

# Погрешности измерений

В результате измерения физической величины мы получаем оценку этой величины - результат измерений

При этом следует различать два понятия: **истинные значения физических величин** и их эмпирические проявления – **действительные значения**, которые являются результатами измерений и в конкретной измерительной задаче могут приниматься в качестве истинных значений

**эмпирические** - полученные опытным путём

**Истинное значение  $X_{и}$**  величины неизвестно и оно применяется только в теоретических исследованиях

**Результаты измерений  $X_{изм}$**  являются продуктами нашего познания и представляют собой **приближённые оценки** значений величин, полученных в процессе измерений

Степень приближения полученных оценок к истинным значениям измеряемых величин зависит от многих факторов: метода измерений, использованных средств измерений, от квалификации операторов, проводящих измерения, от условий, в которых проводятся измерения и т.д.

Поэтому между истинным значением физической величины и результатом измерений всегда имеется различие, которое выражается **погрешностью измерений**

**Погрешность результата измерения** — отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины:

$$\Delta X = X_{\text{изм}} - X_{\text{и}}$$

Так как **истинное значение величины** всегда неизвестно, а на практике мы имеем дело с **измеренными значениями величин**, то формула измерения приобретает смысл только в том случае, когда известна **погрешность измерения**. А носителем известной погрешности является **измерительный инструмент**

С учётом этого формула измерения приобретает вид

$$X_{\text{изм}} = X_{\text{и}} \pm \Delta X$$

**Погрешность измерительного инструмента** определяют в процессе разработки измерительного инструмента

# Источники погрешности измерений

Погрешность результата измерения, так же как и результат измерения, является случайной величиной и имеет много составляющих, каждая из которых обусловлена различными факторами и источниками

## источники появления погрешностей измерений:

1. Неполное соответствие объекта измерений принятой его модели;
  2. Неполное знание измеряемой величины;
  3. Неполное знание влияния условий окружающей среды на измерение;
  4. Несовершенное измерение параметров окружающей среды;
  5. Конечная разрешающая способность прибора или порог его чувствительности;
  6. Неточность передачи значения единицы величины от эталонов к рабочим средствам измерений;
  7. Неточные знания констант и других параметров, используемых в алгоритме обработки результатов измерения;
  8. Аппроксимации и предположения, реализуемые в методе измерений;
  9. Субъективная погрешность оператора при проведении измерений;
  10. Изменения в повторных наблюдениях измеряемой величины при очевидно одинаковых условиях
- и другие.

Причины появления погрешностей измерений можно разделить на погрешности **метода измерений, средств измерений** (инструмента) и **оператора**, проводящего измерения

В общем виде погрешность можно выразить следующей формулой:

$$\Delta X = \Delta_m + \Delta_i + \Delta_l$$

где  $\Delta_m$  – методическая погрешность (погрешность метода);

$\Delta_i$  - инструментальная погрешность (погрешность средств измерений);

$\Delta_l$  - личная (субъективная) погрешность

**Методическая погрешность** возникает из-за недостатков используемого метода измерений.

*Чаще всего это является следствием различных **допущений** при использовании эмпирических зависимостей между измеряемыми величинами или **конструктивных упрощений** в приборах, используемых в данном методе измерений.*

**Инструментальная погрешность** - основные причины возникновения приведены в разделе о средствах измерений.

**Субъективная погрешность** связана с индивидуальными особенностями операторов - внимательность, сосредоточенность, быстрота реакции, степень профессиональной подготовленности.

*Такая погрешность чаще встречается при большой доле ручного труда при проведении измерений и почти отсутствуют при использовании автоматизированных средств измерений.*

# Классификация погрешностей измерений

По характеру проявления они разделяются на **систематические** и **случайные**

**Систематическая погрешность** – составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины. В зависимости от характера изменения систематические погрешности подразделяются на **постоянные, прогрессирующие, периодические, изменяющиеся по сложному закону**. Близость к нулю систематической погрешности отражает правильность измерений

**Случайная погрешность** – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях одной и той же величины, проведенных с одинаковой тщательностью



● По способам выражения - на абсолютные и относительные

**Абсолютная погрешность** выражается в единицах измеряемой величины

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{и}}$$

**Относительная погрешность** представляет собой отношение абсолютной погрешности к измеренному (действительному) значению величины и ее численное значение выражается либо в процентах, либо в долях единицы

$$\gamma = \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{и}}}{X_{\text{изм}}} \times 100\%$$

**Грубая погрешность (промах)** – погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных значений погрешности.

Грубые погрешности необходимо всегда исключать из рассмотрения, если известно, что они являются результатом очевидных промахов при проведении измерений