

Краткое введение в расчет погрешностей

Сайт кафедры физики С-Пб ГУТ
<http://physics.sut.ru>

Справочные материалы на сайте кафедры физики в разделе «**Компьютерная лаборатория**» (параграф «Справочные материалы»):

- Пример оформления протокола к лабораторной работе и расчета погрешностей (ссылка);
- Пример оформления отчета к лабораторной работе с расчетно-графическим заданием (ссылка).

Случайные погрешности измерений — обусловлены трудноучитываемыми помехами, влияющими на измерительные приборы и исследуемый физический объект или процесс.

- Исключить случайные погрешности отдельных измерений невозможно;
- Величину погрешностей можно оценить, если повторить измерение несколько раз;
- Рассчитывается на основе методов математической статистики: вычисляются средние арифметические результатов измерений и средние квадратические их отклонений.

Систематические погрешности — связаны с ограниченной точностью прибора и метода измерений, а также округлением при считывании со шкалы.

- Если причины возникновения этих погрешностей известны, то их можно устранить, уточнив метод измерений и введя поправку к показаниям прибора;
- Систематические погрешности не уменьшаются с увеличением числа измерений.

Грубые погрешности измерений — обычно связаны с неправильным отсчетом по прибору, ошибками щипси и т. д.

- В большинстве случаев достаточно легко обнаружимы, поскольку при многократных измерениях, грубые погрешности резко выделяются из ряда измерений.

Краткое введение в расчет погрешностей

- Абсолютная погрешность (Δa) — отклонение измеренного значения от истинного, $\Delta a = a_{\text{изм.}} - a_{\text{ист.}}$;
- Относительная погрешность (δa) — определяет долю (процент) ошибки от измеренного значения, $\delta a = \Delta a/a$.

Случайная погрешность

Произведение среднеквадратического отклонения на коэффициент Стьюдента:

$$\Delta a_{\text{случ.}} = t_{\alpha, n} \sqrt{\frac{\sum_i^n \Delta a_i^2}{n(n-1)}}$$

Краткое введение в расчет погрешностей

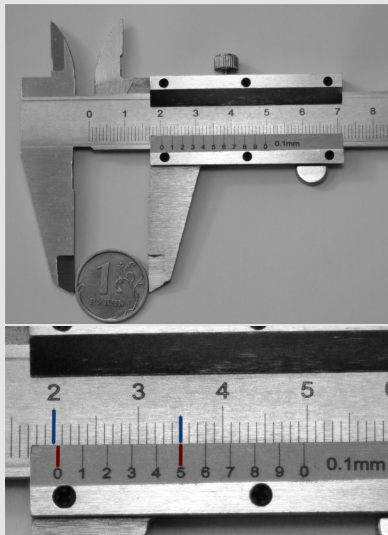
Коэффициент Стьюдента $t_{\alpha, n}$ — поправочный множитель, учитывающий снижение надежности результата измерения из-за ограниченности числа повторных наблюдений. Применяется в тех случаях, когда число измерений $n < 15$. Определяется таблицей коэффициентов Стьюдента, конкретное значение зависит от:

- количества опытов n ;
- доверительной вероятности α , показывающей процент случаев, при которых истинное значение величины попадает в *доверительный интервал*. Доверительная вероятность задается ГОСТ и составляет $\alpha = 0.7$.

Доверительный интервал — числовая прямая, отображающая среднее значение $\langle a \rangle$ и отклонение от среднего значения в интервале от $\langle a \rangle - \Delta a$ до $\langle a \rangle + \Delta a$.



Краткое введение в расчет погрешностей



Измерение и определение приборной (инструментальной) погрешности на примере штангенциркуля:

- Определяется ценой деления по малой шкале (доли мм.)
(0.1 – 0)/1 = 0.1 мм;
- По шкале штанги 20 мм, по шкале нониуса — 0.5 мм, т. е. диаметр монеты составляет 20.5 мм

Краткое введение в расчет погрешностей

Пример расчета формулы погрешности:

Рабочая формула

$$\rho = \frac{4m}{\pi h(D^2 - d^2)}$$

- 1 Логарифмируем: $\ln \rho = \ln 4 + \ln m - \ln h - \ln \pi - \ln (D^2 - d^2)$;
- 2 Берем частные производные:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ln \rho}{\partial m} &= \frac{1}{m}; & \frac{\partial \ln \rho}{\partial h} &= -\frac{1}{h}; \\ \frac{\partial \ln \rho}{\partial D} &= -\frac{2D}{D^2 - d^2}; & \frac{\partial \ln \rho}{\partial d} &= \frac{2d}{D^2 - d^2}.\end{aligned}$$

- 3 Относительная погрешность:

$$\delta \rho = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2 + \left(\frac{2D\Delta D}{D^2 - d^2}\right)^2 + \left(\frac{2d\Delta d}{D^2 - d^2}\right)^2}$$