

## Измерения физических величин

Измерение физической величины – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

Прямое измерение – измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно.

**Косвенное измерение** – определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной.

**Измерительный сигнал** – сигнал, содержащий количественную информацию об измеряемой физической величине.

Совокупные измерения — проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерениях этих величин в различных сочетаниях.

Совместные измерения — проводимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними.



По характеру изменения измеряемой величины измерения разделяются на:

Статические измерения – измерения, которые выполняются при практическом постоянстве измеряемой величины.

В процессе динамических изменений измеряемая величина изменяется.

Статистические измерения – измерения, связанные с определением характеристик случайных процессов, шумовых сигналов и др.

По количеству измерительной информации различают:

Однократные измерения их число равняется числу измеряемых величин.

Многократные измерения число измерений превышает число измеряемых величин.

По характеристике точности:

**Равноточные измерения** – ряд измерений какой либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений и в одних и тех же условиях.

**Неравноточные измерения** – ряд измерений какой-либо величины, выполненных несколькими различными по точности средствами измерений и(или) в различных условиях.



# Метрология, стандартизация и сертификация средств неразрушающего контроля

По метрологическому назначению:

Технические измерения – измерения с помощью рабочих средств измерений.

Метрологические измерения – измерения при помощи эталонов и образцовых средств измерений с целью воспроизведения единиц ФВ для передачи их размере рабочим средствам измерений.

По выражению результата измерений – абсолютные (результаты выражены в единицах измеряемой физической величины) и относительные.

# Принципы, методы и методики измерений

**Основные характеристики измерений (как процесса)**

**Принцип измерения**

**Метод измерения**

**Качество измерения**

**Правильность**

**Точность**

**Сходимость**

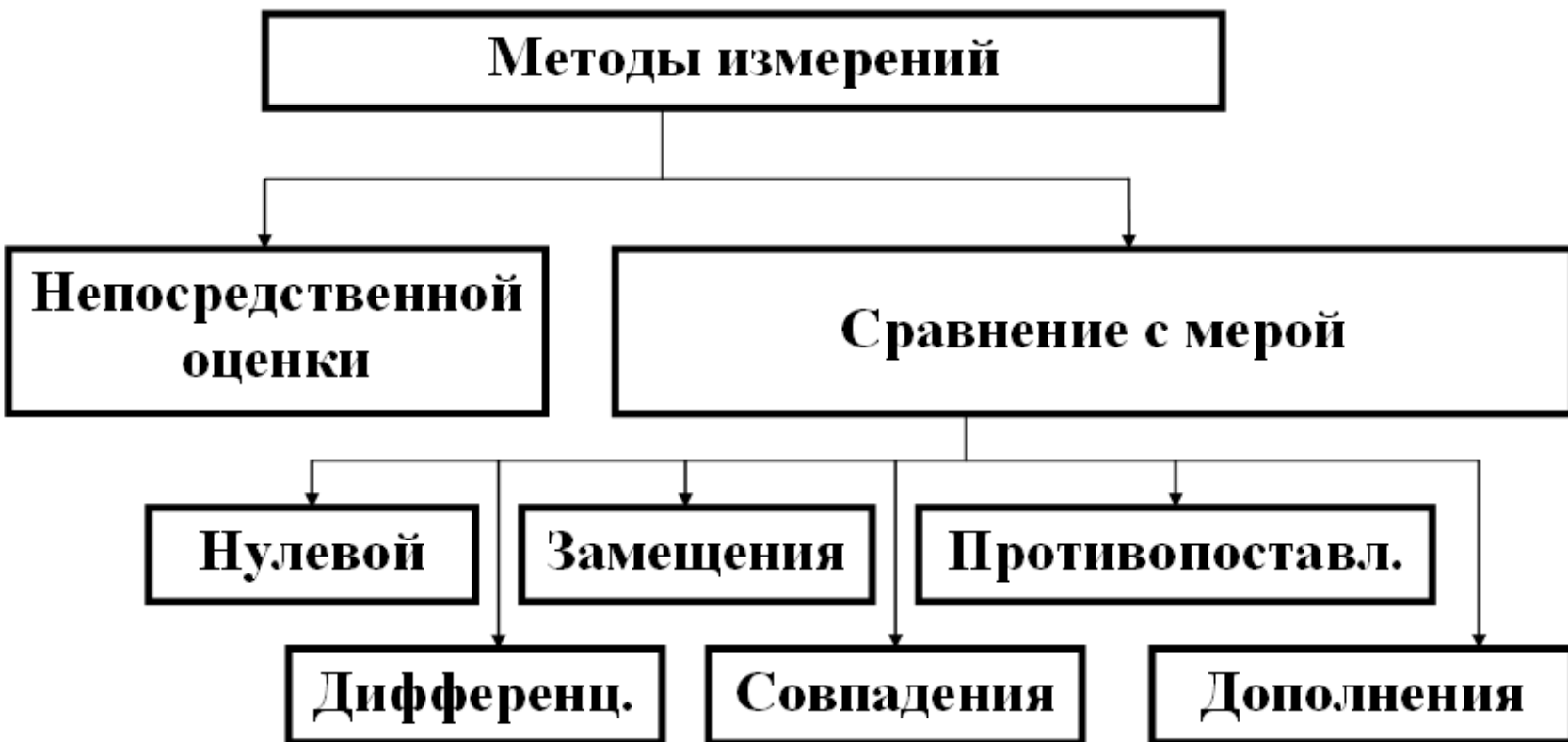
**Основные характеристики измерения**



## Принципы, методы и методики измерений

Принцип измерений – физическое явление или эффект, положенное в основу измерений.

Метод измерений – прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.



**Метод непосредственной оценки** – метод измерений, при котором значение величины определяют непосредственно по показывающему средству измерений.

**Метод сравнения с мерой** (метод сравнения) – метод измерений, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

**Метод противопоставления** – это метод сравнения, при котором измеряемая величина и величина, воспроизводимая с мерой, одновременно действует на прибор сравнения, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами (определение на фотоэлектроколориметре).



Метод замещения – это метод сравнения, при котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой, сохраняя все условия неизменными.

Нулевой метод – метод сравнения с мерой, в которой результирующий эффект воздействия величины на прибор сравнения доводят до нуля.

Дифференциальный (разностный) метод характеризуется измерением разности между значением измеряемой и известной величинами.

Метод совпадения – это метод сравнения с мерой, в котором разность между значениями искомой и воспроизводимой мер величин измеряют, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов.



Методика выполнения измерений (методика измерений) – установленная совокупность операций и правил при измерении, выполнение которых обеспечивает получение результатов, измерений с гарантированной точностью в соответствии с принятым методом.

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

## Нормируемые метрологические характеристики средств измерений

### Метрологические характеристики средств измерений

Характеристики свойств (или одного из свойств) средств измерений, оказывающих влияние на результаты измерений (его погрешность) или их точность, называется метрологическими характеристиками.

Погрешность результата измерений (погрешность измерения) – отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

$$\Delta X = X_{\text{изм.}} - X_{\text{ист.}}$$

Абсолютная погрешность измерения – погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.

$$\Delta X = X_{\text{изм.}} - X_{\text{дст}}$$



Относительная погрешность измерения (относительная погрешность) – погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к действительному или измеренному значению измеряемой величины.

$$\delta_x = \frac{\Delta X}{X_{\text{ист}}}$$

Приведенная погрешность – это погрешность, выраженная отношением той же абсолютной погрешности к условно принятому значению физической величины, которая постоянна во всем диапазоне или в некоторой его части и называется нормирующей, где N - некоторая нормирующая величина.

$$\gamma_x = \frac{\Delta X}{N},$$



Относительная и приведенная погрешности могут быть выражены безразмерным числом, или в %, если полученное безразмерное число умножить на 100:

$$\delta_x [\%] = \frac{\Delta X}{X_{\text{дст}}} * 100\%.$$

Статическая погрешность используется для измерения постоянной величины.

Динамическая погрешность – представляет собой разность между погрешностью средств измерений в динамическом режиме и его статической погрешностью, соответствующей значению величины в данный момент времени.

В зависимости от условий применения:

Основная погрешность – это погрешность средств измерений, используемых в нормативных условиях.

Дополнительная погрешность – это составляющая его погрешность, которая вызывается отклонением одной или более влияющих величин от нормированного значения или выходом из нормируемых областей.



По причинам возникновения погрешности разделяются на:

**Инструментальная погрешность измерения** – составляющая погрешности измерения, обусловленная погрешностью применяемого средства измерений.

**Методическая погрешность** – составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством примененного метода измерений и упрощений при построении конструкции средства измерений, в том числе математических зависимостей.

**Субъективная (личная) погрешность** – возникает вследствие индивидуальных особенностей (степень внимательности, сосредоточенности, подготовленности) операторов, производящих измерения.



По характеру изменения результатов при повторных измерениях погрешности разделяются на:

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

**Случайная погрешность измерения** – составляющая погрешности результата измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях, проведенных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины.

Грубой называют погрешность измерения, существенно превышающую ожидаемую при заданных условиях.

$$\Delta X = \Delta X_{ст.} + \Delta X_{сл.}$$

**Точность средства измерений** – характеристика качества средства измерений, отражающая близость его погрешности к нулю (величина, обратная относительной погрешности, называется точностью измерений):

$$T = \frac{1}{\delta_x}.$$

**Класс точности средств измерений** – обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительных погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.



## Условия измерений

Нормальные условия измерений – условия измерения, характеризующие совокупностью значений или областей значений влияющих величин, при которых изменением результата измерений пренебрегают вследствие малости.

Нормируются: температура, давление, влажность.

## Способы устранения погрешностей при измерениях

Погрешности измерений, возникающие вследствие:

- неправильной установки – устраняют тщательной установкой по уровню;
- смещения отсчета – ликвидируют установкой указателя на нуль (при измерении средствами со стрелочным указателем);
- влияния вибрации – путем амортизации средств измерений и их деталей.

**Спасибо за внимание**