

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

**Направление подготовки/специальность: 15.03.03 Прикладная механика**

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

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**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                                           | 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)

## 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. ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности
2. ПК-12 готовностью участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1. Подсчет вероятностей (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2. Случайные величины (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 3. Случайные процессы (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 4. Статистическая динамика (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

8 семестр

| Раздел дисциплины                                                                | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                  | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                                  | Срок КМ:                        | 4    | 6    | 8    | 12   |
| Основные понятия теории вероятностей                                             |                                 |      |      |      |      |
| Непосредственный подсчет вероятностей                                            |                                 | +    | +    |      |      |
| Применение теорем сложения и умножения вероятностей                              |                                 | +    | +    |      |      |
| Формула полной вероятности и формула Байеса. Схемы Бернулли и Пуассона (2 часа). |                                 | +    | +    |      |      |
| Случайные величины и их распределения                                            |                                 |      |      |      |      |
| Распределения случайных величин, числовые характеристики                         |                                 | +    | +    |      |      |
| Многомерные случайные величины                                                   |                                 | +    | +    |      |      |

|                                                     |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Детерминистические функции случайных величин        | +  | +  |    |    |
| Основные понятия математической статистики          |    |    |    |    |
| Основные понятия и задачи математической статистики | +  | +  |    |    |
| Аналитические методы нахождения оценок              | +  | +  |    |    |
| Доверительные интервалы                             | +  | +  |    |    |
| Статистические оценки                               | +  | +  |    |    |
| Теория случайных процессов                          |    |    |    |    |
| Понятие случайных функций                           | +  | +  | +  |    |
| Моментные функции случайного процесса               | +  | +  | +  |    |
| Спектральные представления случайных процессов      |    |    | +  |    |
| Многомерные случайные процессы                      |    |    | +  |    |
| Дифференцирование случайных процессов               |    |    | +  |    |
| Методы статистической динамики                      |    |    |    |    |
| Основные понятия статистической динамики            |    |    | +  | +  |
| Методы решения задач статистической динамики        |    |    | +  | +  |
| Нелинейные задачи статистической динамики           |    |    |    | +  |
| Вес КМ:                                             | 20 | 25 | 20 | 35 |

\$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                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2               | ПК-2(Компетенция)  | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы описания случайных процессов и полей (ПК-2)</li> <li>- методы решения задач статистической динамики по определению стохастической реакции механических систем на действие случайных нагрузок различной природы (ПК-2)</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– аппроксимировать реальные внешние природные и эксплуатационные нагрузки подходящими случайными величинами и процессами (ПК-2);</li> </ul> | <p>Контрольная работа № 3. Случайные процессы (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа № 4. Статистическая динамика (Контрольная работа)</p>                                                                          |
| ПК-12              | ПК-12(Компетенция) | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, определения и теоремы теории вероятностей, методы математической</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Контрольная работа № 1. Подсчет вероятностей (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа № 2. Случайные величины (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа № 4. Статистическая динамика (Контрольная работа)</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>статистики и теории случайных функций (ПК-12)</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–самостоятельно разбираться в методиках расчета на случайные воздействия и применять их для решения поставленной задачи (ПК-12);</li> <li>–составлять расчетные схемы и математические модели для расчета машин и конструкций на случайные воздействия (ПК-12)</li> </ul> |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

### **КМ-1. Контрольная работа № 1. Подсчет вероятностей**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Индивидуальные задания по билетам

#### **Краткое содержание задания:**

Вычислить вероятность предложенного события с использованием определений вероятности, теорем и формул

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                           |                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: - основные понятия, определения и теоремы теории вероятностей, методы математической статистики и теории случайных функций (ПК-12) | 1.Что такое геометрическая вероятность?<br>2.Дайте определение условной вероятности<br>3.Запишите формулу полной вероятности |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### **КМ-2. Контрольная работа № 2. Случайные величины**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Индивидуальные задания по билетам

#### **Краткое содержание задания:**

Найти закон распределения или числовые характеристики случайных величин или их детерминистических функций

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                         |                                           |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Знать: - основные понятия, определения и теоремы теории | 1.Дайте определение плотности вероятности |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

|                                                                                   |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|
| вероятностей, методы математической статистики и теории случайных функций (ПК-12) |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-3. Контрольная работа № 3. Случайные процессы**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Индивидуальные задания по билетам

**Краткое содержание задания:**

Найти моментные функции или спектральные плотности случайных процессов

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: - методы описания случайных процессов и полей (ПК-2)                                                                            | 1.Что такое случайная цепь?<br>2.Дайте определение корреляционной функции случайного процесса<br>3.Какой процесс называется эргодическим?<br>4.Сформулируйте теорему Винера - Хинчина |
| Уметь: –аппроксимировать реальные внешние природные и эксплуатационные нагрузки подходящими случайными величинами и процессами (ПК-2); | 1.Какими свойствами обладает спектральная плотность стационарного процесса?<br>2.Какими свойствами обладают взаимные спектральные плотности многомерного стационарного процесса?      |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*



*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

#### **КМ-4. Контрольная работа № 4. Статистическая динамика**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Индивидуальные задания по билетам

**Краткое содержание задания:**

Найти связь между характеристиками случайных процессов на входе и выходе системы.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: - методы решения задач статистической динамики по определению стохастической реакции механических систем на действие случайных нагрузок различной природы (ПК-2) | 1.Какая система называется стационарной?<br>2.Какие методы решения задач статистической динамики Вы знаете?<br>3.Что такое передаточная функция системы?      |
| Уметь: –самостоятельно разбираться в методиках расчета на случайные воздействия и применять их для решения поставленной задачи (ПК-12);                                 | 1.Как связаны корреляционные функции входа и выхода в методе моментных функций?<br>2.Как применить спектральный метод к случайным колебаниям линейных систем? |
| Уметь: –составлять расчетные схемы и математические модели для расчета машин и конструкций на случайные воздействия (ПК-12)                                             | 1.В чем состоит смысл гипотезы квазигауссовости?<br>2.Сформулируйте критерии статистической линеаризации.                                                     |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Понятие вероятности. Классическое и статистическое определения вероятности. Геометрические вероятности. Примеры.
2. Стационарные случайные процессы. Стационарность в узком и в широком смысле. Свойства корреляционной функции стационарного случайного процесса. Понятие об эргодических процессах.
3. Определить корреляционную функцию и спектральную плотность производной от стационарного случайного процесса  $U(t)$ , корреляционная функция которого равна  $K_u(\tau) = \sigma^2 \exp(-\alpha^2 \tau^2)$ .

### Процедура проведения

После подготовки 1,5 часа по предложенному билету устный опрос с дополнительными вопросами

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

#### **1. Компетенция/Индикатор:** ПК-2(Компетенция)

#### **Вопросы, задания**

1. При каких условиях применимо классическое определение вероятности?
2. Приведите пример стационарного но не эргодического случайного процесса
3. Сформулируйте необходимые и достаточные условия дифференцируемости случайного процесса

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Случайная цепь это:

Ответы:

а) непрерывная функция непрерывного аргумента; б) дискретная функция непрерывного аргумента; в) непрерывная функция дискретного аргумента; г) дискретная функция дискретного аргумента.

Верный ответ: г)

2. Какое из приведенных утверждение неверно? Случайный процесс называется стационарным, если его:

Ответы:

а) многооточечные плотности вероятностей не зависят от выбора начального момента времени; б) математическое ожидание не зависит от времени; в) дисперсия не зависит от времени; г) корреляционная функция не зависит от времени; д) корреляционная функция зависит от разности аргументов.

Верный ответ: г)

3. Случайная последовательность это:

Ответы:

а) непрерывная функция непрерывного аргумента; б) дискретная функция непрерывного аргумента; в) непрерывная функция дискретного аргумента; г) дискретная функция дискретного аргумента

Верный ответ: в)

## **2. Компетенция/Индикатор: ПК-12(Компетенция)**

### **Вопросы, задания**

1. Что такое семиинварианты (кумулянты)?
2. Каковы свойства функции распределения случайной величины?
3. Что такое композиция распределений?

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Случайный процесс это функция

Ответы:

а) пространственных координат; б) времени; в) пространственных координат и времени

Верный ответ: б)

2. Система называется стационарной, если:

Ответы:

а) ее свойства инвариантны по отношению к выбору начального отсчета времени; б) связь между входными или выходными процессами осуществляется с помощью функционального преобразования; в) связь между входными или выходными процессами описывается дифференциальными или интегро-дифференциальными соотношениями; г) ее свойства заданы или определены неслучайным образом.

Верный ответ: а)

3. Система называется вырожденной, если:

Ответы:

а) ее свойства определены неслучайным образом; б) ее свойства инвариантны по отношению к выбору начального отсчета времени; в) она описывается дифференциальными или интегро-дифференциальными соотношениями между входными или выходными процессами; г) связь между входными или выходными процессами осуществляется с помощью функционального преобразования

Верный ответ: г)

4. Система является линейной, если:

Ответы:

а) она описывается линейным оператором, удовлетворяющим условию суперпозиции б) связь между входными или выходными процессами описывается дифференциальными или интегро-дифференциальными соотношениями; в) ее свойства инвариантны по отношению к выбору начального отсчета времени; г) связь между входными или выходными процессами осуществляется с помощью функционального преобразования

Верный ответ: а)

## **II. Описание шкалы оценивания**

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно*

### ***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.