

Общие сведения об измерениях

Измерением называют процесс нахождения значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Суть измерения описывают основным уравнением:

$$x=A=kA_0$$

где A – значение измеряемой физической величины;

A_0 – значение величины, принятой за образец;

k – отношение измеряемой величины к образцу

$$U = kU_0 = 220 [1 \text{ В}] = 220 \text{ В} \quad U = kU_0 = 220 [10^{-3} \text{ кВ}] = 0,22 \text{ кВ}$$

Любое измерение заключается в сравнении путем физического эксперимента данной величины с некоторым ее значением, принятым за единицу сравнения и называемой **мерой**

Результат измерений физической величины – значение физической величины, полученное путем ее измерения

Погрешность средства измерения – разность между показаниями средства измерения и истинным значением измеряемой физической величины

Качество измерений – совокупность свойств, обуславливающих получение результатов с требуемыми точностными характеристиками, в необходимом виде и в установленные сроки

Качество измерений характеризуется точностью, правильностью, сходимостью и воспроизводимостью, достоверностью, размером допускаемых погрешностей

Точность результата измерений – одна из характеристик качества измерений, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения

Правильность измерений – характеристика, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результатов измерений

Сходимость результатов измерений – близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом, в одинаковых условиях и с одинаковой тщательностью

Воспроизводимость – близость результатов измерений одной и той же физической величины, полученных в разных местах, разными методами и средствами, разными операторами, в разное время, но приведенных к одним и тем же условиям

Достоверность – характеристика качества измерений, отражающая доверие к их результатам

$$P_{\partial} (x_{\text{н}} \leq x_{\text{и}} \leq x_{\text{в}}) = 1 - q$$

Принцип измерений – совокупность физических явлений, на которых основаны измерения

Метод измерений – совокупность приемов использования принципов и средств измерений

Объект измерения – реальный физический объект, свойства которого характеризуются одной или несколькими измеряемыми физическими величинами

Алгоритм измерения – точное предписание о порядке выполнения операций, обеспечивающих измерение физической величины

Математическая модель объекта измерения – совокупность математических символов (образов) и отношений между ними, которая адекватно описывает интересующие человека свойства объекта измерения

Шкала физической величины – упорядоченная последовательность значений физической величины, принятая по результатам точных измерений

Отметка шкалы – знак на шкале прибора (черточка, точка), соответствующий некоторому значению физической величины

Указатель – часть отсчетного устройства, положение которого относительно отметок шкалы определяет показания измерительного прибора

Цена деления шкалы – разность значений измеряемой величины, соответствующих соседним отметкам шкалы

Виды измерений

Прямые измерения – это измерения при которых искомое значение величины находят непосредственно по показаниям средства измерения. Аналитически прямые измерения записывают в виде $A=x$

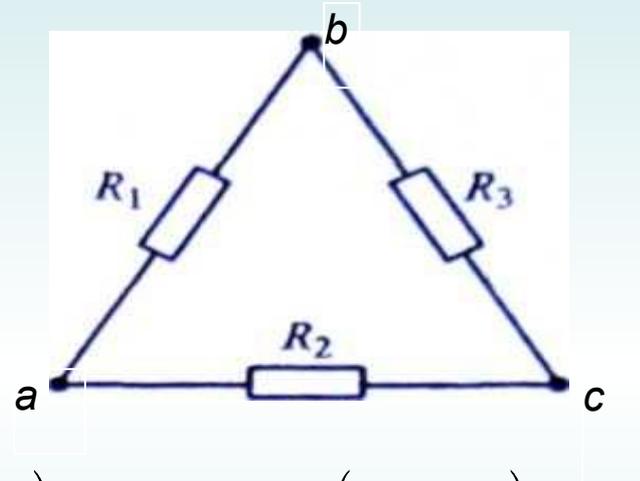
Косвенные измерения – это измерения, при которых значение измеряемой величины находят на основании известной зависимости между ней и величинами, определяемыми прямыми измерениями, которые проводились в одинаковых условиях

$$A=f(x_1, x_2, \dots, x_m)$$

Совокупными измерениями называют проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин (среди них могут быть и известные величины), при которых их значения находят решением системы уравнений, получаемых при прямых или косвенных измерениях различных сочетаний этих величин

Совместными измерениями называются проводимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для установления зависимости между ними

Метод совокупных измерений



$$R_{ab} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}; \quad R_{ac} = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}; \quad R_{bc} = \frac{R_3(R_2 + R_1)}{R_1 + R_2 + R_3};$$

Совокупные измерения основываются на уравнениях, отражающих произвольное комбинирование величин

совокупные измерения можно интерпретировать как обобщение прямых измерений

Метод совместных измерений

Определение параметров сопротивления резистора от температуры

R_{20} , α и β

$$R_t = R_{20} \left[1 + \alpha(t - 20) + \beta(t - 20)^2 \right]$$

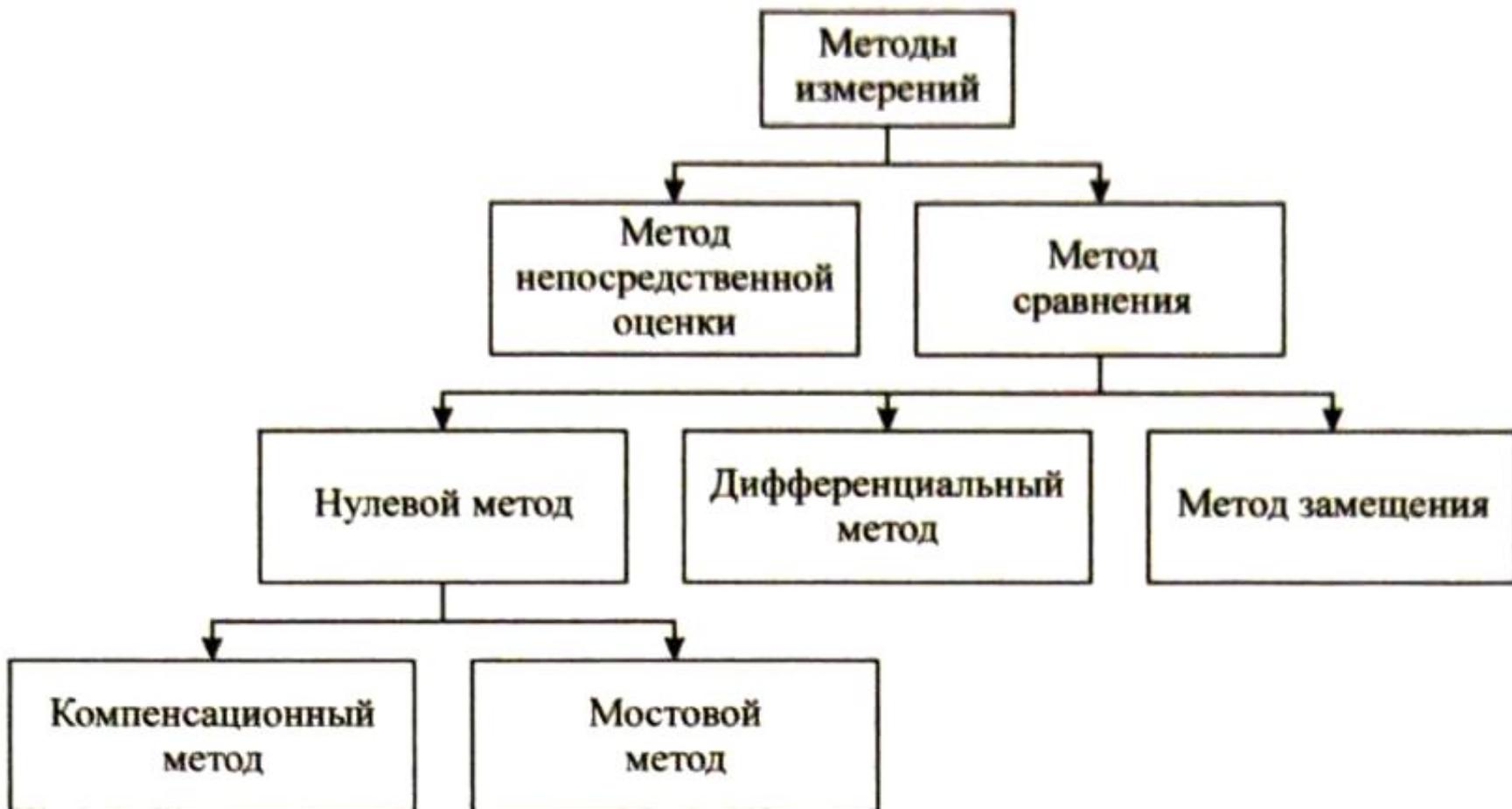
$$R_{t_1} = R_{20} \left[1 + \alpha(t_1 - 20) + \beta(t_1 - 20)^2 \right]$$

$$R_{t_2} = R_{20} \left[1 + \alpha(t_2 - 20) + \beta(t_2 - 20)^2 \right]$$

$$R_{t_3} = R_{20} \left[1 + \alpha(t_3 - 20) + \beta(t_3 - 20)^2 \right]$$

совместные измерения основываются на известных уравнениях

совместные измерения можно интерпретировать как обобщение косвенных



Метод непосредственной оценки - численное значение измеряемой величины определяют непосредственно по показанию измерительного прибора

Метод сравнения – метод измерений, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой

Нулевой метод, при котором действие измеряемой величины полностью уравновешивается образцовой

Дифференциальный метод, когда измеряют разницу между измеряемой величиной и близкой ей по значению эталонной

Метод замещения, при котором действие измеряемой величины замещают образцовой

Компенсационный метод, при котором действие измеряемой величины компенсируется (уравновешивается) образцовой

Мостовой метод, когда достигают нулевого значения тока в измерительной диагонали моста, в которую включается чувствительный индикаторный прибор

При **аналоговых измерениях** измерительный прибор непрерывно преобразует измеряемую величину, результатом которого является перемещение указателя относительно шкалы

В случае **цифровых измерений** сравнение физической величины с рядом образцовых значений осуществляется в приборе автоматически

Статический режим измерений – режим, при котором средство измерений работает в статическом режиме

Динамический режим измерений – режим, результатом которого является функциональная зависимость измеряемой величины от времени

Наблюдением называется единичная экспериментальная операция, итог которой – **результат наблюдения** – всегда имеет случайный характер

Равноточными называют измерения какой-либо физической величины, выполненные одним экспериментатором, одинаковыми по точности средствами измерений и в одних и тех же условиях

Погрешности средств измерений - отклонения метрологических свойств или параметров средств измерений от номинальных, влияющие на погрешности результатов измерений

Погрешность результата измерения - отклонение результата измерения $x_{изм}$ от действительного (истинного) значения измеряемой величины X_0

$$\Delta x = x_{изм} - X_0$$

Методическая погрешность обусловлена несовершенством метода измерений или упрощениями, допущенными при измерениях

Инструментальная погрешность обусловлена несовершенством применяемых средств измерений

Статическая погрешность измерений - погрешность результата измерений, свойственная условиям статического измерения

Динамическая погрешность измерений - погрешность результата измерений, свойственная условиям динамического измерения

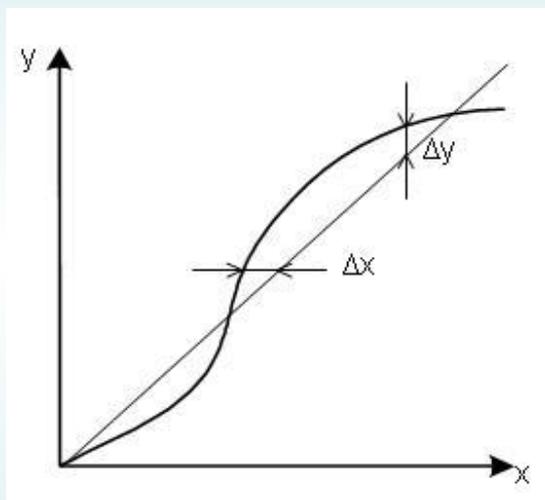
Систематическая погрешность измерения - составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины

Случайными называют составляющие погрешности измерений, изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины

Погрешность градуировки средства измерений - погрешность действительного значения величины, приписанного той или иной отметке шкалы средства измерений в результате градуировки

Погрешностью адекватности модели называют погрешность при выборе функциональной зависимости

Под **абсолютной погрешностью** понимается алгебраическая разность между номинальным и действительным значениями измеряемой величины

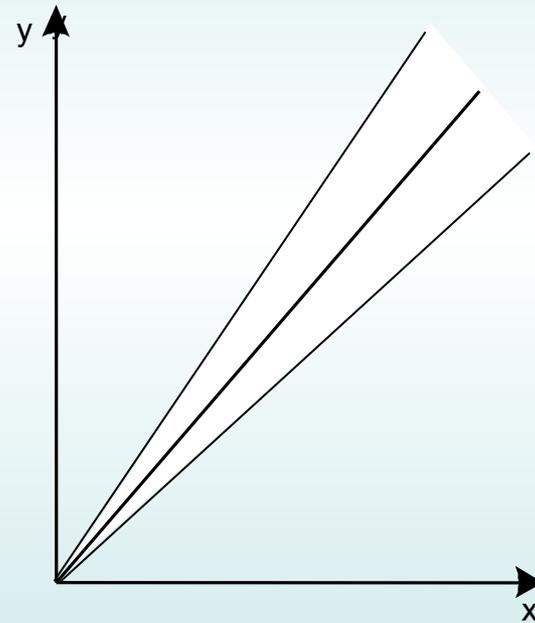
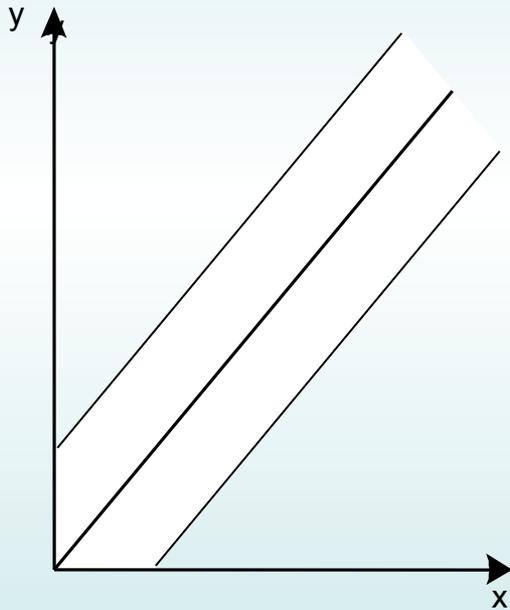


Относительная погрешность - выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой или воспроизводимой данным средством измерений величины $\Delta x/x$

Δ - приведенные погрешности, где X - диапазон изменения величины x

Аддитивной погрешностью называется погрешность, постоянная в каждой точке шкалы

Мультипликативной погрешностью называется погрешность, линейно возрастающая или убывающая с ростом измеряемой величины



Погрешности измерений

