

3. ОЦЕНИВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ С ОДНОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ

Примеры

3.1. К выходу источника напряжения подключен вольтметр, показание которого $U = 10,00$ В. Измерение выполняется при температуре окружающей среды $T = 25$ °С.

Характеристики источника напряжения: форма напряжения — синусоидальная, частота $f = 1500$ Гц, выходное сопротивление $R_{и} \leq 1$ Ом.

Характеристики вольтметра: класс точности 0,2; диапазон показаний — (0...15) В; нормальная область значений температуры — (20 ± 2) °С; рабочая область значений температуры — (10...35) °С; нормальная область значений частоты — (45...1000) Гц; рабочая область значений частоты — (20...2000) Гц; $R_{V} = 200$ Ом; C_{V} не нормируется (т.е. входное сопротивление вольтметра в диапазоне рабочих частот можно считать чисто активным).

Полагая, что погрешность отсчитывания пренебрежимо мала, представить результат измерения в виде двух доверительных интервалов для доверительных вероятностей, равных 1 и 0,95.

Решение:

$$\underline{P = 1}$$

$$\Delta_{\Pi} = \Delta_{\text{вз.п}} + \Delta_{\text{о.п}} + \Delta_{\text{т.п}} + \Delta_{f\text{п}};$$

$$\Delta_{\text{вз}} = -U (R_{и} / R_{V});$$

$$\Delta_{\text{вз.н}} = -U (R_{и \text{ max}} / R_{V}) = -0,05 \text{ В};$$

$$\Delta_{\text{вз.в}} = -U (R_{и \text{ min}} / R_{V}) = 0 \text{ В};$$

$$\Delta_{\text{вз.п}} = (\Delta_{\text{вз.в}} - \Delta_{\text{вз.н}}) / 2 = 0,025 \text{ В};$$

$$\eta = -(\Delta_{\text{вз.в}} + \Delta_{\text{вз.н}}) / 2 = 0,025 \text{ В};$$

$$U' = U + \eta = 10,025 \text{ В};$$

$$\Delta_{\text{о.п}} = \gamma_{\text{о.п}} (U_N / 100 \%) = 0,03 \text{ В};$$

$$\Delta_{\text{т.п}} = (\Delta_{\text{о.п}} / 10 \text{ °С}) |T - T_{н}| = 0,015 \text{ В};$$

$$\Delta_{f\text{п}} = \Delta_{\text{о.п}} = 0,03 \text{ В};$$

$$\Delta_{\Pi} = 0,100 \text{ В}.$$

$$\text{Ответ 1: } (10,03 \pm 0,10) \text{ В}; P=1.$$

$$\underline{P = 0,95}$$

$$\Delta_{\text{гр}}(P) = K_P \sqrt{\Delta_{\text{вз.п}}^2 + \Delta_{\text{о.п}}^2 + \Delta_{\text{т.п}}^2 + \Delta_{f\text{п}}^2} = 0,0566 \text{ В}.$$

$$\text{Ответ 2: } (10,025 \pm 0,057) \text{ В}; P = 0,95.$$

3.2. К выходу источника постоянного тока с внутренним сопротивлением $R_{и} = 5$ Ом подключен амперметр, показание которого $a = 50,5$ дел. (от-

счет выполнен с округлением до 1/2 дел.). Измерение выполняется при температуре окружающей среды $T = 10^\circ\text{C}$.

Характеристики амперметра: класс точности 0,5; диапазон показаний — $(0...2)\text{A}$; шкала содержит 100 делений; нормальная область значений температуры — $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$; рабочая область значений температуры — $(10...35)^\circ\text{C}$; $R_A = (0,100 \pm 0,050)\ \Omega$.

Представить результат измерения в виде двух доверительных интервалов для доверительных вероятностей, равных 1 и 0,99.

Решение:

$$\underline{P = 1}$$

$$\Delta_{\Pi} = \Delta_{\text{вз.п}} + \Delta_{\text{о.п}} + \Delta_{\text{т.п}} + \Delta_{\text{отс.п}};$$

$$c_I = I_K / a_K = 0,02\ \text{A/дел.};$$

$$I = c_I a = 1,010\ \text{A};$$

$$\Delta_{\text{вз}} = -I (R_A / R_{\text{и}});$$

$$\Delta_{\text{вз.н}} = -I (R_{A\ \text{max}} / R_{\text{и}}) = -0,0303\ \text{A};$$

$$\Delta_{\text{вз.в}} = -I (R_{A\ \text{min}} / R_{\text{и}}) = -0,0101\ \text{A};$$

$$\Delta_{\text{вз.п}} = (\Delta_{\text{вз.в}} - \Delta_{\text{вз.н}}) / 2 = 0,0101\ \text{A};$$

$$\eta = -(\Delta_{\text{вз.в}} + \Delta_{\text{вз.н}}) / 2 = 0,0202\ \text{A};$$

$$I' = I + \eta = 1,0302\ \text{A};$$

$$\Delta_{\text{о.п}} = \gamma_{\text{о.п}} (I_N / 100\%) = 0,01\ \text{A};$$

$$\Delta_{\text{т.п}} = (\Delta_{\text{о.п}} / 10^\circ\text{C}) |T - T_{\text{н}}| = 0,01\ \text{A};$$

$$\Delta_{\text{отс.п}} = 0,5 q = 0,5 \cdot 0,5 \cdot c_I = 0,005\ \text{A};$$

$$\Delta_{\Pi} = 0,0351\ \text{A}.$$

$$\text{Ответ 1: } (1,030 \pm 0,035)\ \text{A}; P = 1.$$

$$\underline{P = 0,99}$$

$$\Delta_{\text{гр}}(P) = K_P \sqrt{\Delta_{\text{вз.п}}^2 + \Delta_{\text{о.п}}^2 + \Delta_{\text{т.п}}^2 + \Delta_{\text{от.п}}^2} = 0,0253\ \text{A}.$$

$$\text{Ответ 2: } (1,030 \pm 0,025)\ \text{A}; P = 0,99.$$

3.3. К выходу источника синусоидального напряжения с внутренним сопротивлением $R_{\text{и}} = 5\ \text{к}\Omega$ подключен вольтметр, показание которого $U = 5,00\ \text{В}$. Измерение выполняется при нормальных условиях.

Характеристики вольтметра: класс точности 0,5; диапазон показаний $(0...10)\ \text{В}$; $R_V \geq 1\ \text{М}\Omega$; $x_{C,V} \geq 50\ \text{к}\Omega$.

Полагая, что погрешность отсчитывания пренебрежимо мала, представить результат измерения в виде доверительного интервала для доверительной вероятности, равной 1.

Решение:

$$\underline{P = 1}$$

$$\Delta_{\Pi} = \Delta_{\text{вз.п}} + \Delta_{\text{о.п}};$$

$$\begin{aligned}
\Delta_{\text{ВЗ}} &= -U [R_{\text{И}} / R_{\text{V}} + 0,5 (R_{\text{И}} / x_{\text{C,V}})^2]; \\
\Delta_{\text{ВЗ,Н}} &= -U [R_{\text{И}} / R_{\text{V min}} + 0,5 (R_{\text{И}} / x_{\text{C,V min}})^2] = -0,05 \text{ В}; \\
\Delta_{\text{ВЗ,В}} &= 0 \text{ В}; \\
\Delta_{\text{ВЗ,П}} &= (\Delta_{\text{ВЗ,В}} - \Delta_{\text{ВЗ,Н}}) / 2 = 0,025 \text{ В}; \\
\eta &= -(\Delta_{\text{ВЗ,В}} + \Delta_{\text{ВЗ,Н}}) / 2 = 0,025 \text{ В}; \\
U' &= U + \eta = 5,025 \text{ В}; \\
\Delta_{\text{о.п}} &= \gamma_{\text{о.п}} (U_{\text{N}} / 100 \%) = 0,05 \text{ В}; \\
\Delta_{\text{п}} &= 0,075 \text{ В}. \\
\text{Ответ: } &(5,025 \pm 0,075) \text{ В}; \underline{P} = 1.
\end{aligned}$$

3.4. К выходу источника постоянного напряжения с внутренним сопротивлением $R_{\text{И}} = (100 \pm 10)$ кОм подключен цифровой вольтметр, показание которого $U = -1,5371$ В. Измерение выполняется при температуре окружающей среды $T = 35$ °С.

Характеристики вольтметра: класс точности 0,1/0,05; диапазон показаний (0...–2) В; нормальная область значений температуры (20 ± 2) °С; рабочая область значений температуры (0...40) °С; $K_{\text{в.л.т}} = \Delta_{\text{о.п}} / 20$ °С; $R_{\text{V}} = (10,0 \pm 0,5)$ МОм.

Представить результат измерения в виде двух доверительных интервалов для доверительных вероятностей, равных 1 и 0,9.

Решение:

$$\underline{P = 1}$$

$$\begin{aligned}
\Delta_{\text{п}} &= \Delta_{\text{ВЗ,П}} + \Delta_{\text{о.п}} + \Delta_{\text{т.п}}; \\
\Delta_{\text{ВЗ}} &= -U (R_{\text{И}} / R_{\text{V}}); \\
\Delta_{\text{ВЗ,В}} &= -U (R_{\text{И max}} / R_{\text{V max}}) = 0,017798 \text{ В} (> 0, \text{ так как } U < 0); \\
\Delta_{\text{ВЗ,Н}} &= -U (R_{\text{И min}} / R_{\text{V max}}) = 0,013175 \text{ В} (> 0, \text{ так как } U < 0); \\
\Delta_{\text{ВЗ,П}} &= (\Delta_{\text{ВЗ,В}} - \Delta_{\text{ВЗ,Н}}) / 2 = 0,0023115 \text{ В}; \\
\eta &= -(\Delta_{\text{ВЗ,В}} + \Delta_{\text{ВЗ,Н}}) / 2 = -0,0154865 \text{ В}; \\
U' &= U + \eta = -1,5525865 \text{ В}; \\
\delta_{\text{о.п}} &= 0,1 \% + 0,05 \% [|-2 \text{ В} / -1,5371 \text{ В} | - 1] = 0,115 \%; \\
\Delta_{\text{о.п}} &= \delta_{\text{о.п}} |U| / 100 \% = 0,0017685 \text{ В}; \\
\Delta_{\text{т.п}} &= (\Delta_{\text{о.п}} / 20 \text{ °С}) |T - \underline{T}_{\text{н}}| = 0,0013263 \text{ В}; \\
\Delta_{\text{п}} &= 0,0054063 \text{ В}.
\end{aligned}$$

$$\text{Ответ 1: } (-1,5526 \pm 0,0054) \text{ В}; \underline{P} = 1.$$

$$\underline{P = 0,9}$$

$$\Delta_{\text{гр}}(P) = K_P \sqrt{\Delta_{\text{ВЗ,П}}^2 + \Delta_{\text{о.п}}^2 + \Delta_{\text{т.п}}^2} = 0,0030383 \text{ В}.$$

$$\text{Ответ 2: } (-1,5526 \pm 0,0030) \text{ В}; P = 0,95.$$

Задачи для самостоятельного решения

3.5. Вольтметром класса точности 0,5 с диапазоном показаний (0...0,3) В, со шкалой, содержащей 150 делений, и входным сопротивлением не менее 10 кОм в нормальных условиях измеряется напряжение постоянного тока на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление не более 100 Ом. С округлением до 1 дел. по шкале сделан отсчет: 131 дел.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 0,95.

3.6. Амперметром класса точности 0,5 с диапазоном измерений (0...1) А, со шкалой, содержащей 100 делений, и входным сопротивлением не более 0,1 Ом в условиях, отличающихся от нормальных только температурой, значение которой составляет 30 °С, измеряется ток источника, имеющего выходное сопротивление не менее 10 Ом. С округлением до 0,5 дел. по шкале сделан отсчет: 75,5 дел.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

3.7. Вольтметром класса точности 0,5 с диапазоном измерений (0...100) В и входным сопротивлением от 90 до 110 кОм в условиях, отличающихся от нормальных только температурой, значение которой составляет 35 °С, измеряется напряжение постоянного тока на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление, равное 10 кОм. Измеренное значение составляет 50,0 В. Погрешность отсчитывания пренебрежимо мала.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 0,99.

3.8. Миллиамперметром класса точности 0,2 с диапазоном измерений (0...100) мА, со шкалой, содержащей 200 делений, и входным сопротивлением, равным 1 Ом в условиях, отличающихся от нормальных только температурой, значение которой составляет 10 °С, измеряется ток источника, имеющего выходное сопротивление, равное $(10,00 \pm 0,05)$ Ом. С округлением до 0,25 дел. по шкале сделан отсчет: 150,25 дел.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

3.9. Цифровым вольтметром класса точности 0,01/0,005 с диапазоном измерений (0...1) В и входным сопротивлением от 9 до 11 МОм в нормальных условиях измеряется напряжение постоянного тока на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление от 8 до 12 кОм. Измеренное значение составляет 0,50000 В.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

3.10. Микроамперметром класса точности 1,0 с диапазоном измерений (0...50) мкА, со шкалой, содержащей 100 делений, и входным сопротивлением в диапазоне $(1,0 \pm 0,1)$ кОм в условиях, отличающихся от нормальных только температурой, значение которой составляет 28 °С, измеряется ток источника, имеющего выходное сопротивление, равное 10 кОм. С округлением до 1 дел. по шкале сделан отсчет: 50 дел.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 0,9.

3.11. Вольтметром класса точности 0,2 с диапазоном измерений (0...1)В, со шкалой, содержащей 200 делений, и входным сопротивлением, равным 5 кОм в нормальных условиях измеряется напряжение постоянного тока на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление от 50 до 100 Ом. С округлением до 1 дел. по шкале сделан отсчет: 100 дел.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 0,95.

3.12. Вольтметром класса точности 2,5 с диапазоном измерений (0...100) В, входным сопротивлением не менее 1 МОм и входной емкостью не более 10 пФ при нормальной температуре измеряется синусоидальное напряжение с частотой 900 кГц на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление не более 5 кОм. Нормальная область значений частоты вольтметра — 45 Гц...500 кГц, рабочая область значений частоты — 20 Гц...1 МГц. Измеренное значение составляет 50,0 В. Погрешность отсчитывания пренебрежимо мала.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 0,9.

3.13. Цифровым омметром класса точности 0,02/0,01 с диапазоном измерений (0...200) Ом в условиях, отличающихся от нормальных только температурой, значение которой составляет 28 °С, измеряется сопротивление объекта, соединенного с прибором двухпроводной линией связи. Сопротивление каждого из проводов не превышает 0,05 Ом. Измеренное значение составляет 150,00 Ом.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 0,99.

3.14. Вольтметром класса точности 2,5 с диапазоном измерений (0...100) В, входным сопротивлением не менее 1 МОм и входной емкостью не более 10 пФ при температуре 27 °С ($T_n = 20 \pm 5$ °С) измеряется синусои-

дальное напряжение с частотой 40 Гц на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление не более 5 кОм. Нормальная область значений частоты вольтметра — 45 Гц...500 кГц, рабочая область значений частоты — 20 Гц...1 МГц. Измеренное значение составляет 50,0 В. Погрешность отсчитывания пренебрежимо мала.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

3.15. Цифровым вольтметром класса точности 0,1/0,05 с диапазоном измерений (0...10) В и входным сопротивлением, равным 1 МОм при температуре 22 °С измеряется напряжение постоянного тока на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление, равное 1 кОм. Измеренное значение составляет 3,00 В. Нормальная область значений температуры вольтметра — (20 ± 5) °С.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

3.16. Вольтметром класса точности 1,5 с диапазоном измерений (0...3) В, со шкалой, содержащей 50 делений, и входным сопротивлением, равным 10 кОм в нормальных условиях измеряется напряжение постоянного тока на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление не более 400 Ом. С округлением до 1 дел. по шкале сделан отсчет: 31 дел.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 0,99.

3.17. Амперметром класса точности 2,5 с диапазоном измерений (0...300) А, со шкалой, содержащей 30 делений, и входным сопротивлением, равным 0,01 Ом при температуре 25 °С измеряется ток источника, имеющего выходное сопротивление не менее 0,25 Ом. С округлением до 1 дел. по шкале сделан отсчет: 25 дел. Нормальная область значений температуры амперметра — (20 ± 5) °С.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 0,9.

3.18. Вольтметром класса точности 1,5 с диапазоном измерений (0...600) В и входным сопротивлением от 180 до 220 кОм в условиях, отличающихся от нормальных только температурой, значение которой составляет 15 °С, измеряется напряжение постоянного тока на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление, равное 25 кОм. Измеренное значение составляет 500 В. Погрешность отсчитывания пренебрежимо мала.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

3.19. Цифровым миллиамперметром класса точности 0,2/0,1 с диапазоном измерений (0...100)мА и входным сопротивлением, равным 1 Ом в условиях, отличающихся от нормальных только температурой, значение которой составляет 28 °С, измеряется ток источника, имеющего выходное сопротивление, равное $(20,0 \pm 1,0)$ Ом. Измеренное значение составляет 80,00 мА.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 0,99.

3.20. Цифровым вольтметром класса точности 0,01/0,005 с диапазоном измерений (0...200)В и входным сопротивлением от 900 кОм до 1 МОм в нормальных условиях измеряется напряжение постоянного тока на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление, равное 5 кОм. Измеренное значение составляет 160,00 В.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

3.21. Микроамперметром класса точности 1,0 с диапазоном измерений (0...50) мкА, со шкалой, содержащей 100 делений, и входным сопротивлением, равным 1 кОм в условиях, отличающихся от нормальных только температурой, значение которой составляет 13 °С, измеряется ток источника, имеющего выходное сопротивление, равное 10 кОм. С округлением до 1 дел. по шкале сделан отсчет: 50 дел.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

3.22. Вольтметром класса точности 0,2 с диапазоном измерений (0...1) В, со шкалой, содержащей 200 делений, и входным сопротивлением, равным 1 кОм в нормальных условиях измеряется напряжение постоянного тока на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление, равное (100 ± 5) Ом. С округлением до 1 дел. по шкале сделан отсчет: 150 дел.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

3.23. Вольтметром класса точности 2,0 с диапазоном измерений (0...30) В, входным сопротивлением не менее 10 МОм и входной емкостью не более 10 пФ при нормальной температуре измеряется синусоидальное напряжение с частотой 70 кГц на зажимах источника, имеющего выходное сопротивление не более 100 кОм. Нормальная область значений частоты вольтметра — 45 Гц...50 кГц, рабочая область значений частоты — 20 Гц...100 кГц. Измеренное значение составляет 25,0 В. Погрешность отсчитывания пренебрежимо мала.

Представьте результат измерения с указанием погрешности для доверительной вероятности, равной 1.

ОТВЕТЫ

- 1.15:** 5,1%. **1.16:** $-0,33\%$. **1.17:** от 7,5 В до 30 В. **1.18:** нет (0,48 %).
- 1.19:** от 49,65 В до 50,35 В. **1.20:** 1 с. **1.21:** 10. **1.22:** $0,001 В + 0,0002 U$. **1.23:** 2 кОм.
- 1.24:** 100 МОм. **1.25:** не более 0,5 мОм. **1.26:** не менее 10 ГОм. **1.27:** не менее 100 кГц.
- 1.28:** не более 63 Ом. **1.29:** 1 %. **1.30:** 1 %. **1.31:** 2,6 %. **1.32:** не менее 5 мкФ.
- 1.33:** от $-1 В$ до 0. **1.34:** от $-1,7 В$ до 0. **1.35:** от $-10 мВ$ до 0. **1.36:** от $-0,20 мА$ до 0.
- 1.37:** от $-5,0 мкА$ до 0. **1.38:** от $-1,0 мА$ до 0.
- 2.5:** $3 мкВ^2$. **2.6:** $1/3$. **2.7:** $13 \times 10^3 мкВ^2$. **2.8:** 300 мкВ. **2.9:** 0,505. **2.10:** 0,6. **2.11:** 1.
- 2.12:** 1,0 мВ. **2.13:** $0,010 мВ^2$. **2.14:** 0,75.
- 3.5:** $(0,2633 \pm 0,0025) В$; $P = 0,95$. **3.6:** $(0,759 \pm 0,016) А$; $P = 1$. **3.7:** $(55,1 \pm 1,4) В$; $P = 0,99$.
- 3.8:** $(82,64 \pm 0,50) мА$; $P = 1$. **3.9:** $(500,52 \pm 0,23) мВ$; $P = 1$. **3.10:** $(27,50 \pm 0,69) мкА$; $P = 0,9$.
- 3.11:** $(507,5 \pm 4,5) мВ$; $P = 0,95$. **3.12:** $(51,1 \pm 3,6) В$; $P = 0,9$.
- 3.13:** $(149,950 \pm 0,094) Ом$; $P = 0,99$. **3.14:** $(50,1 \pm 6,9) В$; $P = 1$.
- 3.15:** $(3,0030 \pm 0,0065) В$; $P = 1$. **3.16:** $(1,897 \pm 0,092) В$; $P = 0,99$.
- 3.17:** $(255,0 \pm 9,8) А$; $P = 0,9$. **3.18:** $(563 \pm 20) В$; $P = 1$. **3.19:** $(84,01 \pm 0,43) мА$; $P = 0,99$.
- 3.20:** $(160,844 \pm 0,062) В$; $P = 1$. **3.21:** $(27,5 \pm 1,1) мкА$; $P = 1$. **3.22:** $(825,0 \pm 8,3) мВ$; $P = 1$.
- 3.23:** $(26,3 \pm 2,5) В$; $P = 1$.
- 4.5:** $(10,0 \pm 1,4) мВ$; $P = 0,95$. **4.6:** $(15,0 \pm 1,7) мГн$; $P = 1$. **4.7:** $(78,5 \pm 4,7) рад/с$; $P = 1$.
- 4.8:** $(128,00 \pm 0,35)$; $P = 0,99$. **4.9:** $(48,0 \pm 1,0) кДж$; $P = 0,95$. **4.10:** $(40,0 \pm 1,0) В$; $P = 1$.
- 4.11:** $(200 \pm 15) Ом$; $P = 1$. **4.12:** $(34,2 \pm 3,8) Ом$; $P = 1$. **4.13:** $(160,0 \pm 2,8) В$; $P = 1$.
- 4.14:** $R_{2НОМ} = 255 кОм$; $\delta_{п2} = 2,8\%$.

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- Δ — абсолютная погрешность;
 δ — относительная погрешность;
 γ — приведенная погрешность;
 $\Delta_{п.н}$ — нижнее предельное значение доверительного интервала погрешности при доверительной вероятности, равной 1;
 $\Delta_{п.в}$ — верхнее предельное значение доверительного интервала погрешности при доверительной вероятности, равной 1;
 $\Delta_{п}$ — предельное значение для симметричного доверительного интервала погрешности при доверительной вероятности, равной 1 ($\Delta_{п} = \Delta_{п.в} = -\Delta_{п.н}$);
 $\Delta_{гр}(P)$ — граничное значение для симметричного доверительного интервала погрешности при доверительной вероятности $P < 1$ (всегда $\Delta_{гр}(P) < \Delta_{п}$);
 K_P — коэффициент, зависящий от доверительной вероятности P , используемый при вычислении $\Delta_{гр}(P)$: $K_P(P=0,9) = 0,95$; $K_P(P=0,95) = 1,1$; $K_P(P=0,99) = 1,4$;
 Δ_0 — основная погрешность;
 Δ_T — дополнительная температурная погрешность;
 Δ_f — дополнительная частотная погрешность;
 $K_{в.л.т}$ — коэффициент влияния температуры; по умолчанию принимается равным $\Delta_{0.л} / 10$ °С;
 $\Delta_{отс}$ — погрешность отсчитывания;
 $\Delta_{вз}$ — погрешность взаимодействия;
 $\Delta_{вз.н}$ — нижнее предельное значение доверительного интервала погрешности взаимодействия при доверительной вероятности, равной 1;
 $\Delta_{вз.в}$ — верхнее предельное значение доверительного интервала погрешности взаимодействия при доверительной вероятности, равной 1;
 $\Delta_{вз.п}$ — предельное значение симметричного доверительного интервала погрешности взаимодействия при доверительной вероятности, равной 1;
 η — поправка для измеренного значения, численно равная систематической составляющей погрешности измерения, взятой с противоположным знаком;
 c_x — цена деления аналогового измерительного прибора;
 q — 1) степень квантования при интерполяции отсчета аналогового измерительного прибора; 2) степень квантования цифрового измерительного прибора;
 R_V — входное сопротивление вольтметра;
 $X_{C,V}$ — модуль емкостного сопротивления вольтметра;
 R_A — входное сопротивление амперметра.