

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;
- стерадиан (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  $L1$ , а другой  $L2$ , то находят  $L01 = L1 + L2 + 2M$  и  $L02 = L1 + L2 - 2M$ .

Отсюда  $M = (L01 - L02) / 4$ .

# 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  $\alpha$  - соответственно сопротивление при известной температуре  $t_0$  (обычно  $20^\circ\text{C}$ ) 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.