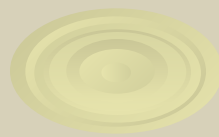


Метрология, стандартизация и управление
качеством

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

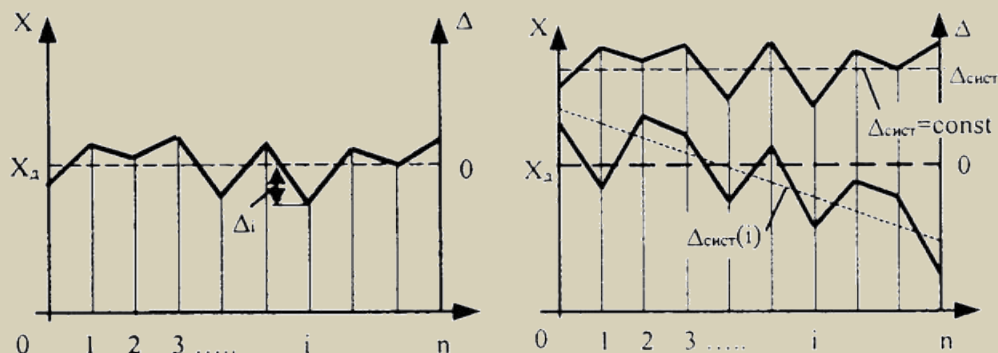
Промах
(грубая)

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

```
graph TD; A[погрешности измерений] --- B[абсолютная]; A --- C[относительная]; A --- D[приведенная]
```

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.

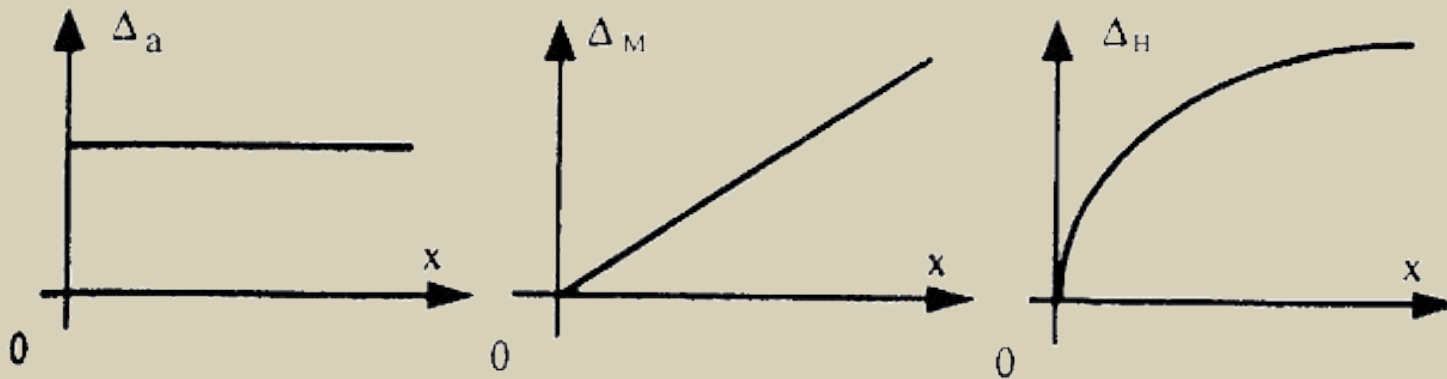
4. Классификация погрешностей измерений по зависимости абсолютной погрешности от значений измеряемой величины

(применяют для описания метрологических характеристик СИ)

Аддитивная - не зависит от измеряемой величины;

мультипликативная - прямо пропорциональна измеряемой величине;

нелинейная - имеет нелинейную зависимость от измеряемой величины.



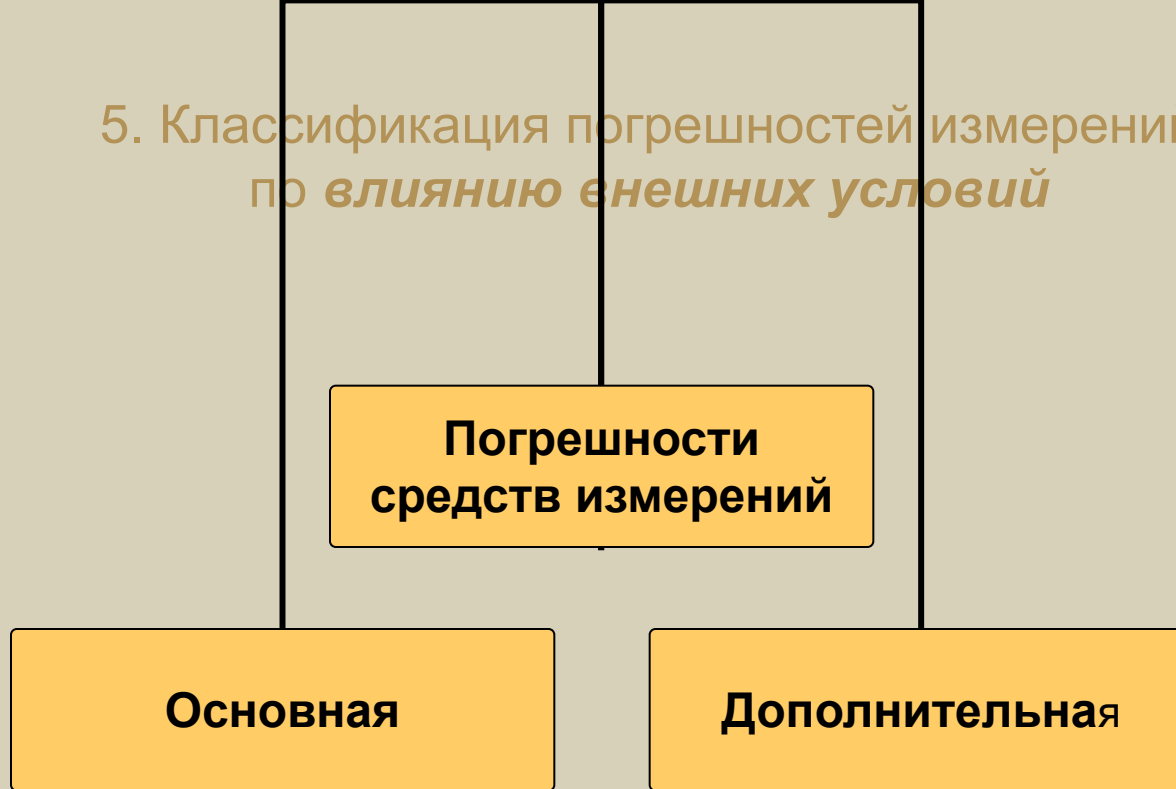
а)

б)

в)

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

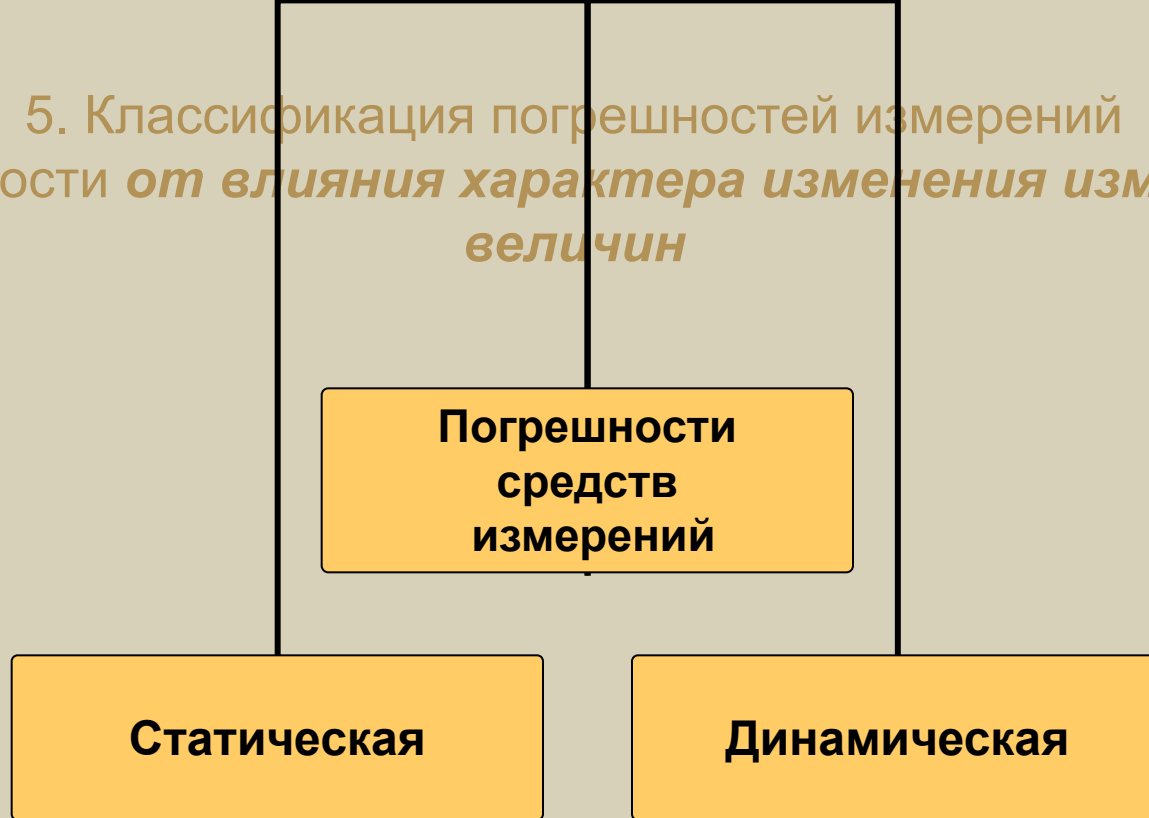
5. Классификация погрешностей измерений по влиянию внешних условий



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.