

Национальный исследовательский университет ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №1

по дисциплине

Метрология, стандартизация и сертификация

Вариант: 12

Выполнил: Терновский И. Е.

Группа: Р3432

Преподаватель: Рассадина А. А.

г. Санкт-Петербург

2025 г.

Задание

Записать оценку измеряемой величины с учетом случайной и систематической погрешностей, если производились прямые измерения.

Вариант 12:

Внешнего диаметра крутильного маятника с помощью линейки с ценой деления 1 мм

Измерения

N	Значение, мм
1	25.1
2	24.9
3	25.0
4	24.9
5	24.9

Ход работы

Устранение или учет известных систематических погрешностей

О системных погрешностях ничего не известно, поэтому переходим к пункту 2.

Вычисление среднего значения

За эту оценку принимают среднее арифметическое значение по формуле:

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

$$\bar{x} = \frac{1}{5} \cdot (25.1 + 24.9 + 25.0 + 24.9 + 24.9) = 24.96 \text{ мм.}$$

Вычисление среднего квадратического отклонения

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

Вычисляем сумму квадратов отклонений:

$$(25.1 - 24.96)^2 = 0.14^2 = 0.0196$$

$$(24.9 - 24.96)^2 = (-0.06)^2 = 0.0036$$

$$(25.0 - 24.96)^2 = 0.04^2 = 0.0016$$

$$(24.9 - 24.96)^2 = (-0.06)^2 = 0.0036$$

$$(24.9 - 24.96)^2 = (-0.06)^2 = 0.0036$$

$$\sum = 0.0320$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{4} \cdot 0.0320} = \sqrt{0.008} = 0.0894 \text{ мм.}$$

Среднеквадратическое отклонение среднего арифметического

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}$$

$$S_{\bar{x}} = \frac{0.0894}{\sqrt{5}} = \frac{0.0894}{2.2361} = 0.0400 \text{ мм.}$$

Исключение грубых погрешностей

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{x}|}{S_x}; \quad G_2 = \frac{|\bar{x} - x_{\min}|}{S_x}$$

$$G_1 = \frac{|25.1 - 24.96|}{0.0894} = \frac{0.14}{0.0894} = 1.566$$

$$G_2 = \frac{|24.96 - 24.9|}{0.0894} = \frac{0.06}{0.0894} = 0.671$$

$$G_T = 1.715 \text{ для } q = 5\% \text{ и пяти измерений.}$$

$$G_1 \leq G_T, \text{ поэтому } x_{\max} \text{ не считаем промахом.}$$

$$G_2 \leq G_T, \text{ поэтому } x_{\min} \text{ не считаем промахом.}$$

Доверительные границы случайной погрешности

$$\epsilon = t \cdot S_{\bar{x}}, \quad t[P = 95\%; n = 5] = 2.776$$

$$\epsilon = 2.776 \cdot 0.0400 = 0.111 \text{ мм.}$$

Учет систематической погрешности

Для линейки с ценой деления 1 мм систематическая погрешность обычно принимается равной половине цены деления: $\theta = 0.5 \text{ мм}$.

Учет полной абсолютной погрешности прямого измерения

Абсолютная погрешность

$$\Delta \bar{x} = \sqrt{\epsilon^2 + \theta^2}$$

$$\Delta \bar{x} = \sqrt{0.111^2 + 0.5^2} = \sqrt{0.012321 + 0.25} = \sqrt{0.262321} = 0.512 \text{ мм.}$$

Относительная погрешность

$$\delta x = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

$$\delta x = \frac{0.512}{24.96} \cdot 100\% = 2.05\%$$

Запись результата

Округляем до одной значащей цифры, так как первая цифра погрешности > 3

$$x = 25.0 \pm 0.5 \text{ мм}$$

Вывод

В результате выполнения данной лабораторной работы была произведена запись оценки измеряемой величины с учетом случайной и систематической погрешностей по результатам прямых измерений. Полученный результат 24.96 ± 0.51 мм с относительной погрешностью 2.05% соответствует требованиям точности для измерений линейкой с ценой деления 1 мм.