

Метрология, стандартизация и управление  
качеством

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ



**Истинным** называется значение ФВ, идеальным образом характеризующее свойство данного объекта как в количественном, так и в качественном отношении

**Действительным** называется значение ФВ, найденное экспериментально и настолько близкое к истинному, что в поставленной измерительной задаче оно может быть использовано вместо него.

**Результат измерения** представляет собой значение величины, полученное путем измерения.

**Погрешность результата измерения** – это отклонение результата измерения  $X$  от истинного (или действительного) значения  $Q$  измеряемой величины:

$$\Delta X = X - Q \quad (1)$$

Указывает границы неопределенности значения измеряемой величины. Близость к нулю погрешности результата измерения отражает *точность результата измерения*, которая является одной из характеристик качества измерения. Чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность.

**Погрешность средства измерений** – разность между показанием средства измерений (СИ) и истинным (действительным) значением измеряемой ФВ. Характеризует *точность СИ* (характеристику качества СИ, отражающую близость его погрешности к нулю).

# Классификация погрешностей измерений по различным признакам

## 1. Классификация погрешностей измерений по *характеру проявления*

Погрешности измерений

Случайная

Систематическая

Прогрессирующая

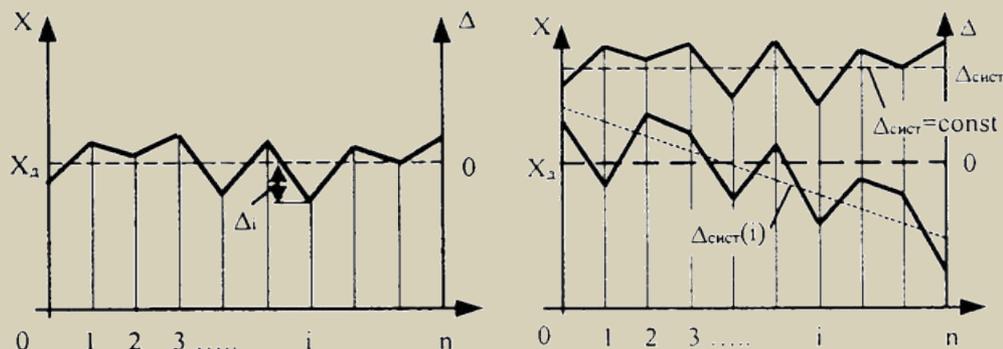
Промах  
(грубая)

**Случайная погрешность** – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях одной и той же ФВ, проведенных с одинаковой тщательностью и в одних и тех же условиях.

**Систематическая погрешность** – составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно меняющаяся при повторных измерениях одной и той же ФВ.

**Прогрессирующая (дрейфовая) погрешность** – это непредсказуемая погрешность, медленно меняющаяся во времени (характерна для нестационарных случайных процессов).

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



*Изменение: а – случайной, б – постоянной и переменной систематических погрешностей от измерения к измерению*

## 2. Классификация погрешностей измерений по *способу выражения*

погрешности  
измерений

абсолютная

относительная

приведенная

**Абсолютная погрешность** описывается формулой

$$\Delta X = X - Q$$

и выражается в единицах измеряемой величины.

**Относительная погрешность** есть отношение абсолютной погрешности измерения к действительному или измеренному значению измеряемой величины:

$$\delta = \Delta X / X, \quad \text{или} \quad \delta = (\Delta X / X) * 100\%.$$

**Приведенная погрешность средства измерений** – это относительная погрешность, в которой абсолютная погрешность СИ отнесена к условно принятому значению, постоянному во всем диапазоне измерения или его части:

$$\gamma = \Delta X / X_n, \quad \text{или} \quad \gamma = (\Delta X / X_n) * 100\%.$$

Условно принятое значение  $X_n$  называют *нормирующим*. Чаще всего за него принимают верхний предел измерений данного средства измерений. Приведенную погрешность обычно выражают в процентах.

3. Классификация погрешностей измерений  
в зависимости от **причин возникновения**  
(являются составляющими систематической погрешности)

**Погрешности  
измерений**

**Инструментальная  
погрешность  
измерения**

**Погрешность  
метода измерения**

**Погрешность из-за  
изменения условий  
измерения**

**Субъективные  
погрешности  
измерения**

**Инструментальная погрешность измерения** обусловлена погрешностью применяемого СИ. Иногда эту погрешность называют *аппаратурной*.

**Погрешность метода измерений** – составляющая систематической погрешности измерений из-за несовершенства принятого метода измерений, эта погрешность обусловлена:

- отличием принятой модели объекта измерения от модели, адекватно описывающей его свойства, которое определяется путем измерения;
- влиянием способов применения СИ;
- влиянием алгоритмов (формул), по которым производятся вычисления результатов измерения. Иногда погрешность метода называют *теоретической погрешностью*;
- влиянием других факторов, не связанных со свойствами используемых СИ.

**Погрешность (измерения) из-за изменений условий измерения** – это составляющая систематической погрешности измерения, являющаяся следствием неучтенного влияния отклонения в одну сторону какого-либо из параметров, характеризующих условия измерений, от установленного значения.

**Субъективная (личная) погрешность измерения** – это составляющая систематической погрешности измерения, обусловленная индивидуальными особенностями оператора. Она вызвана состоянием оператора, его положением во время работы, несовершенством органов чувств, эргономическими свойствами СИ.

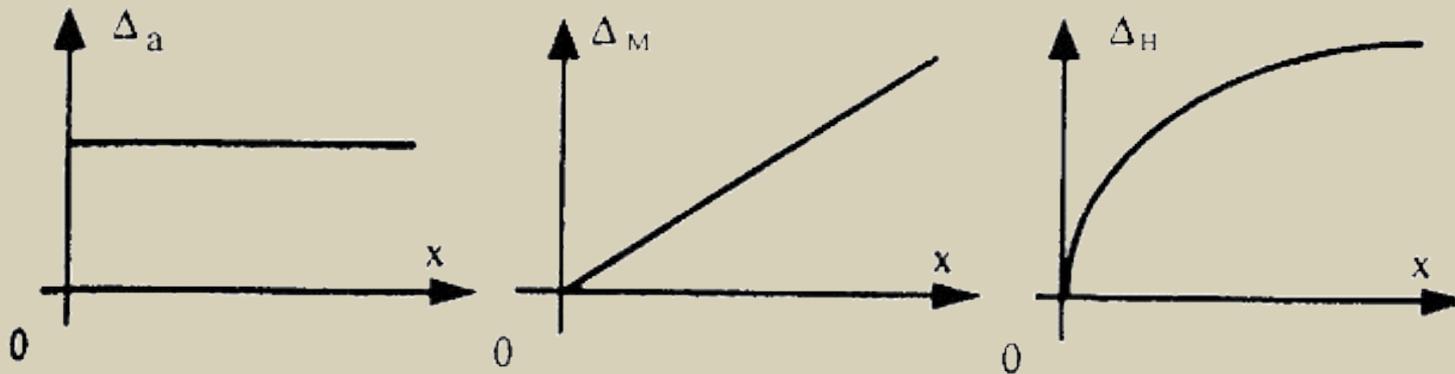
#### 4. Классификация погрешностей измерений по зависимости абсолютной погрешности от значений измеряемой величины

(применяют для описания метрологических характеристик СИ)

Аддитивная - не зависит от измеряемой величины;

мультипликативная - прямо пропорциональна измеряемой величине;

нелинейная - имеет нелинейную зависимость от измеряемой величины.



а)

б)

в)

Аддитивная (а), мультипликативная (б) и нелинейная (в)  
погрешности измерений

## 5. Классификация погрешностей измерений по влиянию внешних условий



**Основная погрешность средства измерений** - погрешность СИ, применяемого в нормальных условиях. Для каждого средства оговариваются условия эксплуатации, при которых нормируется его погрешность.

**Дополнительная погрешность средства измерений** - составляющая погрешности СИ, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

## 5. Классификация погрешностей измерений в зависимости *от влияния характера изменения измеряемых величин*



***Статическая погрешность средства измерений*** - погрешность СИ, применяемого при измерении ФВ, принимаемой за неизменную.

***Динамическая погрешность средства измерений*** - погрешность СИ, возникающая при измерении изменяющейся (в процессе измерений) ФВ. Динамическая погрешность СИ обусловлена несоответствием его реакции на скорость (частоту) изменения измеряемого сигнала.

## СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ

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

Систематическая погрешность представляет собой определенную функцию влияющих факторов, состав которых зависит от физических, конструктивных и технологических особенностей СИ, условий их применения, а также от индивидуальных качеств наблюдателя.

При оценке систематических погрешностей необходимо учитывать влияние следующих основных составляющих процесса измерения.

# Классификация систематических погрешностей в зависимости от характера измерения

## Систематические погрешности

### Постоянные погрешности

Погрешности, которые длительное время сохраняют свое значение (погрешности градуировки шкал СИ, погрешности мер).

### Прогрессивные погрешности

Непрерывно возрастающие или убывающие погрешности (погрешности вследствие износа, разряда источника питания).

### Периодические погрешности

Погрешности, значение которых является периодической функцией времени или перемещения указателя прибора (обусловлены суточными колебаниями температуры, напряжения).

### Погрешности, изменяющиеся по сложному закону

Происходят вследствие совместного действия нескольких систематических погрешностей.