

**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**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Статистическая механика и теория надежности**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец   | Чирков В.П.                  |
|  | Идентификатор                                      | R5a0851f5-ChirkovVP-f96deff3 |

(подпись)

В.П. Чирков

(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)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-4 Способен разрабатывать методические и нормативные документы. в том числе проекты стандартов и сертификатов с учетом действующих стандартов качества, обеспечивать их внедрение на производстве

ИД-2 Способен применять методы теории надежности для обоснования нормативных расчетов

2. ОПК-12 Способен создавать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разрабатывать современные цифровые программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации

ИД-2 Способен выполнить обработку результатов испытаний для оценки показателей надежности объектов профессиональной деятельности

3. ПК-1 Готов участвовать в научных и расчетно-экспериментальных исследованиях объектов профессиональной деятельности с целью обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, безопасности и надежности

ИД-6 Способен оценивать показатели надежности и прогнозировать надежность объекта профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

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)

## БРС дисциплины

1 семестр

| Раздел дисциплины                  | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                    | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                    | Срок КМ:                        | 3    | 6    | 11   | 13   |
| Основные понятия теории надежности |                                 |      |      |      |      |
| Составные элементы надежности      |                                 | +    |      |      |      |

|  |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|
| Основные показатели безотказности  | +  |    |    |    |
| Показатели долговечности   | +  |    |    |    |
| Основные законы надежности   | +  |    |    |    |
| Надежность восстанавливаемого элемента   |    | +  |    |    |
| Надежность сложных систем  |    |    |    |    |
| Механизмы взаимодействия элементов   |    |    | +  |    |
| Резервирование   | +  |    |    |    |
| Понятие о деревьях отказов и деревьях событий.   | +  |    |    |    |
| Оптимальное резервирование   | +  |    |    |    |
| . Испытания на надежность  |    |    |    |    |
| Виды испытаний   |    | +  | +  |    |
| Статистические оценки показателей безотказности и долговечности                            |    |    | +  | +  |
| Надежность механических систем   |    |    |    |    |
| Основные пространства в теории надежности механических систем                              | +  |    |    |    |
| Теория выбросов  | +  |    |    |    |
| Оценки для вероятности безотказной работы с использованием числовых характеристик выбросов | +  |    |    |    |
| Прикладные задачи теории надежности  |    |    |    |    |
| Экстремумы случайного процесса   | +  |    |    |    |
| Статистическая теория хрупкого разрушения  | +  |    |    |    |
| Статистическая теория усталостного разрушения  |    | +  |    |    |
| Обоснование нормативных расчетов на надежность   |    |    |    |    |
| Применение методов теории надежности к обоснованию нормативных расчетов                    |    |    | +  | +  |
| Вес КМ:  | 20 | 20 | 30 | 30 |

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор  | Запланированные результаты обучения по дисциплине  | Контрольная точка   |
|--------------------|--|--|---|
| ОПК-4              | ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Способен применять методы теории надежности для обоснования нормативных расчетов   | Знать:<br>- методы испытаний на надежность<br>- методы статистической оценки показателей надежности<br>Уметь:<br>- применять методы обработки статистических данных испытаний на надежность<br>- применять методы статистики для оценки показателей надежности | Тест № 2. Надежность сложных систем. (Тестирование)<br>Тест № 3. Теория надежности механических систем (Тестирование)   |
| ОПК-12             | ИД-2 <sub>ОПК-12</sub> Способен выполнить обработку результатов испытаний для оценки показателей надежности объектов профессиональной деятельности | Знать:<br>- методы обработки испытаний на надежность<br>- основные нормативные документы по надежности технических систем<br>Уметь:<br>-использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных   | Тест № 1. Основные понятия теории надежности (Тестирование)<br>Тест № 2. Надежность сложных систем. (Тестирование)<br>Тест № 3. Теория надежности механических систем (Тестирование)<br>Контрольная работа. Масштабный эффект при хрупком разрушении (Контрольная работа) |

|      |          |  |   |  |
|------|----------|--|---|--|
|      |          |  | <p>дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности</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>  |  |
| ПК-1 | ИД-бпк-1 | Способен оценивать показатели надежности и прогнозировать надежность объекта профессиональной деятельности | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы резервирования объектов</li> <li>–основные понятия, термины и определения теории надежности технических систем</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать техническое состояние и надежность технических систем</li> <li>–самостоятельно разбираться в методиках расчета на случайные воздействия и применять их для решения поставленной задачи</li> </ul> | Тест № 1. Основные понятия теории надежности (Тестирование)<br>Контрольная работа. Масштабный эффект при хрупком разрушении (Контрольная работа) |

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Тест № 1. Основные понятия теории надежности**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Индивидуальные задания по предложенным вариантам

#### **Краткое содержание задания:**

Ответить на предложенные вопросы

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| Знать: - основные типы резервирования объектов   | 1. Дайте определение резервирования                                    |
| Знать: –основные понятия, термины и определения теории надежности технических систем   | 1. Что такое ресурсный отказ?  |
| Уметь: -использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в процессе профессиональной деятельности | 1. Как связана дисперсия ресурса и вероятность безотказной работы?     |
| Уметь: - оценивать техническое состояние и надежность технических систем   | 1. Как связаны вероятность безотказной работы и интенсивность отказов? |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### **КМ-2. Тест № 2. Надежность сложных систем.**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Индивидуальные задания по предложенным вариантам

#### **Краткое содержание задания:**

Ответить на предложенные вопросы

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|  |   |
|--|---|
| Знать: - методы статистической оценки показателей надежности             | 1. Дайте определение облегченного резерва                   |
| Знать: - основные нормативные документы по надежности технических систем | 1. Дайте определение последовательного соединения элементов |
| Уметь: - применять методы статистики для оценки показателей надежности   | 1. Чем отличаются деревья отказов и деревья событий?        |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**КМ-3. Тест № 3. Теория надежности механических систем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Индивидуальные задания по предложенным вариантам

**Краткое содержание задания:**

Ответить на предложенные вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|   |  |
|---|--|
| Знать: - методы испытаний на надежность   | 1. В чем состоит метод условных показателей надежности?                  |
| Уметь: - применять методы обработки статистических данных испытаний на надежность   | 1. Как связаны числовые характеристики выбросов и показатели надежности? |
| Уметь: –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 | 1. При каких условиях справедлива пуассоновская модель отказов?          |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено



*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

#### **КМ-4. Контрольная работа. Масштабный эффект при хрупком разрушении**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменное решение предложенной задачи

**Краткое содержание задания:**

Дать решение задачи

**Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| Знать: - методы обработки испытаний на надежность  | 1.Что такое масштабный эффект при хрупком разрушении?              |
| Уметь: –самостоятельно разбираться в методиках расчета на случайные воздействия и применять их для решения поставленной задачи | 1.Как зависит математическое ожидание предела прочности от объема? |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Основные понятия теории надежности. Составные элементы надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.
2. Выбросы стационарного гауссовского процесса за фиксированный уровень.
3. Стержень квадратного сечения со стороной  $a$  находится в условиях внецентренного растяжения с эксцентриситетом  $e = a/4$  который отсчитывается вдоль одной из главных центральных осей. Предел прочности распределен по закону Вейбулла при  $r_0=0$ . Установить зависимость  $(R(e))/(R(0))$

### Процедура проведения

Подготовка 1,5 часа с последующим опросом

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-4</sub> Способен применять методы теории надежности для обоснования нормативных расчетов

#### Вопросы, задания

1. Перечислите виды испытаний на надежность
2. Что такое срок службы объекта?
3. Перечислите основные пространства в теории надежности

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Последовательное соединение элементов характеризуется тем, что:

Ответы:

а) отказ любого из элементов системы влечет за собой отказ всей системы; б) отказ системы произойдет, если откажут все элементы; в) система будет работать безотказно, если безотказно работает хотя бы один элемент

Верный ответ: а)

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-12</sub> Способен выполнить обработку результатов испытаний для оценки показателей надежности объектов профессиональной деятельности

#### Вопросы, задания

1. Дайте определение критического отказа
2. Чем определяется изменчивость предела прочности?
3. Что такое критерии согласия при обработке данных испытаний на надежность?

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Безотказность – это свойство объекта:

Ответы:

- а) заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта; б) сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в течение и после хранения и (или) транспортирования; в) сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта; г) непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение определенного времени или наработки.

Верный ответ: г)

2. Безотказность и долговечность сложных систем наибольшая при режиме резервирования:

Ответы:

- а) нагруженном; б) облегченном; в) ненагруженном.

Верный ответ: в)

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-бПК-1 Способен оценивать показатели надежности и прогнозировать надежность объекта профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

- 1. Перечислите показатели безотказности
- 2. Дайте определение нагруженного резерва

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1. Долговечность – это свойство объекта:

Ответы:

- а) сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта; б) сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в течение и после хранения и (или) транспортирования; в) непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение определенного времени или наработки; г) заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Верный ответ: а)

2. Ненагруженный тип резервирования это такой режим, при котором:

Ответы:

- а) резервные элементы не несут нагрузки до начала выполнения ими функций основных элементов. б) резервные элементы находятся в менее нагруженном режиме до отказа; основных элементов и включаются в нагруженный режим после их отказа; в) резервные элементы находятся в том же режиме, что и основные.

Верный ответ: а)

## II. Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

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