ФИЗИКА

Погрешность прямых измерений

ИЗМЕРЕНИЕ

Измерение – это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Простейшим видом измерения является **прямое измерение**, при котором искомое значение величины получают непосредственно с помощью измерительного прибора (например, линейки, вольтметра,,,).

Когда прямые измерения невозможны, прибегают к **косвенным**, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и другими, непосредственно измеряемыми величинами (например, нахождение плотности тела по его массе и геометрическим размерам).

Совокупность результатов наблюдений подлежит совместной обработке для получения результата измерения. При этом за результат измерения принимают среднее арифметическое результатов наблюдения.

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots x_n}{n}$$

Типы погрешностей

Погрешностью Δx называют количественную характеристику неопределенности результата измерения x, оцененную экспериментатором на основе обработки собственных экспериментальных данных.

Правила оценки погрешностей приводятся ниже.

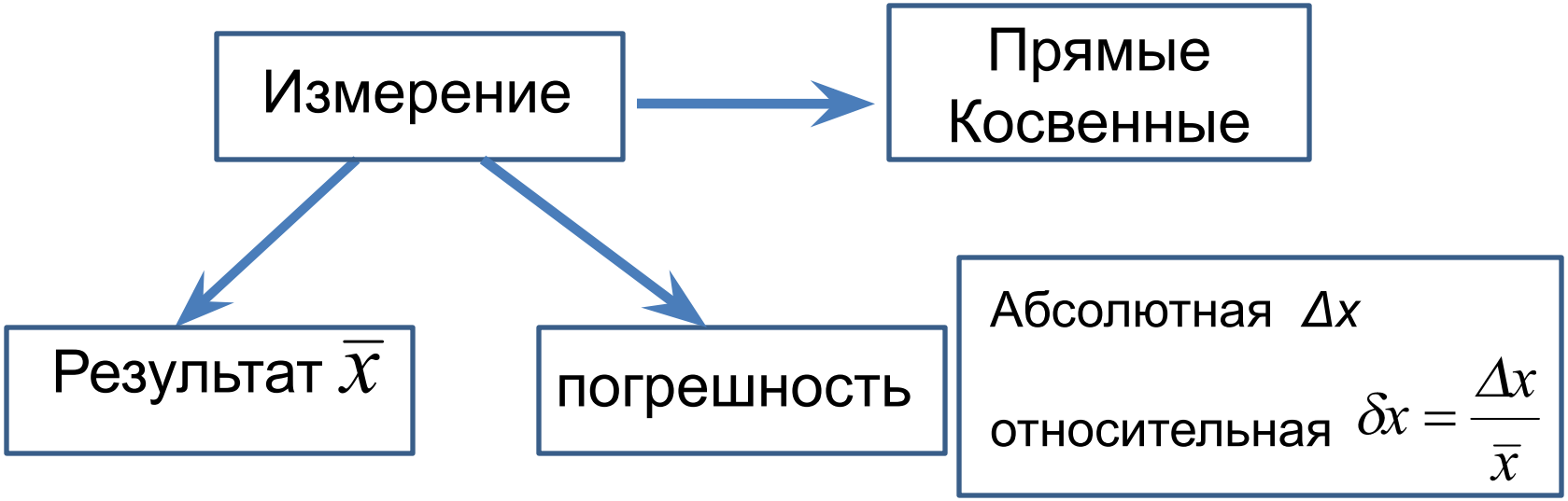
Погрешность измерения должна быть указана при окончательной записи результата измерения.

Погрешность Δx, выраженная в единицах измеряемой величины, называется **абсолютной.**

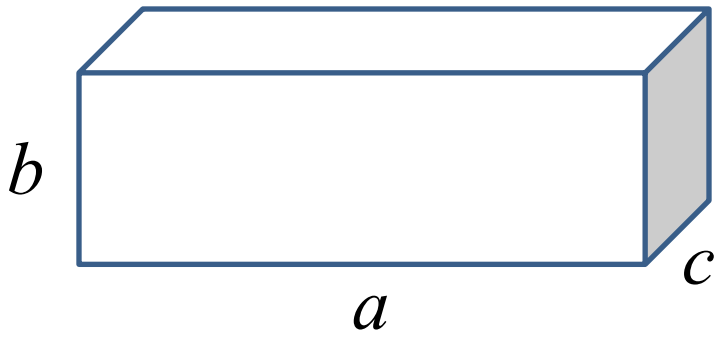
Относительной погрешностью называется отношение абсолютной погрешности к результату измерений. $\delta x = \frac{\Delta x}{\overline{x}}$

Относительная погрешность – величина безразмерная и может быть выражена в процентах

Погрешность



Измерение тела



№ п/п	a	b	c	V
1				
2				
3				
4				
5				

Обработка результатов прямых измерений
(Метод Стьюдента)

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

2. Найти среднее квадратическое отклонение среднего значения

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

3. Задавшись *p* и зная число степеней свободы *f=n-1* по таблице определяют коэффициент Стьюдента $t_{p,f}$ (*p* – доверительная вероятность или надежность. *p* =0,9; 0,95)

4. Определить абсолютную погрешность $\Delta x = t_{p,f} \cdot S_{\bar{x}}$

5. Записать результат в виде $x = \bar{x} \pm \Delta x$

Обработка результатов прямых измерений
(Метод Стьюдента)

Такая запись означает, что истинный результат лежит в интервале

$$\left[\overline{x} - \Delta x, \overline{x} + \Delta x\right]$$

Такой интервал называется *доверительным*, а вероятность, что истинное значение лежит в доверительном интервале – *доверительной вероятностью* или *надежностью.*

Ширина доверительного интервала Δx и принимается за *абсолютную погрешность* случайной величины.

Для ***n*=5, *f*=4, p=0,95** $t_{p,f} = 2,78$

Форма записи данных и правила округления при вычислениях

1. Число и его погрешность всегда записываются так, чтобы их последние цифры принадлежали к одному и тому же десятичному разряду.

2. Погрешность нужно округлять до первой значащей цифры. При округлении, если первая из отбрасываемых цифр меньше 5, последняя из оставшихся цифр не изменяется, если же больше или 5, то к последней цифре из оставшихся прибавляется единица.

3. Если первая значащая цифра равна единице, то оставляют вторую значащую цифру, округлив ее значение до 0 или 5.

4. Если в числе имеется степень, то она выносится за скобки

Форма записи данных и правила округления

ПРИМЕР:

$X = 56{,}473$

$\Delta x = 0{,}0278 \sim 0{,}03 \longrightarrow x \pm \Delta x = 56{,}47 \pm 0{,}03$

$\Delta x = 2{,}786 \sim 3 \longrightarrow x \pm \Delta x = 56 \pm 3$

$v \pm \Delta v = (2{,}678 \pm 0{,}015) \cdot 10^3$ м/с

ФИЗИКА

Погрешность косвенных измерений

Вычисление погрешностей косвенных измерений

I. Способ

Аналогично прямым: $\bar{y}, \Delta y, y \pm \Delta y$

II. Способ

А) Если величина y определяется действием первой ступени, то

$$\Delta y = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \Delta x_i \right)^2}$$

В) Если величина y определяется действием второй ступени, то

$$\frac{\Delta y}{\bar{y}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial \ln y}{\partial x_i} \Delta x_i \right)^2}$$

Вычисление погрешностей косвенных измерений

Пример: Определить погрешность измерения объема. $V=abc$

$$\ln V = \ln a + \ln b + \ln c$$

$$\frac{\partial \ln V}{\partial a} = \frac{1}{a} \qquad \frac{\partial \ln V}{\partial b} = \frac{1}{b} \qquad \frac{\partial \ln V}{\partial c} = \frac{1}{c}$$

$$\Delta V = \bar{a}\bar{b}\bar{c}\sqrt{\left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta c}{c}\right)^2}$$

$$V \pm \Delta V =$$

Пример: Определить погрешность измерения емкости $C = C_1 + C_2$

$$\Delta C = \sqrt{(\Delta C_1)^2 + (\Delta C_2)^2}$$

$C \pm \Delta C$