

**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: Физика и техника низких температур

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ**


<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б4.Ч.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 39,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Перекрестный опрос Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

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	Крюков А.П.
	Идентификатор	R9b81f956-KryukovAP-8dacf4ed


(подпись)

А.П. Крюков

(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)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** освоение методов и подходов теории вероятностей и математической статистики к решению задач, связанных с обработкой результатов измерений физических величин (экспериментальных исследований).

### Задачи дисциплины

- изучение основных положений теории вероятностей и математической статистики;;
- ознакомление с существующими классификациями погрешностей измерений;;
- изучение методик статистического анализа экспериментальных результатов;;
- освоение методики прямого расчета погрешности результата измерения..

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-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы в элементах энергетического оборудования	ИД-1ПК-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 ; находить оценки параметров генеральной совокупности и выполнять их статистический анализ ; анализировать зависимости между случайными величинами; выполнять корреляционный и регрессионный анализы..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Физика и техника низких температур (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы теории вероятностей и математической статистики, критерии качества оценок параметров генеральной совокупности
- уметь анализировать, систематизировать и обобщать статистические данные ; находить оценки параметров генеральной совокупности и выполнять их статистический анализ ; анализировать зависимости между случайными величинами; выполнять корреляционный и регрессионный анализы.

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 2 зачетных единицы, 72 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	Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения	12	3	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 20-47	
1.1	Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения	12		4	-	2	-	-	-	-	-	6	-		
2	Случайные события и случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Нормальное распределение случайной величины	12		4	-	2	-	-	-	-	-	6	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 254-317
2.1	Случайные события и случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Нормальное распределение случайной величины	12		4	-	2	-	-	-	-	-	6	-		

3	Генеральная совокупность и выборка. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 118-202
3.1	Генеральная совокупность и выборка. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
4	Статистический анализ оценок. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Квантиль; уровень значимости. Распределения Стьюдента, Пирсона и Фишера. Случайные погрешности при косвенных измерениях	13	2	-	4	-	-	-	-	-	7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 52-68
4.1	Статистический анализ оценок. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Квантиль; уровень значимости. Распределения Стьюдента, Пирсона и Фишера. Случайные	13	2	-	4	-	-	-	-	-	7	-	

	погрешности при косвенных измерениях												
5	Анализ зависимостей между случайными величинами. Корреляция. Регрессия. Регрессионный анализ. Нахождение коэффициентов линейной регрессии и их статистический анализ	13	2	-	4	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 82-94
5.1	Анализ зависимостей между случайными величинами. Корреляция. Регрессия. Регрессионный анализ. Нахождение коэффициентов линейной регрессии и их статистический анализ	13	2	-	4	-	-	-	-	-	7	-	
6	Расчет составляющих погрешности при технических (однократных) измерениях температуры объекта	11.7	2	-	2	-	-	-	-	-	7.7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 100-132
6.1	Расчет составляющих погрешности при технических (однократных) измерениях температуры объекта	11.7	2	-	2	-	-	-	-	-	7.7	-	
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>39.7</b>	<b>-</b>	

	Итого за семестр	72.0		16	-	16	-	-	0.3	39.7	
--	------------------	------	--	----	---	----	---	---	-----	------	--

**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. Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения

1.1. Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения

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

#### 2. Случайные события и случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Нормальное распределение случайной величины

2.1. Случайные события и случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Нормальное распределение случайной величины

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 и выборка. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности

3.1. Генеральная совокупность и выборка. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности

Генеральная совокупность случайной величины. Выборка. Построение гистограммы и вероятностной бумаги. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности. Оценки математического ожидания и дисперсии. Несмещенная оценка дисперсии..

#### 4. Статистический анализ оценок. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Квантиль; уровень значимости. Распределения Стьюдента, Пирсона и Фишера. Случайные погрешности при косвенных измерениях

4.1. 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. Статистический анализ оценки математического ожидания при известной и неизвестной дисперсии. Распределение Стьюдента. Статистический анализ оценки дисперсии. Распределение Пирсона. Статистический анализ отношения двух дисперсий. Распределение Фишера. Случайные погрешности при косвенных измерениях..

#### 5. Анализ зависимостей между случайными величинами. Корреляция. Регрессия. Регрессионный анализ. Нахождение коэффициентов линейной регрессии и их статистический анализ



5.1. Анализ зависимостей между случайными величинами. Корреляция. Регрессия. Регрессионный анализ. Нахождение коэффициентов линейной регрессии и их статистический анализ

Анализ зависимостей между случайными величинами. Корреляция. Свойства коэффициента корреляции; его оценка. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов. Нормальные уравнения. Нахождение коэффициентов линейной регрессии. Их статистический анализ..

#### 6. Расчет составляющих погрешности при технических (однократных) измерениях температуры объекта

6.1. Расчет составляющих погрешности при технических (однократных) измерениях температуры объекта

Приборная погрешность для неградуированной термопары. Допускаемое отклонение ТЭДС термопар от табличных значений. Приборная погрешность при индивидуальной градуировке термопар. Погрешность эталонного датчика.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Построение графиков интегральной функции распределения по известной дифференциальной функции и наоборот. Определение математического ожидания и дисперсии по заданной функции распределения случайной величины.;
2. Задачи на использование теорем сложения и умножения вероятностей. Нахождение доверительных вероятностей и доверительных интервалов для нормального распределения, распределений Стьюдента, Пирсона и Фишера.;
3. Построение гистограммы и вероятностной бумаги для известной выборки случайной величины.;
4. Расчет погрешности при косвенных измерениях.;
5. Статистический анализ оценки коэффициента корреляции. Расчет коэффициентов линейной регрессии; их статистический анализ.;
6. Расчет составляющих погрешности при технических (однократных) измерениях температуры объекта для случаев индивидуальной градуировки датчика и ее отсутствии.;
7. Расчет погрешности определения температуры при выполнении регрессионного анализа; ее сравнение с прямо рассчитанной погрешностью..

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **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	
<b>Знать:</b>								
основы теории вероятностей и математической статистики, критерии качества оценок параметров генеральной совокупности	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>	+	+	+				Перекрестный опрос/Опрос
<b>Уметь:</b>								
анализировать, систематизировать и обобщать статистические данные ; находить оценки параметров генеральной совокупности и выполнять их статистический анализ ; анализировать зависимости между случайными величинами; выполнять корреляционный и регрессионный анализы.	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>				+	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Опрос (Перекрестный опрос)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Зачет (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Буринский, В. В. Измерения и обработка результатов : Курс лекций / В. В. Буринский, Междунар. независимый экол.-политолог. ун-т (МНЭПУ) . – М. : Изд-во МНЭПУ, 2000 . – 156 с. – (Физические основы экологии) . - ISBN 5-7383-0120-X : 46.00 .;
2. Андреева, С. Г. Метрология, техническое регулирование и нормирование точности в машиностроении : учебное пособие для вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств" / С. Г. Андреева, Г. С. Железнов, А. Г. Схиртладзе . – Старый Оскол : ТНТ, 2018 . – 354 с. - ISBN 978-5-94178-572-8 .;
3. В. С. Байделюк, Я. С. Гончарова, О. В. Князева- "Метрология, стандартизация и сертификация: стандартизация основных норм взаимозаменяемости", Издательство: "Сибирский государственный технологический университет (СибГТУ)", Красноярск, 2014 - (158 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428844>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

#### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-409/2, Аудитория каф. "НТ"	стол преподавателя, стол, доска меловая, мультимедийный проектор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-422/4, Учебная лаборатория криофизики	стол, стул, мультимедийный проектор
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный класс	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Помещения для консультирования	М-402, Аудитория каф. "НТ"	стеллаж для хранения книг, стул, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-407/1, Кладовая	стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Математическая обработка результатов экспериментов

(название дисциплины)

## 3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Опрос (Перекрестный опрос)

КМ-2 Контрольная работа (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
		Неделя КМ:	8	16
1	Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения			
1.1	Классификация погрешностей при измерениях. Метрологические характеристики средств измерения		+	
2	Случайные события и случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Нормальное распределение случайной величины			
2.1	Случайные события и случайные величины. Числовые характеристики случайных величин. Нормальное распределение случайной величины		+	
3	Генеральная совокупность и выборка. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности			
3.1	Генеральная совокупность и выборка. Критерии качества оценок параметров генеральной совокупности		+	
4	Статистический анализ оценок. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Квантиль; уровень значимости. Распределения Стьюдента, Пирсона и Фишера. Случайные погрешности при косвенных измерениях			
4.1	Статистический анализ оценок. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Квантиль; уровень значимости. Распределения Стьюдента, Пирсона и Фишера. Случайные погрешности при косвенных измерениях			+
5	Анализ зависимостей между случайными величинами. Корреляция. Регрессия. Регрессионный анализ. Нахождение коэффициентов линейной регрессии и их статистический анализ			
5.1	Анализ зависимостей между случайными величинами. Корреляция. Регрессия. Регрессионный анализ. Нахождение коэффициентов линейной регрессии и их статистический анализ			+
6	Расчет составляющих погрешности при технических (однократных) измерениях температуры объекта			
6.1	Расчет составляющих погрешности при технических (однократных) измерениях температуры объекта			+
Вес КМ, %:			50	50