

1.4. Классификация погрешностей.

Процесс оценки погрешности измерений считается одним из важнейших мероприятий в вопросе обеспечения единства измерений. Естественно, что факторов, оказывающих влияние на точность измерения, существует огромное множество.

При любой степени совершенства и точности измерительной аппаратуры, рационально спланированной методике измерений, тщательности выполнения измерительных операций результат измерений отличается от истинного значения физической величины.

Т.е. при всяком измерении неизбежны обусловленные разнообразными причинами отклонения результата измерения (x) от истинного значения измеряемой величины (X).

Эти отклонения называют погрешностями измерений.

$$\Delta = x - X$$

Это соотношение служит исходным для теоретического анализа погрешностей. На практике же из-за невозможности определить истинное значение вместо него берут действительное значение измеряемой величины, например, среднее арифметическое

Истинным называется значение ФВ (физической величины), идеальным образом характеризующее свойство данного объекта, как в количественном, так и качественном отношении. Оно не зависит от средств нашего познания и является той абсолютной истиной, к которой мы стремимся, пытаюсь выразить её в виде числовых значений.

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

Следует также различать погрешность результата измерения и погрешность средства измерений (СИ). Эти два понятия во многом близки друг к другу и классифицируются по одинаковым признакам.

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

Погрешность результата измерения - отклонение результата измерения от действительного или истинного значения измеряемой величины, полученное оператором и определяемое его субъективными особенностями.

Классификация погрешностей

Чтобы правильно оценивать погрешность, следует ясно представлять ее происхождение, понимать, к какому виду относится данная составляющая погрешности измерений.

Это диктует необходимость рассмотрения классификации погрешностей. Их можно классифицировать по многим признакам, например:

По способу выражения разделяют:

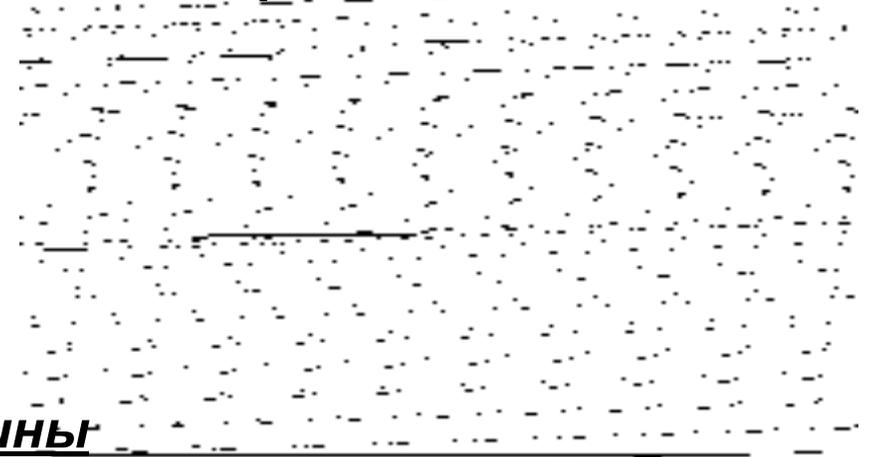
- абсолютные,
- относительные и
- приведенные погрешности.

Алгебраическую разность измеряемого значения величины

x и действительного ее значения a называют абсолютной

погрешностью измерения $\Delta X = x - a$ $\Delta Y = Y - a$

На рисунке ΔX и ΔY - абсолютные погрешности.



Отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины a (безразмерная величина), выраженное в относительных единицах или процентах, называют относительной погрешностью:

$$\delta = \Delta/a \quad \text{или} \quad \delta = \Delta/a \cdot 100\%$$

Относительная погрешность является безразмерной величиной, либо измеряется в процентах, в расчетах обозначается буквой - δ .

Отношение абсолютной погрешности к максимальному возможному значению измеряемой величины (например, к верхнему пределу измерений прибора или к диапазону измерений a_x) называется приведенной погрешностью $\delta_{пр}$

$$\delta_{пр} = (x - a) / a_x \cdot 100\% = \Delta x / a_x \cdot 100\%$$

где a_x — нормирующее значение, которое зависит от типа шкалы измерительного прибора и определяется по его градуировке:

— если шкала прибора односторонняя и нижний предел измерений равен нулю (например диапазон измерений 0...100), то a_x определяется равным верхнему пределу измерений ($a_x = 100$);

— если шкала прибора односторонняя, нижний предел измерений больше нуля, то a_x определяется как разность между максимальным и минимальным значениями диапазона (для прибора с диапазоном измерений 30...100, $a_x = a_{x\max} - a_{x\min} = 100 - 30 = 70$);

— если шкала прибора двухсторонняя, то нормирующее значение равно ширине диапазона измерений прибора (диапазон измерений -50...+50, $a_x = 100$).

Приведённая погрешность является безразмерной величиной, либо измеряется в процентах.

В зависимости от влияния характера изменения измеряемых величин погрешности делят на

- статические и
- динамические.

Статическая погрешность - погрешность при измерении постоянной по времени величины. Например, погрешность измерения неизменного за время измерения напряжения постоянного тока.

Динамической называется погрешность, возникающая дополнительно при измерении изменяющейся в процессе измерений ФВ.

Например, погрешность измерения коммутируемого напряжения постоянного тока, обусловленная переходными процессами при коммутации, а также ограниченным быстродействием измерительного прибора.

Динамическая погрешность появляется при измерении переменных величин и обусловлена инерционными свойствами средств измерений. Динамической погрешностью средства измерений является разность между погрешностью средства измерений в динамических условиях и его статической погрешностью, соответствующей значению величины в данный момент времени.

По зависимости абсолютной погрешности от значений измеряемой величины погрешности делят на:

- аддитивные и
- мультипликативные.

Аддитивной погрешностью называется погрешность, постоянная в каждой точке шкалы.

Мультипликативной погрешностью называется погрешность, линейно возрастающая или убывающая с ростом измеряемой величины.

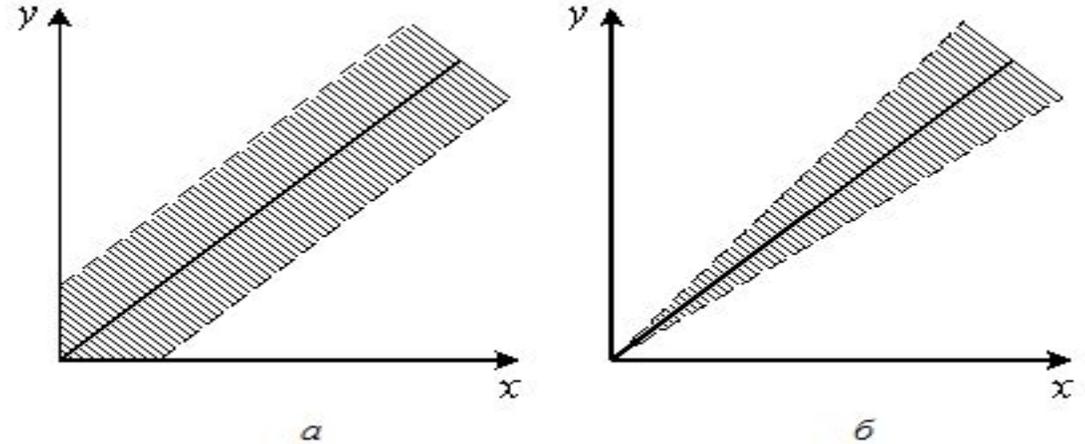
Различать аддитивные и мультипликативные погрешности легче всего по полосе погрешностей (см.рис.).

Если абсолютная погрешность не зависит от значения измеряемой величины, то полоса определяется аддитивной погрешностью (а).

Иногда аддитивную погрешность называют погрешностью нуля.

Если постоянной величиной является относительная погрешность, то полоса погрешностей меняется в пределах диапазона измерений и погрешность называется мультипликативной (б).

Ярким примером аддитивной погрешности является погрешность квантования (оцифровки)



Класс точности измерений зависит от вида аддитивной или мультипликативной погрешностей:

- **для аддитивной погрешности: $y_0 = \Delta_0 / X$**

где X - верхний предел шкалы, Δ_0 - абсолютная аддитивная погрешность.

- **для мультипликативной погрешности: $y_0 = \Delta X(x) / X$ - это условие определяет порог чувствительности прибора (измерений).**