



Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №1

«Оценка погрешности на основании проведения прямых измерений»
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»

Вариант – 1

Выполнил:

Студент группы Р3432

Чмурова М.В.

Преподаватель:

Рассади́на Анна Александровна

Санкт-Петербург

2025

Задание

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

Вариант:

Длины подвеса пружинного маятника линейкой с ценой деления 1 мм, получено:

L, см	50,1	50,0	50,0	50,1	50,0
-------	------	------	------	------	------

Выполнение

1. Вычисление среднего значения по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_i x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{5} \sum_i (50,1 + 50,0 + 50,0 + 50,1 + 50,0) = 50,04 [\text{см}]$$

2. Вычисление среднего квадратического отклонения по формуле:

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

$$S_x = \sqrt{\frac{0,06^2 + (-0,04)^2 + (-0,04)^2 + 0,06^2 + (-0,04)^2}{5-1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{4} \cdot (0,0036 + 0,0016 + 0,0016 + 0,0036 + 0,0016)} = 0,05477 [\text{см}]$$

3. Вычисление среднеквадратического отклонения среднего арифметического по формуле:

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

$$S_{\bar{x}} = \frac{0,05477}{\sqrt{5}} = 0,02449 [\text{см}]$$

4. Исключение грубых погрешностей с использованием критерия Граббса по формулам:

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{x}|}{S_x} = \frac{|50,1 - 50,04|}{0,05477} = 1,09549$$

$$G_2 = \frac{|\bar{x} - x_{\min}|}{S_x} = \frac{|50,04 - 50,0|}{0,05477} = 0,73033$$

$$G_T = 1,764$$

Так как $G_1 < G_T$, то x_{\max} не считается промахом и сохраняется в ряду результатов измерений. Аналогично, $G_2 < G_T$ следовательно x_{\min} не считается промахом и сохраняется в ряду результатов измерений

5. Проверка, можно ли считать результат x_i выборкой из нормальной генеральной совокупности не проводится, так как размер выборки меньше 15.
6. Нахождение доверительных границ случайной погрешности по формуле:

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}}$$

Доверительная вероятность $P = 0,95$ тогда коэффициент Стьюдента по таблице: $t = 2,776$. Таким образом, доверительные границы:

$$\varepsilon = 2,776 \cdot 0,02449 = 0,06798 \text{ [см]}$$

7. Учет систематической погрешности:

$$\theta = \frac{\Delta}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ [см]}$$

8. Учет полной абсолютной погрешности прямого измерения:

$$\Delta \bar{x} = \sqrt{(\varepsilon)^2 + (\theta)^2}$$

$$\Delta \bar{x} = \sqrt{0,06798^2 + 0,05^2} = 0,08439 \text{ [см]}$$

Полученное значение округляется согласно правилам округления:

$$\Delta \bar{x} = 0,08439 = 0,08 \text{ [см]}$$

Остается одна значащая цифра, так как первая значащая цифра больше трех. Соответственно погрешности округляется результат измерения:

$$x = 50,04 \text{ [см]}$$

Относительная погрешность (в процентах):

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

$$\delta x = \frac{0,08}{50,04} \cdot 100\% = 0,15987\% = 0,16\%$$

9. Округление полученного значения согласно правилам округления:

$$x = \bar{x} \pm \Delta \bar{x}$$

Таким образом, окончательный результат прямого измерения:

$$x = (50,04 \pm 0,08) \text{ [см]}$$

Вывод

В результате получена окончательная оценка длины подвеса:

$$L = (50,04 \pm 0,08)[\text{см}],$$

где абсолютная погрешность составляет $\pm 0,08$ [см], а относительная погрешность равна 0,16%. Большой вклад внесла случайная систематическая погрешность. При этом относительная погрешность небольшая, что говорит о высокой точности вычислений.