

Кафедра ТВЭ

Преподаватель: Стукун Валентина Павловна

Тема 7. Метрология в зарубежных странах

Единая международная система единиц (СИ)

В соответствии с рекомендациями X1 Генеральной конференции по мерам и весам (ГКМВ) в 1960 году принята единая международная система единиц (**СИ**).

На ее основе разработан ГОСТ 8.417-81, устанавливающий обязательное применение единиц **СИ** во всей разрабатываемой и пересматриваемой НД.

—

Три главных признака понятия «измерение»

- измерять можно свойства реально существующих объектов познания (ФВ);
- измерение требует проведения опытов (теоретические рассуждения не могут заменить эксперимента);

Для проведения опыта требуются специальные технические средства – **средства измерений**.

Измерение – информационный процесс результатом которого является получение измерительной информации (количественной)

—

Международная система единиц СИ содержит семь основных и две дополнительные единицы

ГОСТ 8.417 устанавливает семь основных физических величин:

- Длина - метр (м)
- Масса - килограмм (кг)
- Время - секунда (с)
- Термодинамическая температура - кельвин (К)
- Количество вещества - моль (моль)
- Сила света - кандела (кд)
- Сила электрического тока - ампер (А)

Дополнительные единицы:

- радиан (рад) и - для измерения плоского угла;
- стерadian (ср) – для измерения линейного угла;
- на практике для измерения углов используют градус ($1^\circ = \pi/180$ рад), минуту ($1' = 1^\circ / 60 = \pi/10800$ рад) и секунду ($1'' = 1^\circ/360 = \pi/64800$ рад).

Производные единицы СИ

- С помощью основных создается многообразие **производных** физических величин и обеспечивается описание любых свойств физических объектов и явлений.
- Производные единицы СИ получены из основных при помощи уравнений связи между физическими единицами.
- Единицей силы служит ньютон $1\text{Н} = 1\text{кг} \times \text{м} \times \text{с}^{-2}$;
- единицей давления - паскаль $1\text{Па} = 1\text{кг} \times \text{м}^{-1} \times \text{с}^{-2}$ и т.д.

Классификация измерений по характеристике точности

- **Равноточные** – ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений и в одних и тех же условиях;
- **Неравноточные** - ряд измерений какой-либо величины, выполненных несколькими различными по точности СИ и (или) в нескольких разных условиях.
- **Высокоточными СИ** являются эталоны:
- **Эталон единицы величины** – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины, кратных или дольных ее значений с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной величины.

Средства передачи информации о размере единицы

Эталоны являются высокоточными средствами измерений и поэтому используются для проведения метрологических измерений в качестве средств передачи информации о размере единицы.

Размер единицы передается «сверху-вниз» от более точных средств измерений к менее точным «по цепочке»:

первичный эталон - вторичный эталон - рабочий эталон 0-го разряда - рабочий эталон 1-го разряда - рабочее средство измерений

Метрологические характеристики

- Метрологические свойства средств измерений – это свойства, влияющие на результат измерений и его погрешность.
- Показатели метрологических свойств являются их количественной характеристикой и называются метрологическими характеристиками.

Все метрологические свойства средств измерений делятся на две группы:

- Свойства, определяющие область применения СИ.
- Свойства, определяющие качество измерения.
- К таким свойствам относятся *точность, сходимостъ и воспроизводимость.*

Погрешность измерения

- Наиболее широко в метрологической практике используется свойство точности измерений, которое определяется погрешностью.
- **Погрешность измерения** – разность между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины.

Точность измерений СИ

Точность измерений СИ – качество измерений, отражающее близость их результатов к действительному (истинному) значению измеряемой величины.

Точность определяется показателями абсолютной и относительной погрешности.

Абсолютная и относительная погрешность

Абсолютная погрешность определяется по формуле:
 $\Delta x = X_{п} - X_0$, где: $X_{п}$ – погрешность поверяемого СИ;
 $X_{п}$ – значение той же самой величины, найденное с помощью поверяемого СИ.
 X_0 - значение СИ, принятое за базу для сравнения, т.е. действительное значение.

Однако в большей степени точность средств измерений характеризует **относительная** погрешность, т.е. выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к действительному значению величины, измеряемой или воспроизводимой данным СИ.

В стандартах нормируют характеристики точности, связанные и с другими погрешностями:

Систематическая погрешность – составляющая погрешности результата измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющейся при повторных измерениях одной и той же величины.

Такая погрешность может проявиться, если смещен центр тяжести СИ или СИ установлен не на горизонтальной поверхности.

—

Погрешность

Случайная погрешность – составляющая погрешности результата измерения, изменяющаяся случайным образом в серии повторных измерений одного и того же размера величины с одинаковой тщательностью.

Погрешность измерений не должна превышать установленных пределов, которые указаны в технической документации к прибору или в стандартах на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

Поверка средств измерений

Чтобы исключить значительные погрешности, проводят регулярную поверку средств измерений, которая включает в себя совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы или другими уполномоченными органами с целью определения и подтверждения соответствия средства измерения установленным техническим требованиям.

—

Класс точности СИ

Класс точности средств измерений – обобщенная характеристика, выражаемая пределами допускаемых погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность. Классы точности конкретного типа СИ устанавливают в нормативных документах. Для каждого класса точности устанавливают конкретные требования к метрологическим характеристикам, в совокупности отражающим уровень точности СИ данного класса.

Класс точности позволяет судить о том, в каких пределах находится погрешность измерений этого класса.

—

Обозначение классов точности

- Если пределы допускаемой основной погрешности выражены в форме абсолютной погрешности СИ, то класс точности обозначается прописными буквами римского алфавита.
- Классам точности, которым соответствуют меньшие пределы допускаемых погрешностей, присваиваются буквы, находящиеся ближе к началу алфавита.

Обозначения класса точности

Для **СИ**, пределы допускаемой основной погрешности которых принято выражать в форме относительной погрешности, обозначаются числами, которые равны этим пределам, выраженным в процентах.

Обозначения класса точности наносят на циферблаты, щитки и корпуса **СИ**, приводят в нормативных документах.

СИ с несколькими диапазонами измерений одной и той же физической величины или предназначенным для измерений разных физических величин могут быть присвоены различные классы точности для каждого диапазона или для каждой измеряемой величины.

Присваивание класса точности

- Классы точности присваиваются при разработке СИ по результатам приемочных испытаний.
- В связи с тем, что при эксплуатации их метрологические характеристики обычно ухудшаются, допускается понижать класс точности по результатам поверки.

Значение физической величины

Под истинным **значением физической величины** понимается значение, которое идеальным образом отражает в качественном и количественном отношениях соответствующие свойства технической системы через ее выходной параметр. Поскольку истинное значение физической величины есть идеальное значение, найденное экспериментальным методом, например, с помощью более точных СИ.

—

Проектирование измерений

- Анализ измерительной задачи с выяснением возможных источников погрешностей.
- Выбор показателей точности измерений.
- Выбор числа измерений, метода и СИ.
- Формулирование исходных данных для расчета погрешности.
- Расчет отдельных составляющих и общей погрешности;
- Расчет показателей точности и сопоставление их с выбранными показателями.

Можно выделить виды измерений в зависимости от их цели:

- контрольные;
- диагностические;
- прогностические;
- лабораторные;
- технические;
- эталонные;
- проверочные;
- абсолютные;
- относительные.

Прямые измерения

Наиболее простыми являются **прямые измерения**, состоящие в том, что искомую величину находят из опытных данных путем экспериментального сравнения.

К примеру, длину измеряют непосредственно линейкой, температуру - термометром, силу - динамометром.

Уравнение прямого измерения: $y=Cx$,
где C - цена деления СИ.

Косвенные измерения

Если искомую величину определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, найденными прямыми измерениями, то этот вид измерений называют **КОСВЕННЫМ**.

Например, объем параллелепипеда находят умножением трех линейных величин: длины, ширины и высоты; электрическое сопротивление путем деления напряжения на силу электрического тока.

Уравнение косвенного измерения: $Y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$,
где x_i - i -й результат прямого измерения.

Совокупные измерения

Совокупные измерения осуществляются одновременным измерением нескольких одноименных величин, при которых искомое значение находят решением системы уравнений, получаемых в результате этих величин.

При определении взаимоиндуктивности катушки M , к примеру, используют два метода: сложение и вычитание полей. Если индуктивность одной из них L_1 , а другой L_2 , то находят $L_{01} = L_1 + L_2 + 2M$ и $L_{02} = L_1 + L_2 - 2M$.

Отсюда $M = (L_{01} - L_{02})/4$.

Совместные измерения

Совместными называют производимые одновременно (прямые и косвенные) измерения двух или нескольких не одноименных величин. Целью этих измерений является нахождение функциональной связи между величинами.

Например, совместные измерения:

Сопротивление R_t проводника при фиксированной температуре t определяют по формуле: $R_t = R_0(1 + \alpha \Delta t)$,
Где R_0 и α - соответственно сопротивление при известной температуре t_0 (обычно 20°C) и температурный коэффициент (эти величины постоянные и изменены косвенным методом);

$\Delta t = t - t_0$ - разность температур;

t - заданное значение температуры, измеряемое прямым методом.

Прямые измерения основа более сложных измерений

Поэтому целесообразно рассмотреть методы прямых измерений:

Метод непосредственной оценки, при котором величину определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора, например, измерение давления пружинным манометром, массы - на весах, силы электрического тока - амперметром.

Метод сравнения с мерой

Измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

Например, измерение массы на рычажных весах с уравновешением гирей или измерение напряжения постоянного тока на компрессоре сравнением с ЭДС параллельного элемента.

Метод противопоставления

Измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения.

Например:

- определение массы на равноплечих весах с помещением измеряемой массы и уравновешиванием ее гирь на двух чашках весов.

Дифференциальный метод

Дифференциальный метод, характеризуемый измерением разности между измеряемой величиной и известной величиной, воспроизводимой мерой.

Метод позволяет получить результат высокой точности при использовании относительно грубых средств измерений.

Нулевой метод

Нулевой метод, аналогичен дифференциальному, но разность между измеряемой величиной и мерой сводится к нулю.

При этом нулевой метод имеет то преимущество, что мера может быть во много раз меньше измеряемой величины.

Метод замещения

Метод замещения, состоящий в том, что измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой.

Например, взвешивание с поочередным помещением измеряемой массы и гирь на одну и ту же чашку весов.

Метод совпадений

Метод совпадений, заключающийся в том, что разность между сравниваемыми величинами измеряют, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов.

К примеру, при измерении длины штангенциркулем наблюдают совпадение отметок на шкалах штангенциркуля и нониуса.

Термин "точность измерений"

Степень приближения результатов измерения к некоторому действительному значению, не имеет строгого определения и используется для качественного сравнения измерительных операций.

Использование материалов презентации

Использование данной презентации, может осуществляться только при условии соблюдения требований законов РФ об авторском праве и интеллектуальной собственности, а также с учетом требований настоящего Заявления.

Презентация является собственностью авторов. Разрешается распечатывать копию любой части презентации для личного некоммерческого использования, однако не допускается распечатывать какую-либо часть презентации с любой иной целью или по каким-либо причинам вносить изменения в любую часть презентации. Использование любой части презентации в другом произведении, как в печатной, электронной, так и иной форме, а также использование любой части презентации в другой презентации посредством ссылки или иным образом допускается только после получения письменного согласия авторов.