

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

**Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Математическая обработка результатов экспериментов**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бухаров А.В.
	Идентификатор	R2a4c31b9-BukharovAV-f1e45d71

(подпись)

А.В. Бухаров

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дмитриев А.С.
	Идентификатор	R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae29

(подпись)

А.С.

Дмитриев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

(подпись)

Ю.Ю.

Пузина

(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-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы в элементах энергетического оборудования

ИД-1 Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение математического ожидания и дисперсии по заданной функции распределения случайной величины (Контрольная работа)
2. Построение графиков интегральной функции распределения по известной дифференциальной функции и наоборот (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Классификация погрешностей при измерениях (Перекрестный опрос)
2. Статистический анализ оценок (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	11	15
Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения					
Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения.			+	+	
Случайные события и случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Нормальное распределение случайной величины.					
Случайные события и случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Нормальное распределение случайной величины.			+	+	
Генеральная совокупность и выборка. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности.					
Генеральная совокупность и выборка. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности.			+	+	

Статистический анализ оценок. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Квантиль; уровень значимости. Распределения Стьюдента, Пирсона и Фишера. Случайные погрешности при косвенных измерениях.				
Статистический анализ оценок. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Квантиль; уровень значимости. Распределения Стьюдента, Пирсона и Фишера. Случайные погрешности при косвенных измерениях.	+	+		
Анализ зависимостей между случайными величинами. Корреляция. Регрессия. Регрессионный анализ. Нахождение коэффициентов линейной регрессии и их статистический анализ.				
Анализ зависимостей между случайными величинами. Корреляция. Регрессия. Регрессионный анализ. Нахождение коэффициентов линейной регрессии и их статистический анализ.	+	+		
Расчет составляющих погрешности при технических (однократных) измерениях температуры объекта.				
Расчет составляющих погрешности при технических (однократных) измерениях температуры объекта.	+	+		
Вес КМ:	15	30	30	25

\$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-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин	Знать: основы теории вероятностей и математической статистики, критерии качества оценок параметров генеральной совокупности Уметь: выполнять корреляционный и регрессионный анализы находить оценки параметров генеральной совокупности и выполнять их статистический анализ анализировать, систематизировать и обобщать статистические данные анализировать зависимости между случайными величинами	Классификация погрешностей при измерениях (Перекрестный опрос) Построение графиков интегральной функции распределения по известной дифференциальной функции и наоборот (Контрольная работа) Статистический анализ оценок (Коллоквиум) Определение математического ожидания и дисперсии по заданной функции распределения случайной величины (Контрольная работа)

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

### КМ-1. Классификация погрешностей при измерениях

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Перекрестный опрос

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Опрос во время проведения практических занятий

#### Краткое содержание задания:

Классификация измерений. Классификация погрешностей при измерениях.

Метрологические характеристики средств измерения (допустимые основная и дополнительная погрешности, класс точности, чувствительность). Математические действия с результатами измерений.

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: основы теории вероятностей и математической статистики, критерии качества оценок параметров генеральной совокупности</p>	<p>1.Классификация измерений. Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения (допустимые основная и дополнительная погрешности, класс точности, чувствительность). Математические действия с результатами измерений.</p> <p>2.Классическое и статистическое определения вероятности случайного события. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Случайные величины. Законы распределения случайных величин. Числовые характеристики (параметры распределения) случайных величин. Математическое ожидание и его свойства. Центральные моменты случайных величин. Дисперсия и ее свойства. Нормальные моменты. Нормальное распределение случайной величины. Интеграл Лапласа. Вероятная ошибка.</p> <p>3.Генеральная совокупность случайной величины. Выборка. Построение гистограммы и вероятностной бумаги. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности. Оценки математического ожидания и дисперсии. Несмещенная оценка дисперсии.</p>
--	--

#### 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. Построение графиков интегральной функции распределения по известной дифференциальной функции и наоборот**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Слепой выбор задания, подготовка ответа, ответ.

#### **Краткое содержание задания:**

Построение графиков интегральной функции распределения по известной дифференциальной функции и наоборот.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы теории вероятностей и математической статистики, критерии качества оценок параметров генеральной совокупности	1. Задачи на использование теорем сложения и умножения вероятностей. Нахождение доверительных вероятностей и доверительных интервалов для нормального распределения, распределений Стьюдента, Пирсона и Фишера 2. Построение гистограммы и вероятностной бумаги для известной выборки случайной величины. 3. Расчет погрешности при косвенных измерениях. 4. Статистический анализ оценки коэффициента корреляции. Расчет коэффициентов линейной регрессии; их статистический анализ.
---	--

#### **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. Определение математического ожидания и дисперсии по заданной функции распределения случайной величины**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Опрос во время проведения практических занятий

**Краткое содержание задания:**

Определение математического ожидания и дисперсии по заданной функции распределения случайной величины.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: анализировать, систематизировать и обобщать статистические данные анализировать зависимости между случайными величинами	1. Статистический анализ оценок. 2. Доверительный интервал и доверительная вероятность.
Уметь: выполнять корреляционный и регрессионный анализы	1. Статистический анализ оценки математического ожидания при известной и неизвестной дисперсии 2. Квантиль. Уровень значимости.

**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. Статистический анализ оценок**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Опрос во время проведения практических занятий

**Краткое содержание задания:**

Ответ на вопрос по теме "Статистический анализ оценок"

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: находить оценки параметров генеральной совокупности и выполнять их статистический анализ	1. Доверительный интервал и доверительная вероятность 2. Статистический анализ оценки математического ожидания при известной и неизвестной дисперсии 3. Распределение Пирсона 4. Статистический анализ отношения двух дисперсий
---	--

**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*



#### Устный ответ

Верный ответ: Систематическая ошибка отбора — статистическое понятие, показывающее, что выводы, сделанные применительно к какой-либо группе, могут оказаться неточными вследствие неправильного отбора в эту группу. Могут включать предварительный или последующий отбор с превалированием или исключением некоторых видов.

#### 2.Случайная ошибка.

Ответы:

#### Устный ответ

Верный ответ: Случайная ошибка – это отклонение результата выборочного исследования от истинных характеристик генеральной совокупности вследствие разнообразия (вариабельности) изучаемого признака.

#### 3.Полная ошибка измерения.

Ответы:

#### Устный ответ

Верный ответ: Полная абсолютная погрешность прямых измерений равна квадратической сумме ее составляющих: инструментальной – и случайной

#### 4.Относительная ошибка

Ответы:

#### Устный ответ

Верный ответ: Полная относительная погрешность прямых измерений равна отношению полной абсолютной погрешности к выборочному среднему значению

#### 5.Промах

Ответы:

#### Устный ответ

Верный ответ: ПРОМАХ вызван резким нарушением условий измерения при отдельных наблюдениях. Это ошибка, связанная с толчком или поломкой прибора, грубым просчетом экспериментатора, непредвиденным вмешательством и т.д. грубая ошибка появляется обычно не более чем в одном–двух измерениях и резко отличается по величине от прочих ошибок. Наличие промаха может сильно исказить результат, содержащий промах. Проще всего, установив причину промаха, устранить его в процессе измерения. Если в процессе измерения промах не был исключен, то это следует сделать при обработке результатов измерений, используя специальные критерии, позволяющие объективно выделить в каждой серии наблюдений грубую ошибку, если она имеется.

#### 6.Приборная погрешность

Ответы:

#### Устный ответ

Верный ответ: Приборные погрешности - погрешности, связанные с точностью изготовления прибора, используемого для измерения. Они могут носить как систематический, так и случайный характер

#### 7.Доверительный интервал

Ответы:

#### Устный ответ

Верный ответ: Доверительный интервал — термин, используемый в математической статистике при интервальной оценке статистических параметров, более предпочтительной при небольшом объёме выборки, чем точечная. Доверительным называют интервал, который покрывает неизвестный параметр с заданной надёжностью. Доверительным называется интервал, в который попадают измеренные в эксперименте значения, соответствующие доверительной вероятности

#### 8.Прямые измерения

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Прямые измерения – это измерения, выполняемые при помощи мер, т. е. измеряемая величина сопоставляется непосредственно с ее мерой. Примером прямых измерений является измерение величины угла (мера – транспортир).

9. Косвенные измерения

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Косвенные измерения – это измерения, при которых значение измеряемой величины вычисляется при помощи значений, полученных посредством прямых измерений, и некоторой известной зависимости между данными значениями и измеряемой величиной.

10. Среднеквадратичное отклонение

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: В теории вероятностей и статистике среднеквадратическое (среднеквадратичное) отклонение — наиболее распространенный показатель рассеивания значений случайной величины относительно её математического ожидания (аналога среднего арифметического с бесконечным числом исходов). Обычно он означает квадратный корень из дисперсии случайной величины, но иногда может означать тот или иной вариант оценки этого значения. В литературе обычно обозначают греческой буквой. (сигма).

## **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**