

Лекция 2. Метрологические  
характеристики средств измерительной  
техники

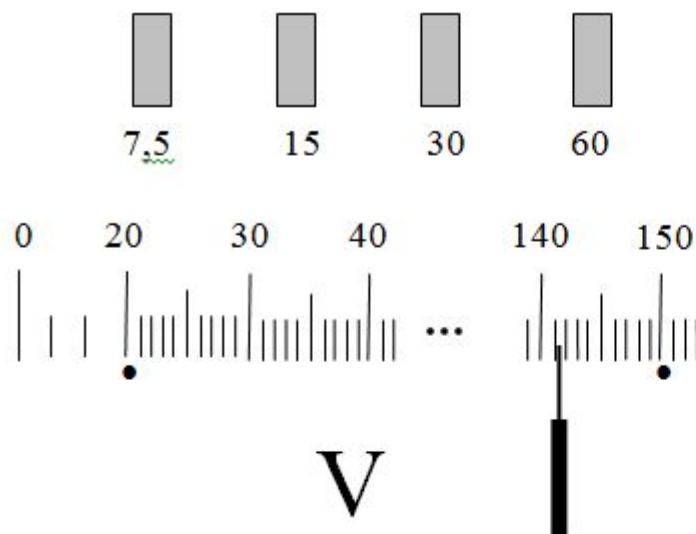
# Основные термины и определения.

- *метрологическая характеристика средства измерений* – характеристика одного из свойств средства измерений, влияющая на результат измерений и на его погрешность.

*Метрологические характеристики* средств измерительной техники предназначены для

- 1) определения результата измерения;
  - 2) определения погрешности результата измерения;
  - 3) определения метрологических характеристик средств измерений, в которых используются данные средства измерительной техники.
- Примеры: *цена деления шкалы* или значение единицы младшего разряда (соответственно для аналоговых и цифровых приборов); *номинальное значение меры*; *градуировочная характеристика средства измерения*; *номинальная функция преобразования* измерительного преобразователя; *номинальный коэффициент усиления* измерительного усилителя напряжения, *диапазон измерения*.

- Диапазон измерения (пример)



Вольтметр с четырьмя поддиапазонами измерения.

Верхние пределы:  
7,5; 15; 30 и 60 В

Нижние пределы:  
1; 2; 4 и 8 В

Пределы ограничены жирными точками.

Поддиапазоны показаний:

0 – 7,75; 0 – 15,5;

0 – 31 и 0 – 62 В.

Характеристики гарантируются в пределах диапазона изме-

рений.

У приборов с равномерной шкалой диапазоны измерений и показаний совпадают.

Существуют приборы с двусторонними шкалами, например:

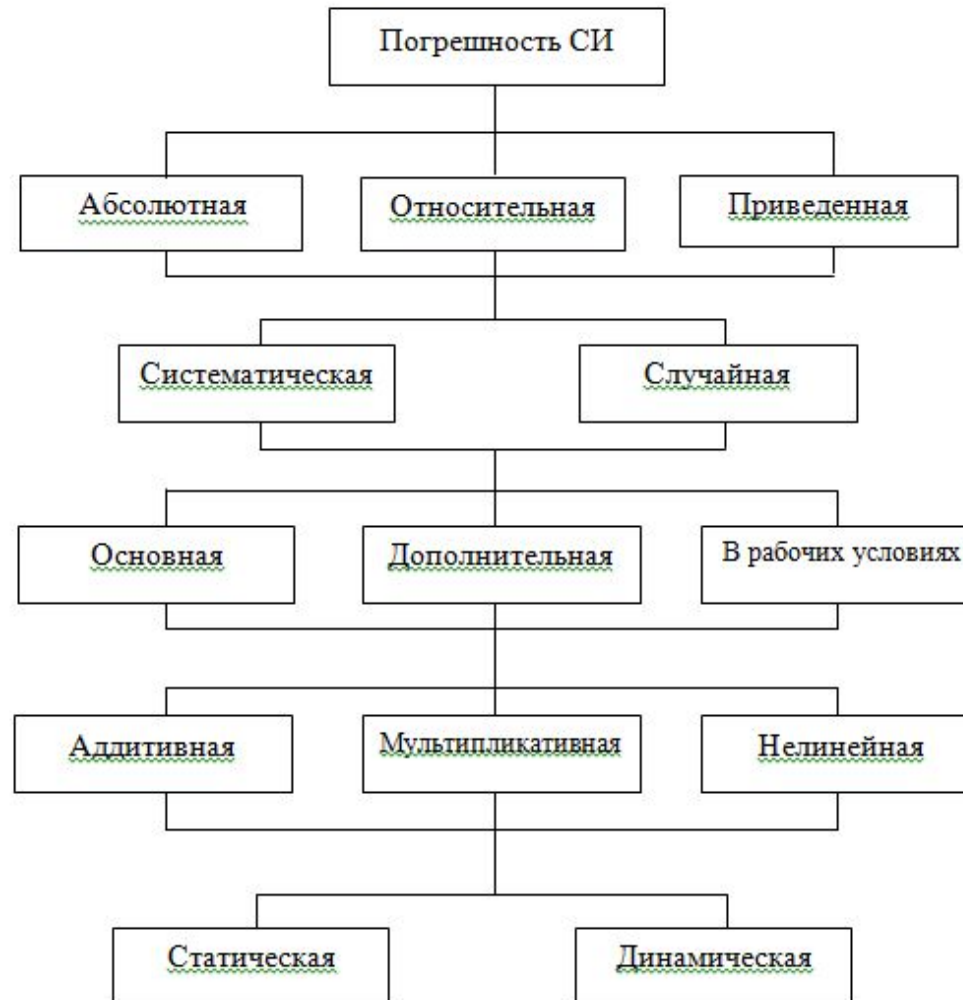
– 5 мА ÷ 0 ÷ 5 мА, с безнулевыми шкалами, например: 49 ÷ 50 ÷ 51 Гц.

Верхний предел диапазона показаний может быть бесконечность:



Обратная, существенно неравномерная шкала.

# Погрешности средств измерений. Классификация погрешностей средств измерений (СИ)



- *Абсолютная погрешность средства измерений* ( $\Delta_{\text{си}}$ ) – это разность между показанием средства измерений ( $X_{\text{си}}$ ) и истинным ( $X_{\text{и}}$ ) или действительным ( $X_{\text{д}}$ ) значением измеряемой физической величины

$$\Delta_{\text{си}} = X_{\text{си}} - X_{\text{и}} \approx X_{\text{си}} - X_{\text{д}}. \quad (2.1)$$

- *Относительная погрешность средства измерений* ( $\delta_{\text{си}}$ ) – это отношение абсолютной погрешности  $\Delta_{\text{си}}$  к значению  $X_{\text{д}}$ , выраженное в долях или процентах:

$$\delta_{\text{си}} = \frac{\Delta_{\text{си}}}{X_{\text{д}}} = \frac{\Delta_{\text{си}}}{X_{\text{д}}} 100\% \quad (2.2)$$

- *Приведенная погрешность средства измерений* ( $\gamma$ ) – это отношение абсолютной погрешности  $\Delta_{\text{си}}$  к *нормирующему значению*  $X_{\text{н}}$ , устанавливаемому в стандартах на конкретные разновидности средств измерений

$$\gamma = \frac{\Delta_{\text{си}}}{X_{\text{н}}} = \frac{\Delta_{\text{си}}}{X_{\text{н}}} 100\% \quad (2.3)$$

Что значит «нормирующее значение»? Покажу на примерах:

- 1) У вольтметра с диапазоном измерения от 0 до 15 В нормирующее значение  $X_{\text{н}} = U_{\text{н}} = 15 \text{ В}$ .
- 2) У миллиамперметра с двусторонней шкалой  $-5 \text{ мА} \div 0 \div 5 \text{ мА}$  нормирующее значение  $X_{\text{н}} = I_{\text{н}} = 5 \text{ мА}$  (или 10 мА).
- 3) Частотомер с узким диапазоном измерения  $49 \text{ Гц} \div 50 \text{ Гц} \div 51 \text{ Гц}$  нормирующее значение  $X_{\text{н}} = f_{\text{н}} = 50 \text{ Гц}$ .

Связь относительной погрешности с приведённой:

$$\delta = \gamma \cdot X_{\text{н}} / X \quad \delta = \gamma \text{ при } X = X_{\text{н}}; \quad \delta > \gamma \text{ при } X < X_{\text{н}}$$

- *Систематическая погрешность средства измерений* – составляющая погрешности СИ, остающаяся постоянной (при неизменной измеряемой величине) или изменяющаяся закономерно.
- *Случайная (центрированная) погрешность средства измерений* – составляющая погрешности СИ, изменяющаяся случайным образом и имеющая нулевое математическое ожидание.

\*К понятиям *систематическая* и *случайная погрешность средства измерений* полностью применимы соображения, изложенные для погрешностей измерений (лекция 1), в которых следует заменить погрешность измерения  $\Delta$  на погрешность средства измерений  $\Delta_{\text{СИ}}$ .

# Погрешности измерительных преобразователей.

- Рассмотренная классификация погрешностей средств измерений применима и для измерительных преобразователей (ИП). Однако для них, кроме того, широко используются еще два понятия: *погрешность ИП, приведенная ко входу* (погрешность по входу), и *погрешность ИП, приведенная к выходу* (погрешность по выходу).
- Функцией преобразования измерительного преобразователя называют зависимость между *информативными параметрами\** входного и выходного сигналов измерительной информации.
- Функцией преобразования, принимаемую для средства измерения и устанавливаемую в научно-технической документации, называют номинальной функцией преобразования средства измерения (измерительного преобразователя).

Пример: ИП, входным и выходным сигналами которого являются электрические напряжения. Информативным параметром напряжения на входе ИП является действующее значение этого напряжения, а информативным параметром напряжения на выходе – частота выходного напряжения. Функция преобразования такого ИП – это зависимость между действующим значением напряжения на его входе и частотой напряжения на выходе.

Обозначения:

- $x$  – входная величина ИП (истинное значение информативного параметра входного сигнала),
- $y$  – выходная величина ИП,
- $\varphi(x)$  – реальная функция преобразования ИП
- $\varphi_n(x)$  – номинальная функция преобразования

- По определению

$$\Delta_{\text{ВЫХ}}(x) = \varphi(x) - \varphi_{\text{H}}(x) \quad (2.4)$$

где  $\Delta_{\text{ВЫХ}}(x)$  – абсолютная погрешность ИП по выходу.

- Погрешность ИП можно привести к его входу:

$$\Delta_{\text{ВХ}}(x) = \Psi_{\text{H}}[\varphi(x)] - x, \quad (2.5)$$

где  $\Delta_{\text{ВХ}}(x)$  – абсолютная погрешность ИП по входу, а  $\Psi_{\text{H}}$  – функция, обратная функции  $\varphi_{\text{H}}$ .

Абсолютную погрешность ИП по входу можно интерпретировать следующим образом. Предположим, что ИП используется для измерения физической величины  $x$ . На выходе ИП включен точный прибор, измеряющий выходную величину  $y$  с пренебрежимо малой погрешностью.

Зная значение  $y = \varphi_{\text{H}}(x)$ , экспериментатор находит результат измерения  $X$  входной величины по известной ему номинальной функции преобразования  $X = \Psi_{\text{H}}(y) = \Psi_{\text{H}}[\varphi_{\text{H}}(x)]$ . Таким образом, найденное по формуле (2) значение  $\Delta_{\text{ВХ}}(x)$  можно рассматривать как составляющую погрешности, вносимую ИП в результат измерения входной величины  $x$ .

Если  $\varphi(x)$  и  $\varphi_{\text{H}}(x)$  – функции, производные которых изменяются медленно и плавно, то

$$\frac{\Delta_{\text{ВЫХ}}(x)}{\Delta_{\text{ВХ}}(x)} \approx \frac{d\varphi_{\text{H}}(x)}{dx} \quad (2.6)$$

Если  $\varphi_{\text{H}}(x)$  – прямая, то формула (2.6) еще более упрощается. Например, если ИП – измерительный усилитель с номинальным коэффициентом усиления  $K_{\text{H}}$ , то его погрешности, приведенные к входу и выходу, связаны между собой простым соотношением:

$$\Delta_{\text{ВЫХ}} = K_{\text{H}} \Delta_{\text{ВХ}} \quad (2.7)$$

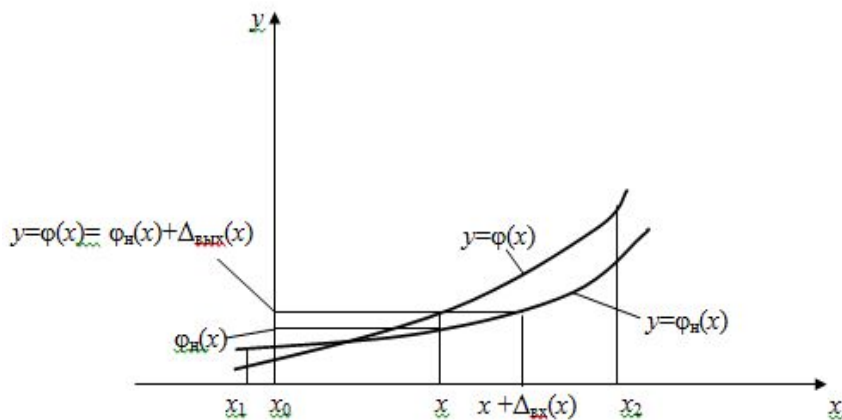


Рис. 2.1 Абсолютные погрешности ИП по входу и выходу



# Аддитивная, мультипликативная и нелинейная составляющие погрешности

- Данные составляющие погрешности характерны как для средств измерений, так и для измерительных преобразователей.
- Обычно определяют *аддитивную, мультипликативную и нелинейную* погрешности как составляющие абсолютной систематической погрешности  $\Delta(x)$ , соответственно не зависящую от измеряемой величины  $x$ , зависящую от  $x$  линейно и зависящую от  $x$  не линейно
- Нелинейную составляющую погрешности применительно к измерительным преобразователям с линейной номинальной функцией преобразования называют *погрешностью линейности*.
- Однако такое определение не позволяет однозначно выделить эти составляющие из реально наблюдаемой зависимости  $\Delta(x)$ , пример которой приведен на рис. 1.2а. Действительно, в качестве составляющей погрешности  $\Delta(x)$ , например, не зависящей от  $x$ , можно принять любое значение погрешности.
- Существуют различные подходы к определению указанных составляющих погрешности. Ниже приведен один из принятых подходов.

По определению

$$\Delta(x) = \Delta_a + \Delta_m + \Delta_n \quad (2.8)$$

где  $\Delta(x)$  – абсолютная погрешность,  $\Delta_a$  – аддитивная составляющая этой погрешности (аддитивная погрешность),  $\Delta_m$  – мультипликативная составляющая погрешности (мультипликативная погрешность),  $\Delta_n$  – нелинейная составляющая погрешности (погрешность линейности, нелинейность).

- Обычно считают, что

$$\Delta_a = \Delta(x_0), \quad (2.9)$$

- где  $x_0$  – значение измеряемой величины, лежащее внутри диапазона измерений  $x_1 \leq x_0 \leq x_2$ . В частности, если этот интервал содержит точку 0, то выбирают  $x_0 = 0$ . Тогда

$$\Delta_a = \Delta(0). \quad (2.10)$$

- На рис. 1.2б приведен график зависимости  $\Delta(x) - \Delta_a = \Delta_m + \Delta_n$  от измеряемой величины  $x$ .
- Мультипликативная составляющая погрешности по определению зависит от  $x$  линейно. Соответствующую прямую обычно проводят через точки  $[x_0; \Delta(x_0)]$  и  $[x_2; \Delta(x_2)]$ . Тогда

$$\Delta_m = \frac{\Delta(x_2) - \Delta_a}{x_2 - x_0} (x - x_0)$$

В частном случае, если  $x_0 = 0$ , то  $\Delta_m = \frac{\Delta(x_2) - \Delta_a}{x_2} x$

- Нелинейная составляющая погрешности  $\Delta_n$  определяется из (2.8) с учетом (2.9) и (2.11), как это показано на рис. 1.2в

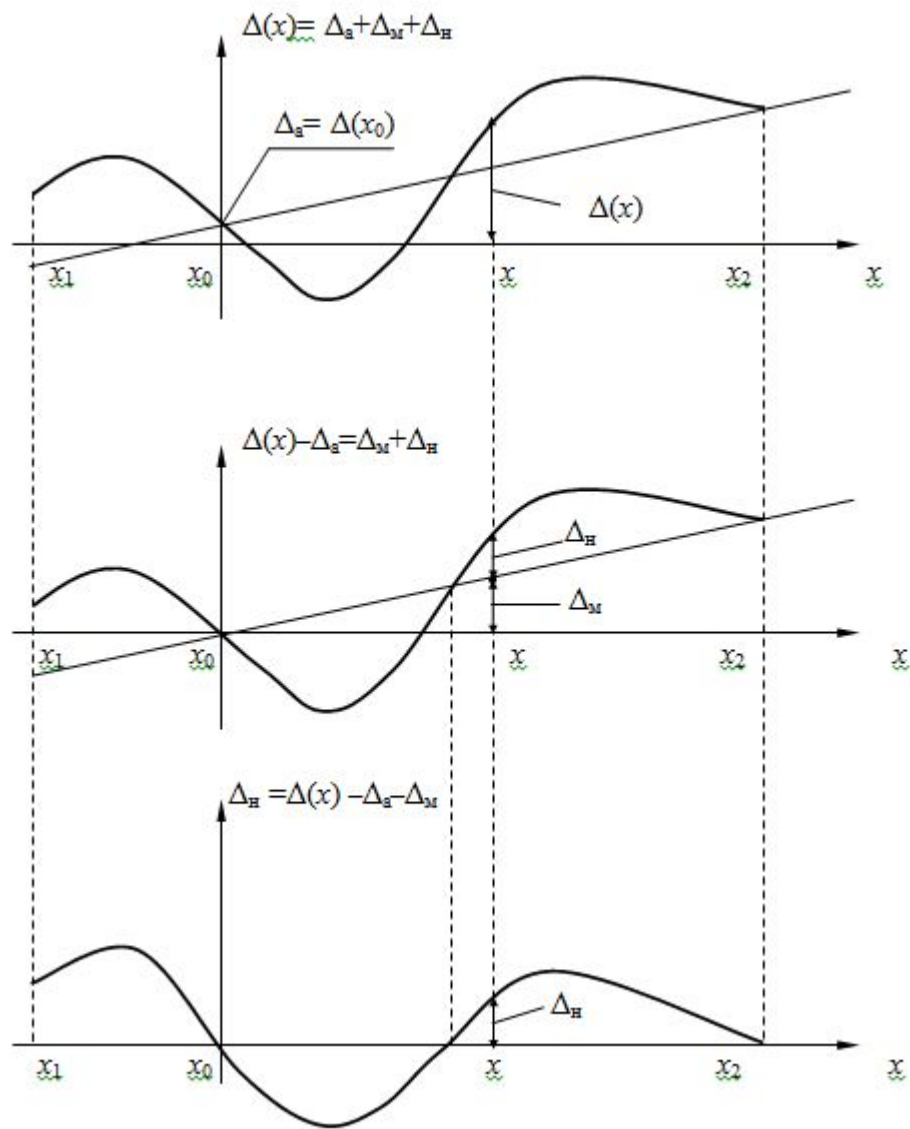


Рис.1.2(а,б,в)

# Основная и дополнительные погрешности

- Погрешность  $\Delta$  зависит от влияющих величин  $\xi$ :

$$\Delta = f(\xi_1; \xi_2; \dots \xi_n).$$

- Физическая величина, не измеряемая данным средством измерений, но оказывающая влияние на результаты измерений, называется *влияющей физической величиной*.  
Примеры влияющих величин: температура и влажность окружающего воздуха, напряжение и частота питающей сети, атмосферное давление.
- К влияющим величинам относят также *неинформативные параметры измерительных сигналов*. Например, для вольтметра, измеряющего действующее значение напряжения (напряжение – измерительный сигнал, действующее значение напряжения – *информативный параметр*), неинформативными параметрами являются частота и коэффициент амплитуды этого напряжения.

Пример:  $u(t) = U_m \sin \omega t = U \sin 2\pi f t$

– вольтметром измеряют среднее квадратическое значение  $U$  синусоидального напряжения  $u(t)$ ; в этом случае частота  $f$  этого напряжения – неинформативный параметр входного сигнала, т.е. такой параметр, который не несёт полезной информации о значении  $U$ , но влияет на результат измерения  $U$ ;

– частотомером измеряют частоту  $f$  синусоидального напряжения  $u(t)$ ; в этом случае  $U$  – неинформативный параметр входного сигнала.

- Нормальные условия применения прибора – это такие условия, когда все влияющие величины  $\xi_i$  либо имеют нормальные значения

$$\xi_i = \xi_{i,\text{норм}}$$

- либо находятся в пределах нормальных областей значений

$$\xi_{i,\text{норм},\text{min}} \leq \xi_i \leq \xi_{i,\text{норм},\text{max}}$$

- Примеры:

а)  $\theta = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$  – нормальное значение температуры, принятое в нашей стране;

б) относительная влажность воздуха от 30 до 80 % – нормальная область значений.

Примечание. Обеспечить при испытаниях точно  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$  невозможно, поэтому допускаются отклонения, например, в пределах  $(20 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$ . Этот допуск зависит от точности испытуемого прибора; для самых точных он составляет  $\pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

- Погрешность средства измерений, применяемого в нормальных условиях, называется *основной*.
- Дополнительная погрешность  $\Delta_{\text{д}}$  – это изменение погрешности, вызванное отклонением одной из влияющих величин  $\xi_i$  от её нормального значения  $\xi_{i,\text{норм}}$  или выходом за пределы нормальной области значений  $\xi_{i,\text{норм},\text{min}} \div \xi_{i,\text{норм},\text{max}}$ .

- В технической документации на конкретные разновидности средств измерений указываются важнейшие влияющие величины, *их нормальные значения, нормальные и рабочие области значений влияющих величин*, а также *нормальные и рабочие условия измерений*.
- Например, в технической документации может быть указано:
- *Влияющая величина*: температура окружающего воздуха.
- *Нормальное значение влияющей величины*: 20 °С.
- *Нормальная область значений влияющей величины*: от +18 до +22 °С.
- ***Рабочая область значений влияющей величины*: от +5 до +40 °С.**
- Для средства измерений, используемого в рабочих условиях, в общем случае необходимо учитывать столько дополнительных погрешностей, сколько влияющих величин указано в технической документации на данное средство измерений.
- В технической документации на средство измерений устанавливаются *пределы допускаемых* основной и дополнительных *погрешностей* – максимальные по модулю погрешности средства измерений, при которых оно еще признается годным к применению. На некоторые средства измерений могут устанавливаться *пределы допускаемых погрешностей в рабочих*
- *рабочая область значений влияющей величины* – «область значений влияющей величины, в пределах которой нормируют дополнительную погрешность или изменение показаний средства измерений»;
- *рабочие условия измерений* – « условия измерений, при которых значения влияющих величин находятся в пределах рабочих областей»;
- *x условиях*.

# Нормирование погрешностей

- Нормируют предельно допускаемые значения погрешностей средств измерений, в первую очередь для *основной погрешности*. Существуют разные формы нормирования:
- 1) Нормируют предельно допускаемые значения основной приведённой погрешности, например,  $\gamma_{o,п} = \pm 0,5 \%$ . Так нормируют погрешности аналоговых вольтметров, амперметров и т.п. Это означает, что  $-0,5 \% \leq \gamma_o \leq 0,5 \%$ .
- Возможно, нам попался экземпляр прибора, у которого  $\gamma_o = 0$ , но мы этого не знаем. Мы знаем, что гарантируется  $-0,5 \% \leq \gamma_o \leq 0,5 \%$ .
- 2) Гораздо реже гарантируется предельно допускаемые значения основной относительной погрешности, например,  $\delta_{o,п} = \pm 0,02 \%$ . Так, например, нормируют погрешность измерительных мостов.
- 3) Нормируют предельно допускаемые значения основной относительной погрешности, но не в виде числа со знаками  $\pm$ , а в виде формулы:

$$\delta_{o,п} = \pm \left[ c + d \left( \frac{X_k}{X} - 1 \right) \right]$$

Так нормируют погрешность для цифровых измерительных приборов, например:

$$\delta_{o,п} = \pm \left[ 0,01 + 0,005 \left( \frac{X_k}{X} - 1 \right) \right], \%$$

Рассмотрим на примерах.

Пример 1.

В документации читаем: «Дополнительная температурная погрешность не более половины основной на каждые 10 °С в рабочем диапазоне». Расшифруем эту фразу. Пусть известно, что для данного прибора:

– рабочий диапазон температур  $5\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

– предельные значения основной приведённой погрешности  $\gamma_{o,п} = \pm 0,5\%$ .

Это значит, что при 10 и при 30 °С к  $\gamma_o$  добавляется ещё  $\pm 0,25\%$ . Есть основания считать, что зависимость дополнительной температурной погрешности от температуры близка к линейной. Поэтому, если, например,  $\theta = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то предельные значения дополнительной температурной приведённой погрешности будут

$$\gamma_{д,т,п} = \frac{0,5\gamma_{o,п}}{10}(35 - 20) = \pm \frac{0,5 \cdot 0,5 \cdot 15}{10} = \pm 0,375\%$$

Здесь  $\frac{0,5\gamma_{o,п}}{10} = 0,05\gamma_{o,п}$  – температурный коэффициент дополнительной температурной погрешности.

Если бы вместо «...не более половины основной...» было «...не более основной...», то температурный коэффициент был бы  $0,1\gamma_{o,п}$ .



## Пример 2.

В документации читаем: «Дополнительная частотная погрешность не более основной».

Пусть это относится к аналоговому вольтметру переменного напряжения, у которого нормальная область значений частоты  $45 \text{ Гц} \leq f_{\text{норм}} \leq 1 \text{ МГц}$ , а рабочая область  $20 \text{ Гц} \leq f_{\text{раб}} \leq 5 \text{ МГц}$ . На циферблате прибора это обозначается так:

20 Гц...45 Гц...1 МГц...5 МГц

Пусть для этого вольтметра  $\gamma_{o,п} = \pm 4 \%$ . Это значит, что в диапазонах от 20 Гц до 45 Гц и от 1 МГц до 5 МГц к  $\gamma_o$  добавляется дополнительная частотная погрешность с предельными значениями  $\gamma_{д,ф,п} = \pm 4 \%$ . В случае частотной погрешности нет оснований считать, что она линейно зависит от частоты. Поэтому, если, например,  $f = 2 \text{ МГц}$  всё равно приходится считать, что при этом  $\gamma_{д,ф,п} = \pm 4 \%$ .

Это, конечно, плохо, поэтому стандарт [ГОСТ 8.009 – 84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.] предлагает нормировать не дополнительные погрешности, а функции влияния (для линейных функций – коэффициенты влияния).

# Классы точности средств измерений

- Полная информация о пределах допускаемых основной и дополнительных погрешностей конкретного средства измерений приводится в его техническом описании. Однако для многих распространенных типов средств измерений информацию о пределах допускаемых основных погрешностей можно получить непосредственно из обозначения класса точности.

Пример 1. Класс точности обозначен одним положительным числом  $c$ . Это означает, что для данного средства измерений основная приведенная погрешность  $\gamma_o$  (выраженная в процентах) не превышает по абсолютному значению  $c$  %:

$$|\gamma_o| \leq c = \gamma_{o,п} = \frac{\Delta_{o,п}}{X_n} 100\%. (2.14)$$

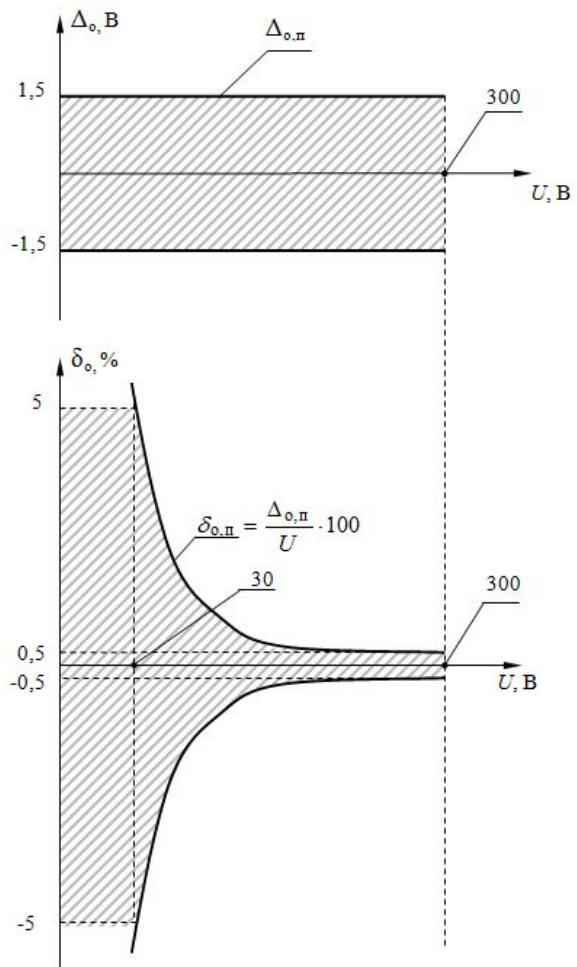
где  $\gamma_{o,п}$  – предел допускаемой основной приведенной погрешности,  $\Delta_{o,п}$  - предел допускаемой основной абсолютной погрешности,  $X_n$  – нормирующее значение. Зная  $X_n$ , из (2.14) нетрудно найти  $\Delta_{o,п} \geq |\Delta_o|$ , где  $\Delta_o$  – основная абсолютная погрешность средства измерений.

Из (2.14) видно, что для данного средства измерений предел допускаемой основной абсолютной погрешности не зависит от значения измеряемой величины.

Пусть имеется вольтметр, имеющий класс точности 0,5 и диапазон измерений от 0 до 300 В. Для него  $c = 0,5$  и  $U_n = 300$  В. По формуле (2.14)

$\Delta_{o,п} = 0,01cU_n = 1,5$  В. Для верхнего и нижнего пределов основной абсолютной погрешности этого вольтметра можно записать:  $\Delta_{o,п} = \pm 1,5$  В независимо от его показаний.

- Области возможных значений для основной абсолютной ( $\Delta_o$ ) и относительной ( $\delta_o$ ) погрешностей вольтметра, рассмотренного в примере 1.



**Пример 2.** Класс точности обозначен так:  $c/d$ , где  $c$  и  $d$  – некоторые положительные числа, причем всегда  $c > d$ . Это означает, что для данного средства измерений основная относительная погрешность  $\delta_o$  (выраженная в процентах) не превышает по абсолютному значению  $\delta_{o,п}$  – предела допускаемой основной относительной погрешности, причем

$$|\delta_o| \leq \delta_{o,n} = c + d \left( \left| \frac{X_k}{X} \right| - 1 \right). \quad (2.15)$$

где  $X$  – показание средства измерений, а  $X_k$  – конечное значение диапазона измерений. Зная  $X_k$  и учитывая, что  $\delta_o$  и  $\Delta_o$  связаны соотношением

$$\delta_o = \frac{\Delta_o}{X} 100\%$$

Получим:

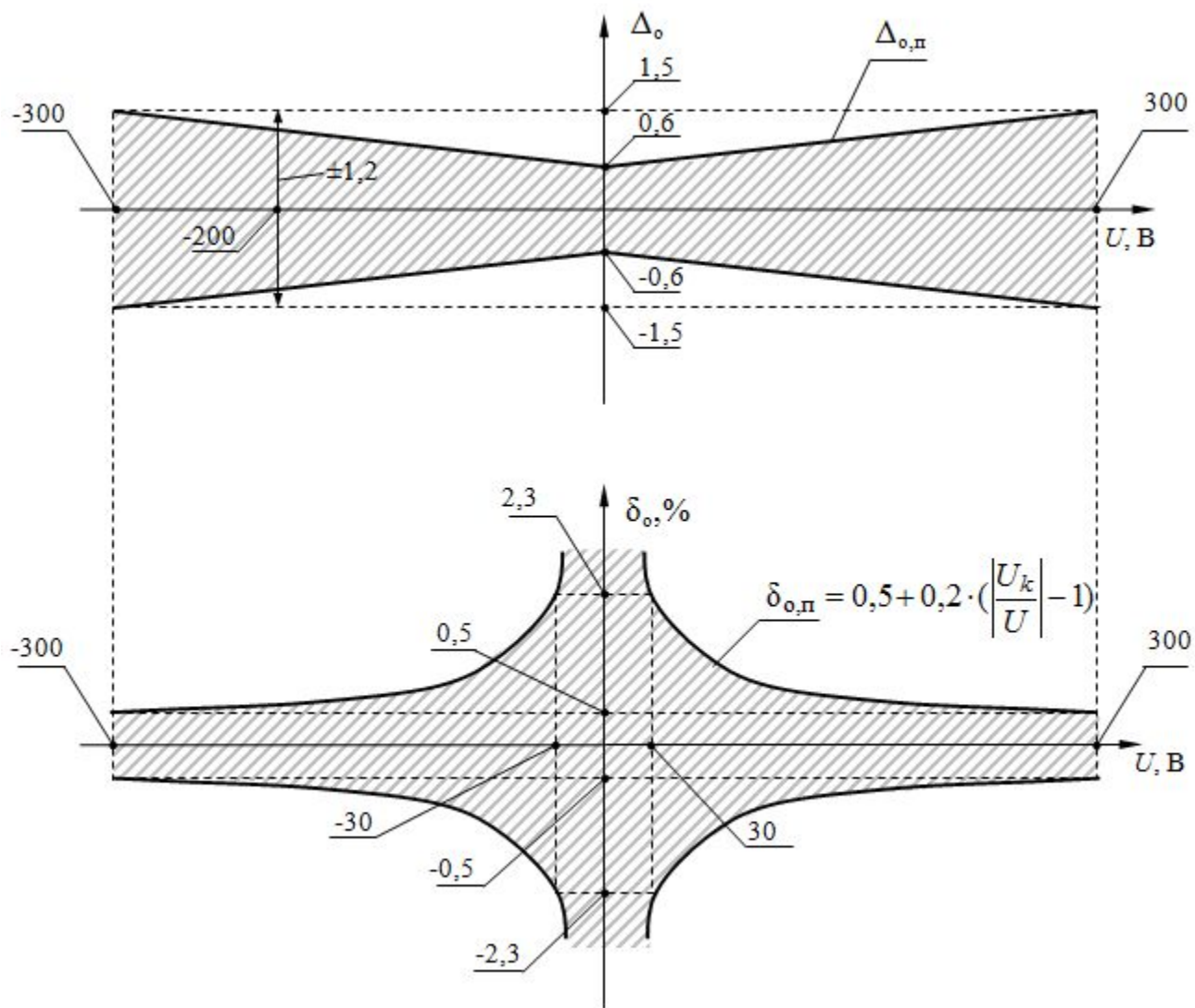
$$|\Delta_o| \leq \Delta_{o,n} = 0,01[(c - d)|X| + d|X_k|] \quad (2.16)$$

Из (2.16) видно, что для данного средства измерений предел допускаемой основной абсолютной погрешности линейно возрастает с ростом измеряемой величины  $X$ , причем при  $X = 0$   $\Delta_{o,п} = \Delta_{o,п,мин} = 0,01dX_k$ , а при  $X = X_k$   $\Delta_{o,п} = \Delta_{o,п,макс} = 0,01c$ .

Пусть имеется цифровой вольтметр, предназначенный для измерения напряжений постоянного тока, имеющий класс точности  $0,5/0,2$  и диапазон измерений от  $-300$  до  $300$  В. Для него  $c = 0,5$ ,  $d = 0,2$  и  $U_k = 300$  В. Предположим, что показание вольтметра  $X = -200$  В.

По формуле (2.15)  $\Delta_{o,п} = 0,01[(0,5 - 0,2)200 + 0,2 \cdot 300] = 1,2$  В. Для верхнего и нижнего пределов основной абсолютной погрешности этого вольтметра при  $U = -200$  В можно записать:  $\Delta_{o,п} = \pm 1,2$  В.

- Области возможных значений для основной абсолютной ( $\Delta_o$ ) и относительной ( $\delta_o$ ) погрешностей вольтметра, рассмотренного в примере 2.



Пример 3. Класс точности обозначен так:  $\textcircled{c}$  где  $c$  – положительное число. Это означает, что для данного средства измерений основная относительная погрешность  $\delta_o$  (выраженная в процентах) не превышает по абсолютному значению  $\delta_{o,п}$  – предела допускаемой основной относительной погрешности, причем  $\delta_{o,п} = c$ .

Пусть имеется катушка индуктивности  $L = 100$  мГн класса точности  $\textcircled{1,0}$

Так как основная относительная погрешность не превышает по модулю 1 %, то основная абсолютная погрешность не превышает по модулю  $0,01 \cdot 100$  мГн = 1 мГн. Для верхнего и нижнего пределов основной абсолютной погрешности этой катушки индуктивности можно записать:  $\Delta_{o,п} = \pm 1$  мГн.

В общем случае информацию о пределах допускаемых основных и дополнительных погрешностей нельзя получить непосредственно из обозначения класса точности; необходимо обратиться к техническому описанию конкретного средства измерений, так как нормирование этих погрешностей может осуществляться различными способами.

## ВОПРОСЫ:

1. Для решения каких задач используются *метрологические характеристики* средств измерительной техники? Какие *метрологические характеристики* средств измерительной техники Вам известны?
2. По каким признакам классифицируются *метрологические характеристики* средств измерительной техники?
3. Какая составляющая погрешности средства измерений называется *основной*?
4. Какая составляющая погрешности средства измерений называется *дополнительной*?
5. Дайте определения *абсолютной, относительной и приведенной погрешности* средства измерений.
6. Дайте определения *абсолютной погрешности измерительного преобразователя по входу и выходу*.
7. Как бы Вы экспериментально определили *погрешности измерительного преобразователя по входу и выходу*?
8. Как взаимосвязаны *абсолютные погрешности измерительного преобразователя по входу и выходу*?
9. Дайте определения *аддитивной, мультипликативной и нелинейной составляющих погрешности средства измерительной техники*.
10. Почему *нелинейную составляющую погрешности средства измерительной техники* называют иногда *погрешностью линейности*? Для каких *функций преобразования измерительных преобразователей* это имеет смысл?
11. Какую информацию о погрешности средства измерений дает его *класс точности*?