | | |
| 6 | Обоснование нормативных расчетов на надежность | | | | |
| 6.1 | Применение методов теории надежности к обоснованию нормативных расчетов | | | + | |
| Вес КМ, %: | | 20 | 20 | 30 | 30 |