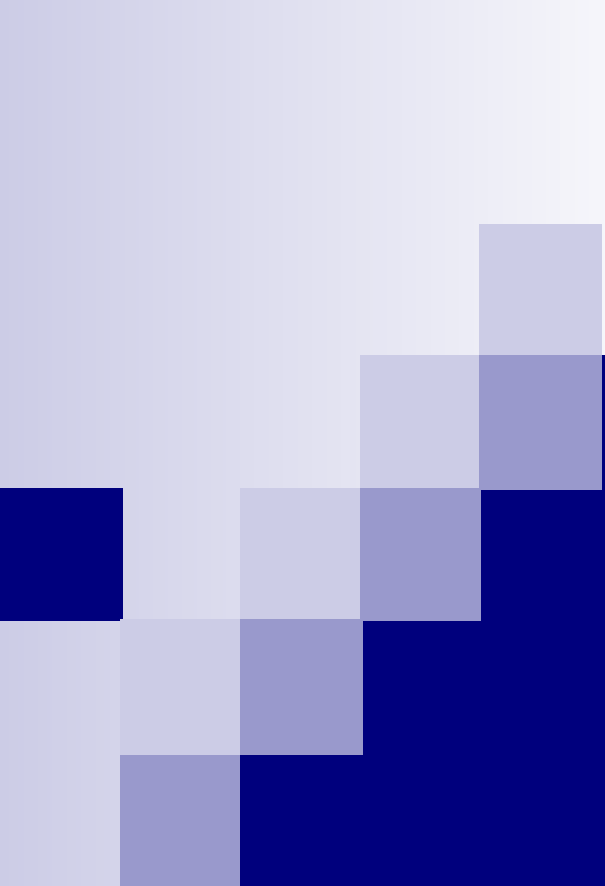




СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

План лекции:

1. Классификация средств измерений.
2. Метрологические характеристики СИ.
3. Классы точности.
4. Выбор средств измерений.

Часть 2. Классы точности СИ

Задание:

 изучить материал,

 выписать и выучить определения,

- выписать и проанализировать формулы
для расчета погрешностей СИ.

Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

- *Класс точности — обобщенная характеристика точности СИ. В соответствии с ГОСТ 8.401—80 «ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования», классы точности устанавливаются для СИ, у которых погрешность нормируется в виде пределов допускаемой основной и дополнительных погрешностей.*
- Классы точности присваиваются СИ при их разработке по результатам метрологической аттестации и подтверждаются (или не подтверждаются) при периодических поверках СИ в процессе эксплуатации.

Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

Способ выражения предела допускаемой основной погрешности определяется **назначением СИ** и **характером изменения погрешности** в пределах диапазона измерения.

1. СИ, для которых *преобладает аддитивная составляющая погрешности*;
2. СИ, для которых *преобладает мультипликативная составляющая погрешности*;
3. СИ, для которых *необходимо учитывать обе (аддитивную и мультипликативную) составляющие погрешности*.

Характеры изменения погрешностей

- аддитивная погрешность – это доля систематической составляющей погрешности, которая остается постоянной в пределах диапазона измерения или преобразования;
- мультипликативная погрешность - это доля систематической составляющей погрешности, которая меняется в зависимости от значения измеряемой величины

Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

1. В группе СИ, для которых преобладает аддитивная составляющая погрешности, предел допускаемой **абсолютной погрешности**:

$$\Delta X = \pm a, \text{ где } a = \text{const.}$$

В ряде случаев оказывается удобно нормировать предел допускаемой абсолютной основной погрешности.

Класс точности в этом случае принято обозначать путем указания числа ***a*** (как, например, для микрометра $\pm a = 0,01$ мм) либо в виде условных обозначений, в качестве которых используют римские цифры или прописные буквы латинского алфавита. При этом классам точности, которым соответствуют меньшие пределы допускаемых погрешностей, должны соответствовать меньшие цифры или буквы, находящиеся ближе к началу алфавита.

Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

Если СИ имеют разные диапазоны измерений или являются многопредельными, то *более удобно нормировать предел допускаемой основной приведенной погрешности γ и выражать его в процентах:*

$$\gamma = \frac{\Delta X}{N} 100 [\%]$$

где N — нормирующее значение.

Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

Нормирующее значение выбирается в зависимости от особенностей конкретного СИ. В соответствии с ГОСТ 8.401—80 нормирующее значение принимают равным:

- конечному значению шкалы прибора X_K для СИ с равномерной шкалой, практически равномерной и степенной шкалой, если нулевая отметка находится на краю или вне шкалы (например, для амперметра со шкалой 0...10 А, $N = X_K = 10 \text{ А}$);
- сумме конечных значений шкалы прибора (без учета знаков), если нулевая отметка находится внутри шкалы (например, для миллиамперметра со шкалой 50...0...100 мА, $N = X_{K1} + X_{K28} = 50 + 100 = 150 \text{ мА}$);

Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

- номинальному значению измеряемой величины, если таковое установлено (например, для частотомера, предназначенного для контроля частоты питающей сети со шкалой 45...50...55 Гц, $N = X_{\text{ном}} = 50 \text{ Гц}$);
- длине шкалы (выраженной в мм), если шкала имеет резко сужающиеся деления (логарифмические, гиперболические шкалы, как, например, шкала омметра).
- Для приборов со шкалой, градуированной в единицах ФВ, для которой принята шкала с условным нулем (например, для приборов, измеряющих температуру в градусах Цельсия), нормирующее значение принимается равным разности конечного и начального значений шкалы (т. е. диапазону измерений $N = X_K - X_H$).

Средства измерений

лекция 5

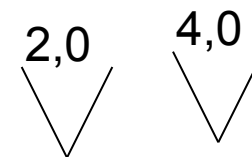
3 Классы точности

Конкретное значение приведенной погрешности для присвоения СИ класса точности следует выбирать из ряда предпочтительных чисел, регламентированного ГОСТ 13600—68 (выбирается ближайшее число со стороны больших значений).

Класс точности указывается в технической документации на СИ и в виде условного обозначения наносится на шкалу или корпус измерительного прибора.

Если для СИ нормируется предел допускаемой основной приведенной погрешности, то условное обозначение класса точности представляет собой само число γ , выраженное в процентах (например, 0,5 или 2,0).

Для СИ с резко нелинейной шкалой (когда нормирующее значение N равно длине шкалы) условное обозначение класса точности имеет вид



Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

2. В группе СИ, для которых преобладает *мультипликативная составляющая* погрешности, предел допускаемой *абсолютной погрешности* можно записать в следующем виде:

$$\Delta X = \pm bX,$$

где b — положительное число, не зависящее от X .

Переходя к *относительным погрешностям*:

$$\delta_x = \delta_0 = \frac{\Delta X}{X} = \pm b = \text{const.}$$

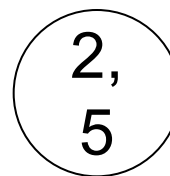
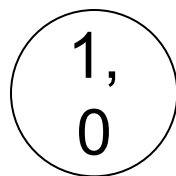
Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

Для СИ этой группы числовое значение b , выраженное в процентах, выбирается из того же ряда предпочтительных чисел и указывается в технической документации в качестве класса точности.

Условное обозначение класса точности на шкале или на корпусе прибора имеет вид, например



Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

3 В группе СИ, для которых необходимо учитывать как *аддитивную*, так и *мультипликативную* составляющие погрешности, предел *допускаемой абсолютной погрешности* можно выразить в виде суммы двух членов:

$$\Delta X = \pm(a + b X),$$

Где X — значение измеряемой величины;

a и b — положительные числа, не зависящие от X .

Предел допускаемой основной погрешности для приборов этой группы нормируется по величине приведенной погрешности.

Нормирующей величиной является конечное значение шкалы X_K , но *приведенная погрешность определяется в двух точках шкалы: при $X=0$ (начальная отметка шкалы) и при $X=X_K$ (конечная отметка шкалы).*

Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

Приведенная погрешность для любой точки шкалы (в процентах)

$$\pm \gamma_x = \frac{a + bX}{X_k} 100$$

$$\gamma_{(X=0)} = \frac{a}{X_k} 100 = \gamma_n [\%]$$

$$\gamma_{(X=X_k)} = \left(\frac{a}{X_k} + b \right) 100 = \gamma_k [\%]$$

где γ_n — приведенная погрешность в начале шкалы;

γ_k — приведенная погрешность в конце шкалы.

Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

Числовые значения γ_n и γ_k , выраженные в процентах, выбираются из ряда чисел, регламентированных ГОСТом, и приводятся в технической документации в качестве класса точности СИ, имеющего аддитивную и мультипликативную составляющие погрешности.

Условное обозначение класса точности на шкале или на корпусе прибора имеет вид дроби

$$\frac{\gamma_k}{\gamma_n}$$

$$\frac{0,5}{0,2}$$

Средства измерений

лекция 5

3 Классы точности

Для средств измерения этой группы *предел допускаемой основной абсолютной* и *предел допускаемой основной относительной* погрешностей можно записать

$$\pm \Delta X = a + bX = \frac{\gamma_H X_K}{100} + \frac{(\gamma_K - \gamma_H)}{100} X \text{ [в ед. ФВ]}$$

$$\pm \delta_x = \frac{\Delta X}{X} = \gamma_K + \gamma_H \left(\frac{X_K}{X} - 1 \right) [\%]$$