

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.18 Метрология, стандартизация и сертификация

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль образовательной программы “Автоматизированные системы обработки информации и управления”

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций.....	3
1.1 Лекция № 1 Предмет, задачи и методика изучения курса «Метрология и измерительная техника». Основы метрологии. Физические величины и единицы их измерения.....	3
1.2 Лекция № 2 Классификация и основные характеристики измерений. Погрешности измерения и их анализ.....	5
1.3 Лекция № 3 Обработка результатов измерений. Средства измерений.	7
2. Методические материалы по проведению практических занятий	8
2.1 Практическое занятие № ПЗ-1 Предмет, задачи и методика изучения курса «Метрология и измерительная техника». Основы метрологии. Физические величины и единицы их измерения	8
2.2 Практическое занятие № ПЗ-2 Классификация и основные характеристики измерений. Погрешности измерения и их анализ.....	9
2.3 Практическое занятие № ПЗ-3 Нормативная база в области стандартизации.....	9
2.4 Практическое занятие № ПЗ-4 Параметры средств измерений.	9
2.5 Практическое занятие № ПЗ-5 Обеспечение единства измерений	10

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1. Лекция № 1 (2 часа)

Тема: «Предмет, задачи и методика изучения курса «Метрология и измерительная техника». Основы метрологии. Физические величины и единицы их измерения»

1.1.1. Вопросы лекции:

1. Физические величины.
2. Основные понятия.

1.1.2. Краткое содержание вопросов:

1. Физические величины.

Физическая величина. Одно из свойств физического объекта (физической системы или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Измеряемая физическая величина. Физическая величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи.

Размер физической величины. Количественная определённость физической величины, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу.

Значение физической величины. Выражение физической величины в виде некоторого числа принятых для неё единиц.

Числовое значение физической величины. Отвлечённое число, входящее в значение величины.

Истинное значение физической величины. Значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину.

Действительное значение физической величины. Значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной задаче может быть использовано вместо него.

Физический параметр. Физическая величина, рассматриваемая при измерении данной физической величины как вспомогательная.

Влияющая физическая величина. Физическая величина, оказывающая влияние на размер измеряемой величины и (или) результат измерений.

Система физических величин. Совокупность физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины принимают за независимые, а другие определяют как функции независимых величин.

Основная физическая величина. Физическая величина, входящая в систему величин и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

Производная физическая величина. Физическая величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины этой системы.

Размерность физической величины (dim). Выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных физических величин в различных степенях и отражающее связь данной физической величины с физическими величинами, принятыми в данной системе величин за основные с коэффициентом пропорциональности равным 1.

Показатель размерности физической величины. Показатель степени, в которую возведена размерность основной физической величины, входящая в размерность производной физической величины.

Размерная физическая величина. Физическая величина, в размерности которой хотя бы одна из основных физических величин возведена в степень не равную нулю.

Безразмерная физическая величина. Физическая величина, в размерность которой основные физические величины входят в степени равной нулю.

Шкала физической величины. Упорядоченная совокупность значений физической величины, служащая исходной основой для измерения данной величины.

Условная шкала физической величины. Шкала физической величины, исходные значения которой выражены в условных единицах.

Уравнение связи между величинами. Уравнение, отражающее связь между величинами, обусловленную законами природы, в котором под буквенными символами понимают физические величины.

Род физической величины. Качественная определённость физической величины.

Аддитивная физическая величина. Физическая величина, разные значения которой могут быть суммированы, умножены на числовой коэффициент, разделены друг на друга.

Неаддитивная физическая величина. Физическая величина, для которой суммирование, умножение на числовой коэффициент или деление друг на друга её значений не имеет физического смысла.

2. Основные понятия.

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Метрология включает в себя три раздела:

1) теоретическая (фундаментальная) метрология – раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии;

2) законодательная метрология – раздел метрологии, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимости точности измерений в интересах общества;

3) практическая (прикладная) метрология – раздел метрологии, предметом которого являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

Объектами метрологии являются физические величины, их единицы, средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений.

Традиционным объектом метрологии является физическая величина – одно из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Единство измерений – состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

1.2. Лекция № 2 (2 часа)

Тема: «Классификация и основные характеристики измерений. Погрешности измерения и их анализ.»

1.2.1. Вопросы лекции:

1. Классификация и основные характеристики измерений.
2. Погрешности измерения и их анализ.

1.2.2. Краткое содержание вопросов:

1. Классификация и основные характеристики измерений.

Классификация средств измерений может проводиться по следующим критериям.

1. По характеристике точности измерения делятся на равноточные и неравноточные.

Равноточными измерениями физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерений (СИ), обладающих одинаковой точностью, в идентичных исходных условиях.

Неравноточными измерениями физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерения, обладающих разной точностью, и (или) в различных исходных условиях.

2. По количеству измерений измерения делятся на однократные и многократные.

Однократное измерение – это измерение одной величины, сделанное один раз. Однократные измерения на практике имеют большую погрешность, в связи с этим рекомендуется для уменьшения погрешности выполнять минимум три раза измерения такого типа, а в качестве результата брать их среднее арифметическое.

Многократные измерения – это измерение одной или нескольких величин, выполненное четыре и более раз. Многократное измерение представляет собой ряд однократных измерений. Минимальное число измерений, при котором измерение может считаться многократным, – четыре. Результатом многократного измерения является среднее арифметическое результатов всех проведенных измерений. При многократных измерениях снижается погрешность.

3. По типу изменения величины измерения делятся на статические и динамические.

Статические измерения – это измерения постоянной, неизменной физической величины. Примером такой постоянной во времени физической величины может послужить длина земельного участка.

Динамические измерения – это измерения изменяющейся, непостоянной физической величины.

4. По предназначению измерения делятся на технические и метрологические.

Технические измерения – это измерения, выполняемые техническими средствами измерений.

Метрологические измерения – это измерения, выполняемые с использованием эталонов.

2. Погрешности измерения и их анализ.

В практике использования измерений очень важным показателем становится их точность, которая представляет собой ту степень близости итогов измерения к некоторому действительному значению, которая используется для качественного сравнения измерительных операций. А в качестве количественной оценки, как правило, используется погрешность измерений. Причем чем погрешность меньше, тем считается выше точность.

Согласно закону теории погрешностей, если необходимо повысить точность результата (при исключенной систематической погрешности) в 2 раза, то число измерений необходимо увеличить в 4 раза; если требуется увеличить точность в 3 раза, то число измерений увеличивают в 9 раз и т. д.

Процесс оценки погрешности измерений считается одним из важнейших мероприятий в вопросе обеспечения единства измерений. Естественно, что факторов, оказывающих влияние на точность измерения, существует огромное множество. Следовательно, любая классификация погрешностей измерения достаточно условна, поскольку нередко в зависимости от условий измерительного процесса погрешности могут проявляться в различных группах. При этом согласно принципу зависимости от формы данные выражения погрешности измерения могут быть: абсолютными, относительными и приведенными.

1.3 Лекция № 3 (2 часа)

Тема «Обработка результатов измерений. Средства измерений»

1.3.1. Вопросы лекции:

1. Обработка результатов измерений
2. Средства измерений

1.3.2. Краткое содержание вопросов:

1. Обработка результатов измерений

Результат измерения – числовое значение, приписываемое измеряемой величине, с указанием точности измерения.

Численные показатели точности:

- доверительный интервал (доверительные границы) погрешности Δ_p ;
- оценка СКО погрешности S .

Правила выражения показателей точности:

- численные показатели точности выражаются в единицах измеряемой величины;
- численные показатели точности должны содержать не более двух значащих цифр.
- наименьшие разряды результата измерения и численных показателей точности должны быть одинаковыми.

Обработка результатов измерений статистическими методами применяется на практике для решения следующих задач:

- определение погрешности средств измерений;
- определение соответствия параметров технологического процесса заданной точности изделия;
- установление технологического допуска при обработке;
- определение точностных характеристик установочных и выборочных партий деталей, с целью контроля и управления качеством продукции;

- установление рассеяния показателей качества однотипных изделий и др.

Результаты измерений получаются путём соответствующей обработки результатов наблюдений, показаний полученных с помощью средств измерений.

2. Средства измерений

Средствами измерений называют применяемые при измерениях технические средства, имеющие нормированные метрологические свойства. В этом определении основную смысловую нагрузку, вскрывающую метрологическую суть средств измерений (СИ), несут слова «нормированные метрологические свойства». Наличие нормированных метрологических свойств означает, во-первых, что средство измерений способно хранить или воспроизводить единицу (или шкалу) измеряемой величины, и, во-вторых, размер этой единицы остается неизменным в течение определенного времени.

По назначению различают:

- рабочие средства измерений, применяемые для проведения технических измерений;
- метрологические, предназначенные для проведения метрологических измерений.

Метрологические средства измерений называются эталонами.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1 Практическое занятие № ПЗ-1 (2 часа).

Тема: «Предмет, задачи и методика изучения курса «Метрология и измерительная техника». Основы метрологии. Физические величины и единицы их измерения.»

2.1.1. Вопросы к занятию:

1. История развития метрологии. Виды измерений. Единицы измерений.
2. Основные характеристики измерений.

2.1.2. Краткое описание проводимого занятия:

Задача 6. Расшифруйте международные и русские обозначения относительных и логарифмических единиц: процент (%), промилле (‰), миллионная доля (ppm, млн -1).

Решение: Это обозначения относительных единиц, характеризующих, например, КПД, относительное удлинение и т.п., при этом принято выражение в процентах (%), когда отношение равно 10^{-2} ; в промилле (‰), когда отношение равно 10^{-3} ; в миллионных долях (ppm) при отношении, равном 10^{-6} .

2.2 Практическое занятие № ПЗ-2 (2 часа).

Тема: «Классификация и основные характеристики измерений. Погрешности измерения и их анализ.»

2.2.1. Вопросы к занятию:

1. Виды стандартов
2. Информационное обеспечение работ по стандартизации

2.2.2. Краткое описание проводимого занятия:

Задача 1. При поверке концевой меры длины номинального размера 100 мм получено значение 100,0006 мм. Определить абсолютную и относительные погрешности меры.

Решение: Абсолютная погрешность меры:

$$\Delta x = x - \bar{x} = 100,0006 \text{ мм} - 100 \text{ мм} = 0,0006 \text{ мм} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Относительная погрешность меры:

$$\delta = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \cdot 100 \% = \frac{6 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{10 \text{ м}} \cdot 100 \% = 6 \cdot 10^{-4} \% .$$

Решение: $\Delta x = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$; $\delta = 6 \cdot 10^{-4} \% .$

2.3 Практическое занятие № ПЗ-3 (2 часа).

Тема: «Нормативная база в области стандартизации»

2.3.1. Вопросы к занятию:

1. Нормативные документы по стандартизации.
2. Закон РФ «О техническом регулировании».

2.3.2. Краткое описание проводимого занятия:

Задача 1. Температура в масляном термостате измеряется образцовым палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Первый показал 111 °C, второй 110 °C. Определите истинное (действительное) значение температуры, погрешность поверяемого прибора, поправку к его показаниям и оцените относительную погрешность термометра.

Решение: Действительное значение – это показания образцового прибора, т.е. $Q = 111^\circ\text{C}$. Погрешность поверяемого прибора: $\Delta x = 110^\circ\text{C} - 111^\circ\text{C} = -1^\circ\text{C}$.

Поправка – это погрешность измерения, взятая с обратным знаком: $\nabla x = +1^\circ\text{C}$.

Относительная погрешность термометра:

$$\delta = \frac{\Delta x}{Q} \cdot 100 \% = \frac{110^\circ\text{C} - 111^\circ\text{C}}{111^\circ\text{C}} \cdot 100 \% \approx 0,9 \% .$$

Ответ: $Q = 111^\circ\text{C}$; $\Delta x = -1^\circ\text{C}$; $\nabla x = +1^\circ\text{C}$; $\delta \approx 0,9 \% .$

2.4 Практическое занятие № ПЗ-4 (2 часа).

Тема: «Параметры средств измерений»

2.4.1. Вопросы к занятию:

1. Стандартизация услуг
2. Международная электротехническая комиссия (МЭК).

2.4.2. Краткое описание проводимого занятия:

Задача 3. Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 В до 150 В равны 51,5 В. Показания образцового вольтметра, включенного параллельно с первым – 50,0 В. Определить относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

Решение: Относительная погрешность рабочего вольтметра:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_D} \cdot 100 \% = \frac{51,5 \text{ В} - 50,0 \text{ В}}{50,0 \text{ В}} \cdot 100 \% \approx 3 \% .$$

Приведенная погрешность рабочего вольтметра (x_N – нормирующее значение

$$(\text{верхний предел измерений}): \gamma = \frac{\Delta x}{x_N} \cdot 100 \% = \frac{51,5 \text{ В} - 50,0 \text{ В}}{150 \text{ В}} \cdot 100 \% \approx 1 \% .$$

Решение: $\delta \approx 3 \% ; \gamma \approx 1 \% .$

2.5 Практическое занятие № ПЗ-5 (2 часа).

Тема: «Обеспечение единства измерений»

2.5.1. Вопросы к занятию:

1. Нормативные документы по стандартизации.
2. Закон РФ «О техническом регулировании».

2.5.2. Краткое описание проводимого занятия:

Задача 1. Температура в масляном термостате измеряется образцовым палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Первый показал 111 °C, второй 110 °C. Определите истинное (действительное) значение температуры, погрешность поверяемого прибора, поправку к его показаниям и оцените относительную погрешность термометра.

Решение: Действительное значение – это показания образцового прибора, т.е. $Q = 111^\circ\text{C}$. Погрешность поверяемого прибора: $\Delta x = 110^\circ\text{C} - 111^\circ\text{C} = -1^\circ\text{C}$.

Поправка – это погрешность измерения, взятая с обратным знаком: $\nabla x = +1^\circ\text{C}$.

Относительная погрешность термометра:

$$\delta = \frac{\Delta x}{Q} \cdot 100 \% = \frac{110^\circ\text{C} - 111^\circ\text{C}}{111^\circ\text{C}} \cdot 100 \% \approx 0,9 \% .$$

Ответ: $Q = 111^\circ\text{C}$; $\Delta x = -1^\circ\text{C}$; $\nabla x = +1^\circ\text{C}$; $\delta \approx 0,9 \% .$