

## 1.6 Погрешности измерений, составляющие погрешностей измерений, случайные и грубые погрешности

При практическом использовании тех или иных измерений важно оценить **точность измерений**, то есть степень приближения результатов измерения к некоторому действительному значению.

Даже самые точные приборы не могут показать действительного значения измеряемой величины и обязательно существует **погрешность измерения**, т.е. отклонение значения измеряемой величины от её действительного значения, причинами которой могут быть различные факторы.

Полностью исключить погрешности практически невозможно, поэтому устанавливаются пределы допускаемых погрешностей измерений, которые регламентируются ГОСТами (Государственными стандартами).

Погрешности измерений могут быть классифицированы по различным признакам:

### 1. В зависимости от внешних условий:

· **Основная погрешность** – это погрешность СИ, определяемая в нормальных условиях.

· **Дополнительная погрешность** – составляющая погрешности, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения.

### 2. По форме числового выражения (способу выражения):

· **абсолютная погрешность** – это разность между показаниями прибора  $x$  и истинным значением измеряемой величины  $x_0$  и выражается в единицах измеряемой величины:

$$\Delta = x - x_0.$$

· **относительная погрешность** – это отношение абсолютной погрешности прибора  $\Delta$  к истинному (действительному) значению измеряемой величины  $x_0$  и выражается в %:

$$\delta = \Delta/x_0 \cdot 100\%.$$

· **приведенная погрешность** – это отношение абсолютной погрешности прибора  $\Delta$  к нормирующему значению  $x_N$  и выражается в единицах измеряемой величины:

$$\gamma = \Delta/x_N \cdot 100\% .$$

3. По способу выявления:

· **Систематическая погрешность** – составляющая погрешности, которая остаётся постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины.

· **Случайная погрешность** – составляющая погрешности, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины. Значение случайной погрешности заранее неизвестно, оно возникает из-за множества неучтённых факторов, и выявить её можно только на основе проведения многократных измерений и обработки результатов на основе правил теории вероятности.

· **Грубые погрешности** – это погрешности измерения, существенно превышающие ожидаемые значения погрешностей при данных условиях. Они возникают из-за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или резких изменений условий измерений, поэтому может носить как случайный, так и систематический характер. Обычно они сразу видны в ряду полученных результатов, но в каждом конкретном случае необходимо проделать соответствующие статистические обоснования.

· **Промахи** – это **резко** выделяющиеся результаты измерений, которые обязательно сразу исключаются из результатов измерений.

4. По условиям изменения измеряемой величины:

· **статическая** – возникающая при измерении не изменяющейся во времени величины;

· **динамическая** – возникающая при измерении изменяющейся во времени величины.

В результате воздействия большого количества различных факторов, возникающих в процессе измерения, показания измерительных приборов отличаются от истинных значений измеряемой величины. Эти отклонения характеризуют **погрешности СИ**.

**Погрешность СИ** – это разность между показанием СИ и действительным значением измеряемой величины.

Погрешностей СИ классифицируются :

### 1. В зависимости от внешних условий:

· **Основная погрешность СИ** – это погрешность СИ, определяемая в нормальных условиях. Как правило, нормальными условиями эксплуатации являются: температура  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ , относительная влажность воздуха  $65 \pm 1,5\%$  при  $20^\circ\text{C}$ , атмосферное давление 680-780мм рт.ст. напряжение в сети питания  $220\text{В} \pm 10\%$  с частотой  $50\text{ Гц} \pm 1\%$  и при отсутствии электрических и магнитных полей (наводок).

· **Дополнительная погрешность СИ** – составляющая погрешности СИ, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения.

### 2. По способу выявления

· **Систематическая погрешность СИ** – составляющая погрешности СИ, которая остаётся постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины. Причиной её может быть неточность изготовления деталей измерительной цепи в пределах допусков, неуравновешенность некоторых частей и т.п. Как правило, систематическая составляющая либо мала, либо ее учитывают, вводя в показания прибора соответствующую поправку;

· **Случайная погрешность СИ** – составляющая погрешности СИ, изменяющаяся случайным образом. Причиной её может быть трение между механическими звеньями передаточного механизма, нестабильность работы упругих элементов, колебания параметров электропитания или измерительного усилия и др.

### 3. По способу выражения различают погрешности:

· **абсолютная погрешность прибора** – это разность между показаниями прибора  $x$  и истинным значением измеряемой величины  $x_0$ :

$$\Delta = x - x_0.$$

Она выражается в единицах измеряемой величины и может быть получена в виде числа, функции, графика или таблицы;

· **относительная погрешность прибора** – это отношение абсолютной погрешности прибора к истинному значению измеряемой величины. Она выражается в %:

$$\delta = \Delta/x_o \cdot 100\%.$$

· **приведенная погрешность** прибора – это отношение абсолютной погрешности  $\Delta$  к нормирующему значению  $x_N$  :

$$\gamma = \Delta/x_N \cdot 100\%,$$

где значение  $X_N$  зависит от типа шкалы.

Понятие приведённой погрешности было введено потому, что однозначно оценить качество прибора по значению абсолютной и относительной погрешностей невозможно, так как измеряемая величина  $x$  во время измерения может принимать любые значения от 0 до  $x_N$ .

Значение предела приведённой погрешности, выраженной в процентах, определяет **класс точности** прибора.

В качестве **предела допускаемой погрешности** выступает наибольшая погрешность, вызываемая изменением влияющей величины, при которой СИ по техническим требованиям может быть допущено к применению.

**Класс точности** - это обобщенная метрологическая характеристика, определяющая различные свойства СИ. Он присваивается средствам измерений при их разработке по результатам государственных приемочных испытаний. Обозначение классов точности СИ указывают в документации и наносят на самих измерительных приборах (циферблатах, щитках, корпусах)