

**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
2022**

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 _{ПК-1} 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: анализировать, систематизировать и обобщать статистические данные анализировать зависимости между случайными величинами находить оценки параметров генеральной совокупности и выполнять их статистический анализ выполнять корреляционный и регрессионный анализы	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:

Знать: основы теории вероятностей и математической статистики, критерии качества оценок параметров генеральной совокупности	1.Классификация измерений. Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения (допустимые основная и дополнительная погрешности, класс точности, чувствительность). Математические действия с результатами измерений. 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. 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.
---	--

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Систематическая ошибка. Определение и примеры.
2. Функция нормального распределения непрерывной случайной величины (формула и смысл входящих переменных)

Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам и предполагает ответ студента на поставленные вопросы. К началу зачета с оценкой преподаватель подготавливает следующие документы: - экзаменационные билеты; - наглядные пособия, материалы справочного характера, нормативные документы и образцы техники, разрешенные к использованию на экзамене;

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-1 Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин

Вопросы, задания

- 1.1. Систематическая ошибка. Определение и примеры.
2. Функция нормального распределения непрерывной случайной величины (формула и смысл входящих переменных)
- 2.1. Случайная ошибка. Определение и примеры
2. Дисперсия
- 3.1. Полная ошибка измерения. Определение и примеры
2. Среднеквадратичное отклонение
- 4.1. Промахи. Определение и примеры
2. Среднее отклонение случайной величины
- 5.1. Абсолютная ошибка. Определение и примеры.
2. Связь Среднего отклонения измерений со среднеквадратичным отклонением
- 6.1. Относительная ошибка. Определение и примеры.
2. Что такое доверительная вероятность
- 7.1. Типы систематических ошибок (4 типа). Определение и примеры.
2. Если известно среднеквадратичное отклонение σ распределения
- 8.1. Приборная погрешность. Определение и примеры.
2. Наилучшая оценка среднего отклонения измерения
- 9.1. Доверительный интервал
2. Наилучшая оценка среднеквадратичного отклонения измерения
- 10.1. Форма записи результата измерения
2. Среднеквадратичная погрешность среднего арифметического

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Систематическая ошибка.
Ответы:

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 объеме 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 распространённый 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