

# Физический практикум

---

ПОГРЕШНОСТИ

# Типы измерений

---

Прямые

Косвенные

# Погрешности при прямых измерениях

---

## Случайные:

- Несовершенство прибора
- Несовершенство объекта измерения
- Случайные факторы

## Систематические:

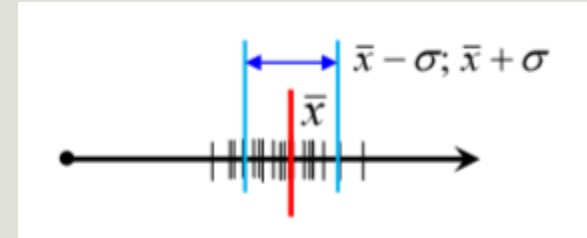
- Ошибка калибровки
- Неисправность прибора
- Некорректность эксперимента

## Грубые (промах)

# Оценка случайной погрешности

*Оценка истинного значения*

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



*Выборочное стандартное отклонение (среднеквадратичная погрешность)*

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

При большом  $N$   $S_x \rightarrow \sigma$  – стандартное отклонение

# Оценка приборной погрешности

---

Класс точности прибора - погрешность в процентах от максимального значения шкалы.

Точность определения показаний прибора:

1. Стрелочный прибор

- половина цены деления

2. Цифровой прибор

- В спецификации указывается количество цифр последнего разряда

Как правило, класс точности прибора и шкала согласованы и достаточно использовать что-то одно.

# Учет погрешностей разных типов

---

$$\sigma_{\text{общ}} = \sqrt{S_{\text{случ}}^2 + \sigma_{\text{прибор}}^2 + \sigma_{\text{счит}}^2 + \sigma_{\text{окр}}^2 + \dots}$$

# Погрешности при косвенных измерениях

---

Пусть величины A и B измерены напрямую, и их погрешности  $\sigma_A$  и  $\sigma_B$

1.  $C = A + B$   $\sigma_C = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2}$

2.  $C = A * B$   $\sigma_C = \sqrt{(B * \sigma_A)^2 + (A * \sigma_B)^2}$

3.  $C = A/B$   $\sigma_C = \sqrt{(\frac{1}{B} \sigma_A)^2 + (\frac{A}{B^2} * \sigma_B)^2}$

# Округление результата

---

Значащие цифры – все цифры от первой слева, не равной 0, до последней справа

$$123,468 \pm 1,5678$$

1. Округляем погрешность до одной или двух значащих цифр (две значащие цифры оставляют, если первая цифра погрешности 1 или 2)

$$1,5678 \rightarrow 1,6$$

2. Округляем результат, чтобы последние значащие цифры погрешности и результата соответствовали друг другу

$$123,468 \rightarrow 123,5$$

$$\text{Итого: } 123,5 \pm 1,6$$

Как насчет  $1,00056 \pm 0,0823$  и  $12895 \pm 786$ ?



# Численные методы (МНК)

---

Пусть есть набор экспериментальных данных  $y_i$  и функция  $f(x_i)$ , которая должна их описывать. Тогда рассчитывается

$$M = \sum_{i=1}^N (y_i - f(x_i))^2$$

Параметры функции  $f$  подбираются так, чтобы  $M$  оказалась минимальна