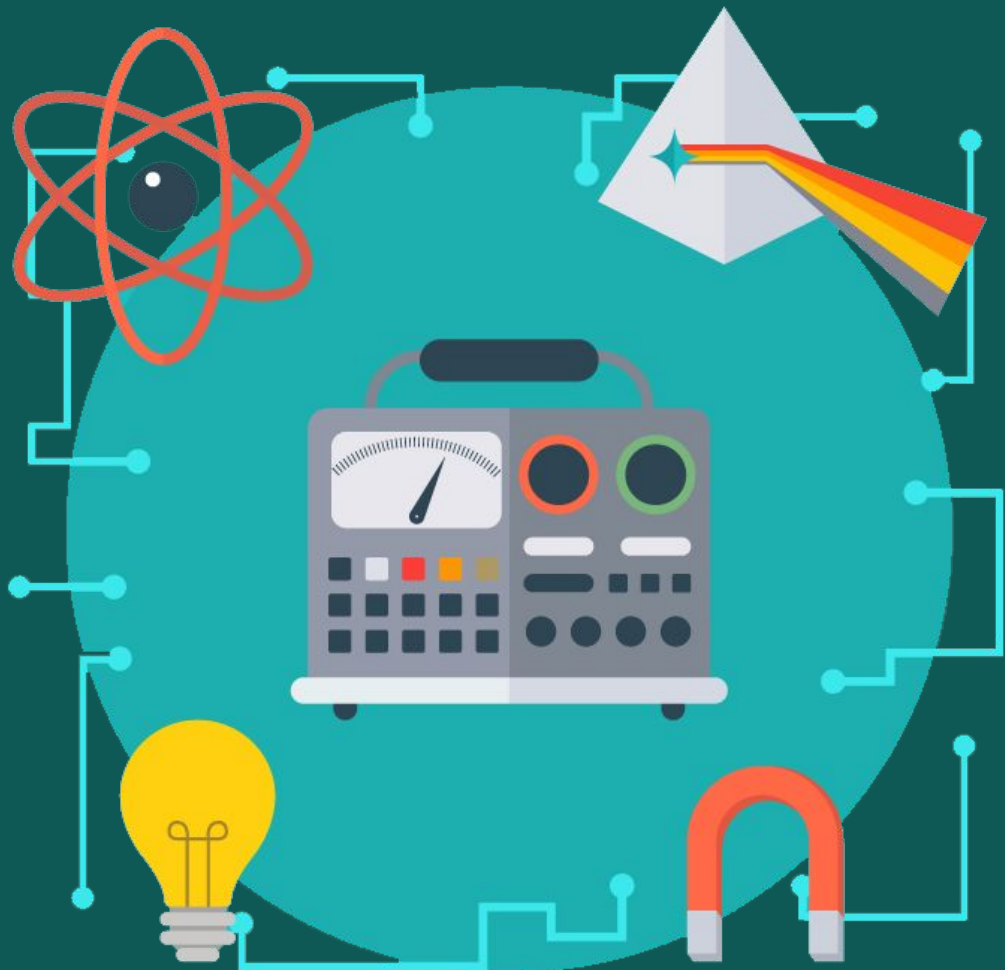


# ПРАКТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

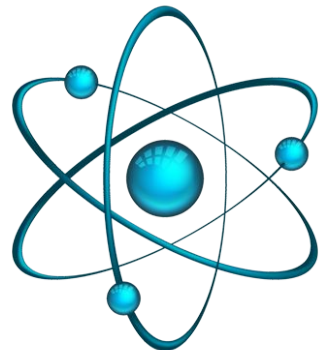


Доцент кафедры  
экспериментальной  
физики  
Ерина Марина Васильевна

# Лекция № 6

## Анализ погрешностей для косвенных измерений

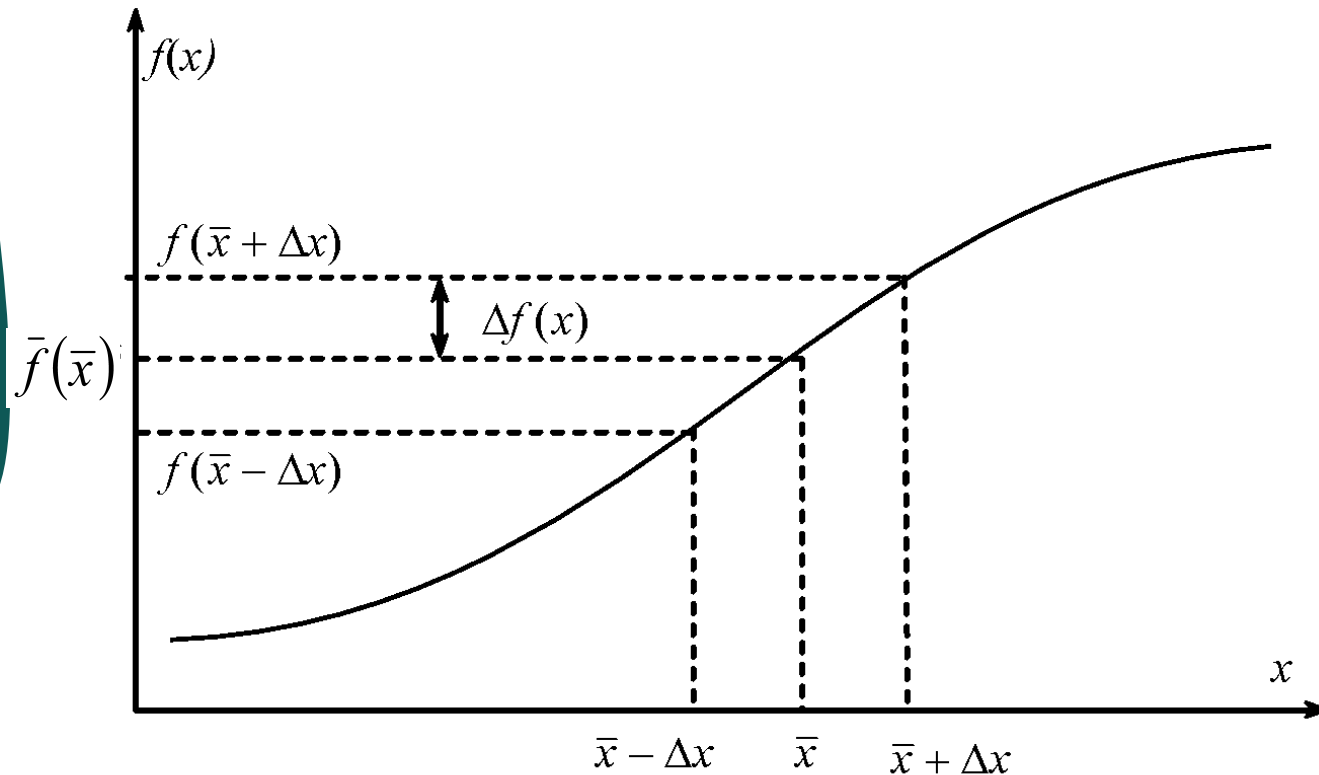
- Погрешность сложной функции



# Погрешность сложной функции

Пусть измерена величина  $x = \bar{x} \pm \Delta x$

**Задача:** вычислить ошибку для некоторой функции этой величины  $f(x)$



$$\Delta f(x) = f(x)_{\max} - \bar{f}(\bar{x})$$

ИЛИ

$$\Delta f(x) = f(\bar{x} + \Delta x) - \bar{f}(\bar{x})$$

$$\Delta f(x) = \left| \frac{df(x)}{dx} \right| \Delta x$$

– правило для вычисления ошибок для сложной функции одной переменной.

В более сложном случае, когда функция зависит от нескольких аргументов:

$$\Delta f(x, y) = \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right| \Delta y$$

– максимальная погрешность

В случае **независимых и случайных** погрешностей в  $x$  и  $y$ :

$$\Delta f(x, y) = \sqrt{\left( \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right| \Delta x \right)^2 + \left( \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right| \Delta y \right)^2}$$

# Пример:

Рассмотрим вычисление показателя преломления:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

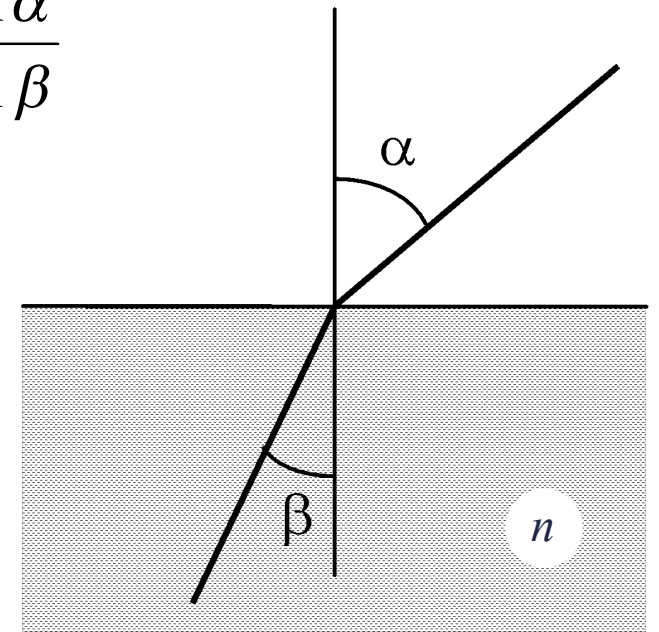
$$\frac{\Delta n}{n} = \sqrt{\left(\frac{\Delta \sin \alpha}{\sin \alpha}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \sin \beta}{\sin \beta}\right)^2}$$

$$\Delta \sin \alpha = \left| \frac{d \sin \alpha}{d \alpha} \right| \Delta \alpha = \cos \alpha \cdot \Delta \alpha$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta \sin \alpha}{\sin \alpha} = |\operatorname{ctg} \alpha| \Delta \alpha$$

Аналогично для угла  $\beta$ ,  
тогда:

$$\frac{\Delta n}{n} = \sqrt{(|\operatorname{ctg} \alpha| \Delta \alpha)^2 + (|\operatorname{ctg} \beta| \Delta \beta)^2}$$



Погрешности  $\Delta \alpha$  и  $\Delta \beta$  должны быть в радианах ( $1^\circ = 0,017$  рад)

# Примеры:

$$f = xy$$

$$\Delta f = \left| \frac{\partial f}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial f}{\partial y} \right| \Delta y = y\Delta x + x\Delta y$$

$$f = x/y$$

$$\Delta f = \left| \frac{\partial f}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial f}{\partial y} \right| \Delta y = \frac{1}{y} \Delta x + x \frac{1}{y^2} \Delta y = \frac{y\Delta x + x\Delta y}{y^2}$$

# Правила вычисления ошибок в косвенных измерениях в случае их независимости и случайности

Вид зависимост и	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность

**СПАСИБО!**

$$S = \frac{(v - v_0)}{2a}$$

$$\Delta U = A + Q$$

$$F = \frac{q_1 q_2}{R^2}$$

$$Q = \lambda m$$

$$X = X_{\max} \cdot \cos \omega t$$

$$N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$$

$$A = FS \cos \alpha$$

$$P = \frac{F}{S}$$

$$\Delta d = \frac{(2k+1)\lambda}{2}$$

$$\phi = \frac{P}{P_0 \cdot 100\%}$$

$$Ft = \Delta p$$

$$F = mg$$

$$v_2 = \frac{(v_1 + v)}{1 + v_1 v/c^2}$$

$$t = \frac{t_1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$\lambda = vT$$

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

$$P = IU$$

**СПАСИБО!**

$$Z = \sqrt{(X_C - X_L)^2 + R^2}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$\eta = \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_1}$$

$$E = 2\pi k \sigma$$

$$F = \rho g V$$

$$Q = C(T_2 - T_1)$$

$$P = m(g+a)$$

$$\frac{v}{T} = \text{const}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$p = mc = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}$$

$$T = \frac{2\pi\sqrt{l}}{g}$$

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$$

$$F_{\text{упр}} = -kx$$