

Погрешности измерений.

ПОГРЕШНОСТИ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Абсолютная погрешность

$$\Delta A = A_x - A$$

Относительная погрешность

$$\delta_A = \frac{\Delta A}{A} 100 [\%]$$

Систематические и случайные погрешности

$$A_{\text{ср}} = (a_1 + a_2 + \dots + a_n) / n$$

Закон распределения случайных погрешностей

$$p(\delta) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\delta^2 / 2\sigma^2}$$

Среднее квадратическое отклонение.

$$\sigma \approx \sqrt{(\rho_1^2 + \rho_2^2 + \dots + \rho_n^2)/(n-1)}$$

$$\rho_1 = a_1 - A_{cp.}, \rho_2 = a_2 - A_{cp.} \quad \dots$$

Средняя арифметическая погрешность среднего арифметического

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\rho_1^2 + \rho_2^2 + \dots + \rho_n^2}{n(n-1)}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Погрешности косвенных измерений

$$z = f(a, b, c, \dots)$$

Сначала необходимо найти абсолютную погрешность косвенного измерения по формуле

$$\Delta_z = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial a} \Delta_a\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial b} \Delta_b\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial c} \Delta_c\right)^2 + \dots},$$

где $\frac{\partial f}{\partial a}, \frac{\partial f}{\partial b}, \frac{\partial f}{\partial c}, \dots$ – частные производные искомой функции z .

определить относительную погрешность по формуле

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta_z}{\bar{z}} 100 \, \%.$$

Пример нахождения погрешности косвенного

измерения

Mathcad - [Безымянный:1]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Arial 10 B I U

$P := I \cdot U$

$\frac{d}{dI} P \rightarrow U \quad \frac{d}{dU} P \rightarrow I$

абсолютная погрешность P

$\Delta P := \sqrt{(U \cdot \Delta I)^2 + (I \cdot \Delta U)^2}$

относительная погрешность

$\delta := \frac{\Delta P}{P_{cp}} \cdot 100$

Калькулятор

sin	cos	tan	ln	log
n!	i	x	√	°
e ^x	1/x	()	x ²	x ^y
π	7	8	9	/
1/x	4	5	6	×
÷	1	2	3	+
:=	.	0	-	=

Греческий

α	β	γ	δ	ε	ζ
η	θ	ι	κ	λ	μ
ν	ξ	ο	π	ρ	σ
τ	υ	φ	ψ	χ	ψ
ω	Α	Β	Γ	Δ	Ε
Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ
Μ	Ν	Ξ	Ο	Π	Ρ
Σ	Τ	Υ	Φ	Χ	Ψ
Ω					

Нажмите F1, чтобы открыть справку.

АВТО NUM Страница 1

Таблица определения погрешностей косвенного измерения некоторых зависимостей

Вид функции	Формула
$X=A+B+C$	$\varepsilon = \frac{\Delta A + \Delta B + \Delta C}{A+B+C}$
$X=A \cdot B$	$\varepsilon = \frac{\Delta A + \Delta B}{A \cdot B}$
$X=A \cdot B \cdot C$	$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}$
$X=A^n$	$\varepsilon = n \cdot \frac{\Delta A}{A}$
$X=A/B$	$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$
$X= \sqrt[n]{A}$	$\varepsilon = \frac{\Delta A}{nA}$

ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

$$A = A_{\text{ср.}} \pm \Delta A,$$

A — физическая величина ;

$A_{\text{ср.}}$ — среднее значение измеренной физической величины;

ΔA — абсолютная погрешность измеренной физической величины, вычисленная по правилам для прямых или косвенных измерений.

Примеры определения количества значащих цифр

Число	Количество значащих цифр
12	2
12,0	3
12,4	3
120	3
124	3
1,24 ·10 ⁻³	3
0,1240	4
0,1046	4
0,526 ·10 ⁶	3
0,206 ·10 ⁻³	3
0,200 ·10 ⁻³	3
0,020 ·10 ⁻³	2

Погрешности измерения должны содержать не более двух (т. е. одну или две) значащих цифры.

Измеренное значение $\bar{x}$ должно заканчиваться тем же младшим разрядом, что и абсолютная погрешность Δ_x . Например, если в абсолютной погрешности Δ_x оставлен младший разряд – единицы, то и в измеренном значении должен быть оставлен младший разряд – единицы