

Karta wzorów

Zapis niepewności systematycznej:

$$U = 125(2) V$$

Zapis niepewności granicznej:

$$U = (125 \pm 2) V$$

Zapis niepewności rozszerzonej:

$$U = (125 \pm 2) V, \quad k = 2$$

Średnia arytmetyczna:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Odchylenie standardowe:

$$u(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}}$$

Odchylenie standardowe wartości średniej:

$$u(\bar{x}) = \frac{u(x)}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n - 1)}}$$

Niepewność względna:

$$u_r(x) = \frac{u(x)}{x}$$

Niepewność rozszerzona:

$$U(x) = k \cdot u(x)$$

Średnia ważona:

$$w_i = \frac{1}{u_i^2}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Niepewność średniej ważonej (wybieramy większą z wartości):

$$u_{int}(\bar{x}) = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i}}$$

$$u_{ext}(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i}}$$

Zależność między niepewnością systematyczną a graniczną:

$$u(x) = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}}$$

Niepewność graniczna dla mierników cyfrowych:

$$\Delta x = a\% \cdot \text{odczyt} + b\% \cdot \text{zakres}$$

lub

$$\Delta x = a\% \cdot \text{odczyt} + n \cdot \text{rozdzielczość}$$

Niepewność graniczna dla mierników analogowych:

$$\Delta x = \frac{\text{klasa dokładności} \cdot \text{zakres}}{100}$$

Prawo propagacji niepewności systematycznych:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \cdot u(x_i) \right]^2}$$

Prawo propagacji niepewności względnych:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\frac{u(y)}{|y|} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{x_i}{y} \cdot \frac{\partial f}{\partial x_i} \right) \cdot \frac{u(x_i)}{x_i} \right]^2}$$

Prawo propagacji niepewności granicznych:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\Delta y = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial f}{\partial x_i} \cdot \Delta x_i \right|$$

Dopasowanie prostej typu $y = ax$ (jednakowe niepewności zmiennej y):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$u(a) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - ax_i)^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2}}$$

Dopasowanie prostej typu $y = ax + b$ (jednakowe niepewności zmiennej y):

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$b = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i^2)(\sum_{i=1}^n y_i) - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n x_i y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$u(a) = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - a \sum_{i=1}^n x_i y_i - b \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}}$$

$$u(b) = \sqrt{\frac{1}{n-2} \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 (\sum_{i=1}^n y_i^2 - a \sum_{i=1}^n x_i y_i - b \sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}}$$

Dopasowanie prostej typu $y = ax + b$ (różne niepewności zmiennej y):

$$w_i = \frac{1}{u(y_i)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \sum_{i=1}^n w_i x_i y_i - (\sum_{i=1}^n w_i x_i)(\sum_{i=1}^n w_i y_i)}{\sum_{i=1}^n w_i \sum_{i=1}^n w_i x_i^2 - (\sum_{i=1}^n w_i x_i)^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i - a(\sum_{i=1}^n w_i x_i)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$u(a) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i}{\sum_{i=1}^n w_i \sum_{i=1}^n w_i x_i^2 - (\sum_{i=1}^n w_i x_i)^2}}$$

$$u(b) = u(a) \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i^2}{\sum_{i=1}^n w_i}}$$

Współczynnik korelacji liniowej:

$$r(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Przydatne komendy arkusza kalkulacyjnego:

ZAOKR(*liczba; liczba_cyfr*)

zaokrąglanie liczb

ILE.LICZB(*zakres*)

zlicza komórki zawierające liczby

SUMA(*zakres*)

zwraca sumę argumentów

ŚREDNIA(*zakres*)

zwraca średnią arytmetyczną argumentów

ODCH.STANDARD.PRÓBK(*zakres*)

zwraca odchylenie standardowe dla próby z populacji

ODCH.KWADRATOWE(*zakres*)

zwraca sumę kwadratów odchyłeń danych od ich średniej z próby

MODUŁ.LICZBY(*liczba*)

Zwraca wartość bezwzględną liczby