

## Занятие 2

### 1.2 Виды и методы измерений

Классификация измерений.

**Измерения** (нахождение значения ФВ опытным путем с помощью специальных технических средств) классифицируются:

#### 1. По характеристике точности (по условиям измерений):

· **Равноточные** измерения – это ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений (СИ) в одних и тех же условиях.

· **Неравноточные** измерения – ряд измерений ФВ, выполненных различными по точности СИ или в разных условиях.

#### 2. По числу измерений в серии:

· **Однократные измерения** – это одно измерение одной величины, т. е. число измерений равно числу измеряемых величин. Практическое применение такого вида измерений всегда сопряжено с большими погрешностями, поэтому следует проводить не менее трех однократных измерений и находить конечный результат как среднее арифметическое значение.

· **Многократные измерения** - измерения, состоящие из ряда последовательных однократных измерений, число измерений при этом превышает количество измеряемых величин. При  $n \geq 4$  измерения можно считать многократным, т. к. результат может быть обработан в соответствии с требованиями математической статистики. При этом в значительной мере снижается влияние случайных факторов на погрешность измерения.

#### 3. По характеру изменения измеряемой величины в процессе измерений:

· **Статические** измерения ФВ имеют место тогда, когда измеряемая величина практически постоянна на всём протяжении времени измерения;

· **Динамические** измерения – это измерения ФВ, размер которых изменяется с течением времени (например, измерение диаметра вращающейся детали, обрабатываемой на токарном станке).

· **Статистические** измерения связаны с определением характеристик случайных процессов, звуковых сигналов, уровня шумов и т. д.

#### 4. По выражению результата:

· **Абсолютные измерения**— измерения, приводящие к получению значения измеряемой величины в единицах этой величины (например, при измерении диаметра детали микрометром результат измерения выражается в единицах измеряемой величины, т.е. в миллиметрах).

· **Относительные измерения** связаны с измерением отношения какой-либо величины к одноименной величине, играющей роль единицы.

#### 5. По способу получения результатов измерения:

· **Прямые измерения** – это непосредственное сравнение ФВ с её мерой (например, при определении длины предмета линейкой происходит сравнение искомой величины с мерой, т.е. линейкой). Либо это измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно по показаниям прибора (измерение тока с помощью амперметра);

· **Косвенные измерения** – измерения, при которых искомое значение ФВ определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, полученными прямыми измерениями (например, можно измерить силу тока амперметром и входное напряжение вольтметром, а по известной формуле рассчитать мощность, потребляемую объектом измерения:  $P=UI$ ).

· **Совокупные измерения** осуществляются путем одновременного измерения нескольких одноименных величин, при которых искомое значение находят решением системы уравнений (число уравнений должно быть не меньше числа величин).

· **Совместные измерения** - это одновременное измерение двух или нескольких не одноименных ФВ для определения зависимости между ними.

#### 6. По связи с объектом измерения – **контактные и бесконтактные**.

##### Методы измерений

Измерения базируются на определенных принципах, т.е. на определённых физических явлениях или их комплексе. Например, измерение температуры основано на явлении расширения жидкости при ее нагревании (ртуть в термометре).

**Метод измерений**— прием или **совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей или шкалой** в соответствии с

реализованным принципом измерений. Их можно классифицировать по различным признакам.

1. Используемый при измерении физический принцип. По нему методы измерений разделяют на оптические, механические, акустические, электрические, магнитные и так далее.

2. Режим изменения во времени измерительного сигнала. В соответствии с ним все методы измерений разделяют на статические и динамические.

3. Способ взаимодействия СИ и объекта измерений. По этому признаку методы измерений разделяют на контактные (измерительный элемент СИ находится в контакте с объектом измерений) и бесконтактные (чувствительный элемент СИ не находится в контакте с объектом измерений).

4. Применяемый в СИ вид измерительных сигналов. В соответствии с ним методы разделяют на аналоговые и цифровые.

5. По способам получения искомого значения измеряемой величины:

а) прямой метод (осуществляется при помощи прямых, непосредственных измерений);

б) косвенный метод.

Приведенную классификацию можно развивать и далее. Однако более общей является метрологическая классификация методов измерений, под которой понимается **классификация по способу сравнения измеряемой величины с единицей**.

По этому признаку все методы измерений разделяют:

1. Метод непосредственной оценки (измеренное значение наблюдают непосредственно по шкале устройства СИ, например, по часам, амперметру);

2. Метод сравнения с мерой, когда значение измеряемой ФВ сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой (измерение массы тела на рычажных весах). Метод сравнения реализуется на практике в виде модификаций:

3. Дифференциальный метод — метод измерений, при котором измеряется разность между измеряемой величиной и мерой, значение которой незначительно отличается от значения измеряемой величины.

Такой метод используется в тех случаях, когда имеется возможность просто и точно произвести операцию вычитания величин, таких как электрические

напряжения, длина, перемещение и т.д., но непригоден для температуры, твердости тел и т.п.

4. Частным случаем дифференциального метода является нулевой метод измерений— метод измерений, где результат сравнения измеряемой величины и меры на компараторе доводят до нуля. Здесь значение измеряемой величины равняется значению, которое воспроизводит мера (взвешивание массы на весах с помощью набора гирь; измерение электр. напряжения уравновешенным мостом).

5. Метод противопоставления, когда измеряемая величина, а так же величина создаваемая эталонной мерой, одновременно действуют на измерительное устройство сравнения. После чего появляется некоторое отношение между ними в виде разности результата.

6. Для борьбы с систематическими погрешностями полезен метод замещения. Метод замещения - метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают величиной, воспроизводимой мерой. Поскольку эти измерения делают одним прибором в одинаковых условиях, систематическая погрешность измерений может быть в значительной степени скомпенсирована.

Например, основная составляющая погрешности измерений массы на рычажных весах – это погрешность от неравноплечности весов. Она может быть исключена из результата измерений, если производить измерения взвешиванием, помещая по очереди на одну и ту же чашку весов измеряемую массу или гири.

В некоторых измерительных задачах удобно применение других разновидностей метода сравнения с мерой: метода дополнения и метода совпадений.

7. Метод дополнения — метод сравнения с мерой, при котором измеряемая величина дополняется мерой так, чтобы на СИ сравнения действовала их сумма, которая будет равна заранее известному значению. Например, иногда может быть более точным измерение массы, при котором уравновешивают гирю, значение которой известно с высокой точностью, измеряемой массой и набором более легких гирь, помещенными на другую чашку весов.

8. Метод совпадений представляет собой разновидность метода сравнения с определённой мерой, при котором определяют разность между измеряемой величиной и величиной воспроизводимой мерой, используя определённых отметок шкалы либо специальных сигналов. Примером этого метода является измерение длины при помощи штангенциркуля с нониусом.

Очевидно, что выбор метода измерений зависит от его теоретической обоснованности, наличия необходимых СИ, их вида (мера, измерительный прибор и др.) и конструктивных особенностей.

Например, чтобы решить такую простейшую измерительную задачу, как измерение высоты заводской трубы, можно выбрать один из следующих методов:

- поднявшись с рулеткой на трубу, произвести измерение (метод сравнения с мерой);
- поднять вертолет с высотомером до уровня трубы и измерить высоту подъема (метод непосредственной оценки);
- вычислить высоту трубы как катет прямоугольного треугольника на основании результатов измерений расстояния до трубы и угла этого треугольника (косвенные измерения).