

1 Метрология

Метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способов достижения требуемой точности.

Предмет метрологии - извлечение количественной информации о свойствах объектов и процессов с заданной точностью.

Единство измерений - состояние измерений, характеризующееся тем, что результаты воспроизводятся в установленном количестве единиц, размер которых в установленном предельном размере равен единице, воспроизводимой первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

Постулаты метрологии:

- 1) каждая измеряемая физическая величина имеет истинное значение
- 2) это истинное значение никогда не будет нам известно

Теоретическая метрология - предмет: разработка фундаментальных основ метрологии (другое название - фундаментальная метрология) с применением работ других наук - математической физики, теории информации, теории вероятностей, математической статистики, теории надежности и т.д.

Законодательная метрология - предмет. Установление обязательного технического и юридического преобладания по применению единиц измерения, эталонов, методов и средств измерений, равенства на обеспеченности единства и предельной точности измерений.

Прикладная метрология - предмет. Вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и нормативной законодательной метрологии.

2 Величина и система величин

Величина - свойство объекта или явления, общее в качественном отношении для целого ряда объектов, но индивидуальное в количественном.

Система величин - совокупность величин и отношений между ними, образующая в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины условно принимают, а другие определяют как функции независимых величин.

Порядков величин и систем величин не относится, так как связан с другими величинами только функционально.

Размерность величины - выражение в форме степенного многочлена, составленного из произведений символов основных величин в различных степенях и отражающее связь данной величины с основными с коэффициентом пропорции.

единицы 1: $\dim Q = L^2 \cdot M \cdot T^{-1} \cdot I^0 \cdot Q^0 \cdot N^0 \cdot J^0$

Система единиц входит в данную величину в системе СИ: метр-основная, кг-масса, с-время, К-температура, моль-количество вещества, кандела-сила света, кд-сила света, Кд-сила света.

Внесистемная единица не входит в данную систему величин. Решаются на:

1) допускаемое к применению в СИ: минута, электростатический, морская миля (1852 м), узел

2) допускаемое к применению в специальных областях (световой год, дюйм)

3) временно допускаемое к применению (карант)

4) устаревшие (калория, мм рт.ст.)

Степень	Название	Р ₁₀	Абб.	Степень	Название	Р ₁₀	Абб.
10^3	Кило	к	к	10^{-3}	Милли	м	м
10^6	Мег	М	М	10^{-6}	Микро	мк	м
10^9	Гига	Г	Г	10^{-9}	Нано	н	н
10^{12}	Тера	Т	Т	10^{-12}	Пико	п	п
10^{15}	Пета	П	П	10^{-15}	Атто	а	а

3 Эталонная СИ и ее значения

Первой эталон секунды был связан с вращением Земли вокруг своей оси, определяли как $1/86400$ часть продолжительности суток для полного оборота Земли.

Кельвин — $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды при давлении $611,657 \text{ Па}$.

МТШ — международная температурная шкала.

Диапазон МТШ — 68° .

(а) от $13,81 \text{ К}$ до $273,15 \text{ К}$

(б) от 0°C до $630,74^\circ \text{C}$

(с) от $630,74^\circ \text{C}$ до $1064,43^\circ \text{C}$

(d) и выше $1064,43^\circ \text{C}$

ВНТШ-2000 — расширение МТШ — до $0,9 \text{ К}$

4 Шкала

Шкала значений величин — упорядоченная совокупность значений величин, служащая основой для измерения данной величины.

Шкала наименований — шкала, в которой отсутствуют понятия "больше", "меньше", "равно" (аналог цветов).

Шкала порядков (рангов) — в этой шкале нет нуля, может и не быть, единица

измерения не может быть введена (12-ти
базисная шкала землетрясений).

Шкала интервалностей (разностей) -
состоит из одинаковых интервалов, изме-
ряющих единицу измерений и произвольной во-
лности точки.

Шкала отношений - шкала, в которой
существует единственный однозначный кри-
терий нуля и установленный по согласо-
ванию единица измерения.

5 Измерение

Измерение - процесс экспериментального
нахождения одного или более количеств величин,
которые могут быть обоснованно приписаны
величине.

Методика выполнения измерений (МВИ) -
научно-технический документ, в котором
установлена совокупность операций и пра-
вил, выполнение которых обеспечивает по-
лучение необходимых результатов изме-
рений.

Метод измерений - прием или совокуп-
ность приемов сравнения измеряемой ве-
личины с ее единицей измерения или
состоянием со шкалой соответствия
с реализованной принципом измерения.

Принцип измерений - явление ма-
териального мира, лежащее в осно-
ву измерений.

Классификация видов измерений

- 1) статистические (мало измеряется во время измерения) и динамические (есть погрешности)
- 2) прямое (измеряется напрямую или косвенно), косвенное (различные величины), совокупное (одновременное измерение одной величины), совместное (одновременное измерение разнородных физ. величин)
- 3) технические (инфо. о свойствах, состояниях и явлениях матер. мира) и метрологические (калибровка)
- 4) однократное (до трех измерений включительно) и многократное (4 и $>$)
- 5) равноточное и неравноточное
- 6) контактное и безконтактное
- 7) и др. классификации

Результат измерения величины - числовое значение величины, присвоенное измеренной величине, вместе с кодом, группой, доступной и существующей информацией.

6 Средства измерительной техники

Средство измерений (СИ) - техническое средство, предназначенное для измерений и имеющее нормируемые метрологические характеристики.

Классификация СИ:

1) Массовые

1.1) мера

1.2) устройства сравнения

1.3) измерительные преобразователи

2) комплексные

2.1) измерительные приборы

2.2) измерительные установки

2.3) интегрирующие - измерительные системы (ИИС)

Массовые СИ - предназначены для реализации отдельных операций прямого измерения

Мера - СИ, предназначенное для воспроизведения ФР. Однородное (образцовая катушка индуктивности), многозначное (измерительная линейка, магазин сопротивлений) набор мер (калибров образцовый терм)

Устройство сравнения (компаратор) - СИ для сравнения двух однородных величин. Основные характеристики - уровни чувствительности и воспроизводимости.

Измерительный преобразователь - СИ предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и хранения, но не подлежащее

дающей непосредственно воспринимать

Комплексные СИ предназначенные для реализации всей процедуры измерения и состоят из функциональных СИ

Измерительный прибор - СИ, предназначенное для измерения сигнала измерения информации в форме, доступной для восприятия.

Измерительная установка - совокупность функционально объединенных и расположенных в одной среде СИ и вспомогательных устройств для измерения массовых технологических величин

Измерительная измерительная система - совокупность территориально объединенных и функционально объединенных СИ измерительных, вспомогательных и вспомогательных устройств для получения измерительной информации ее преобразованием с целью автоматизации осуществления функций, контроля, диагностики, управления (городская метеостанция)

Метрологические характеристики СИ - совокупность характеристик СИ, которые определяют непосредственно влияние на результаты и достоверность измерений

Некоторые метрологические характеристики СИ:

1) **Функция преобразования** - зависимость информации параметрами вход-

и входного сигнала.

2) Порог чувствительности - наименьшее значение входной величины, на которую реагирует данное СИ

3) Диапазон измерений - область значений измеряемой ФВ, для которой нормируемое погрешность СИ.

4) Область рабочих частот - полоса частот, в пределах которой погрешность из-за изменений частоты сигнала превышает допустимого предела.

5) Цена деления шкалы - разность значений измеряемой величины, соответствующая двум соседним отсчетам шкалы.

6) Разрешающая способность - минимальная разность двух значений ФВ, которая может быть различима и отображена измерительным прибором.

7) Выходное сопротивление (сопротивление)

8) Входное сопротивление (сопротивление)

9) Вариация показаний - средняя разность между показаниями прибора, соответствующими данной точке диапазона измерений, при двух направленных измерении измеряемой величины.

10) Вспомогательное - максимальное число измерений в единицу времени, выполняемых с заданной погрешностью.

11) Время измерения - интервал времени между началом измерения и моментом измерения показаний прибора

12) Предельно допустимая основная погрешность - наибольшее значение погрешности измерения, которую можно получить при проведении измерения в нормальных для СИ в секундах

7 Методы измерений

Существует множество классификаций методов измерений

1) По физ. признаку, положенному в основу измерения: электрические, магнитные и т.д.

2) По виду измерительного сигнала: аналоговые и цифровые

3) Основная классификация используется в нашем курсе: по совокупности принципов и средств измерений

3.1) Метод непосредственности - значение измеряемой ФВ определяется непосредственно по соответствующей отсчетной устройству измерительного прибора

3.2) Метод сравнения с мерой - измеряемую величину сравнивают с образцовою, воспроизводимой мерой.

1. Метод замещения - измеряемая величина замещается эталоном на ее оставалось неизменным.

$$m_x = \frac{l_1}{l_2} m_1 \quad m_2 = \frac{l_1}{l_2} m_1 = m_x$$

2. Метод противопоставления - когда два измерения так, чтобы получить на какое измерение скачивают равное, но известное по зависимости вышло.

$$m_x = m_1 \quad m_x = \frac{l_1}{l_2} m_1 \quad m_x = \sqrt{m_1 m_2}$$

$$m_2 = \frac{l_1}{l_2} m_x$$

3. Нулевой метод - образная величина вычитается из измеряемой, их разность отсчитывается на нулевом индикаторе образную величину отнимают до момента, когда разность станет равной нулю.



4. Дифференциальный метод - образная величина вычитается из измеряемой, их разность измеряется.

Числ. X

Разность
 $X - X_{\text{обр}}$

Средство
измерения

Возврат.
вект. $X_{\text{обр}}$

5 **Метод совпадения** - измерение
высоты определяется по совпадению ст.
метки шкалы или периодическим ст.
назов

6 **Метод сопоставления** - измерение
высоты производится другой эталонной
высотой так, чтобы их сумма рав-
нялась другой известной эталонной
высоте

8 **Эталон**

Эталон - средство измерительной
техники, предназначенное для воспроизве-
дения, хранения и передачи единиц изме-
рения или шкалы измерения.

Воспроизведение единиц измерения -
совокупность операций по материализа-
ции ЕД с помощью первичного
эталона.

1) **буквально** (поц. манипуляция ед-
ниц) в соответствии с ее определением

2) **использование** воспроизводимого
эталона, основанного на физическом
явлении

3) применяемые материальные меры
в качестве эталонов (лиры, кг)

Хранимые единицы измерений - совокупность операций, обеспечивающих сохранение величины, воспроизводимой, крайностей и передаваемой данными эталоном

Передача единицы измерения - представление размера величины хранимой единицы измерения к единице величины, воспроизводимой и хранимой эталоном данными и стандартным образом

Естественный эталон основан на присутствии и воспроизводимости св-х материального объекта или явления

Первичный эталон создан с использованием первичной методической единицы измерения или вогран по соглашению

Вторичный эталон получается измерением непосредственно от первичного

Эталон сравнения предназначен для сравнения эталонов, которые по каким-то признакам не могут быть непосредственно связаны друг с другом

Измерительный эталон обладает наибольшими метрологическими св-ами на определенной территории передающей единицу измерения подчиненным эталонам и непосредственно с другими измерениями

Рабочий эталон передаст единицу измерения средству измерения

национальный эталон прина-
длежащий государственным
учреждениям в области метрологического
контроля

Международный эталон прина-
длежащий государственным учреждениям
метрологического контроля, утвержденным
для всего мира.