

Отчет

По лабораторной работе № 100

Ознакомление с теорией погрешностей

1. Цель работы: ознакомление с теорией погрешностей

Измерение линейных величин штангенциркулем и микрометром.

Вычисление объема цилиндра

2. Теория вопроса и ход выполнения (кратко, с приложением схем)

Штангенциркуль имеет основную миллиметровую шкалу и дополнительную подвижную шкалу, называемую нониусом. Определим точность шкалы нониуса.

Пусть на нониусе нанесено n делений. Совместим нулевое деление нониуса с некоторым делением основной шкалы и посмотрим, с каким делением основной шкалы совпадет последнее деление нониуса. Таким образом n делений нониуса совпадают с m делениями шкалы (в миллиметрах): $n \cdot L_n = m \cdot L_{\text{лин}}$, где L_n – цена деления нониуса, а $L_{\text{лин}}$ – цена деления линейки (в миллиметрах).

Точностью (приборной погрешностью) нониуса называют величину $\delta = L_{\text{лин}} - L_n = \frac{(n-m)}{n} L_{\text{лин}}$. Деления шкалы нониуса для удобства отсчета оцифрованы, обычно это доли миллиметра.

Микрометр имеет линейную шкалу, разделенную в нижней своей части на миллиметры и в верхней части тоже на миллиметры, но со сдвигом 0,5 мм. Чтобы определить цену деления круговой шкалы, нужно поворотом барабана сделать полный оборот и посмотреть, на сколько при этом сместится край барабана по линейной шкале. Обычно смещение равно 0,5 мм. Если на круговой шкале 50 делений, то цена деления барабана $0,5 : 50 = 0,01$ мм.

В данной работе требуется 5 раз измерить штангенциркулем высоту цилиндра (выдается в лаборатории) и 5 раз измерить диаметр этого цилиндра микрометром. Данные занести в таблицу.

3. Оформление результатов наблюдений (включая таблицы и графики)

№ п/п	Высота цилиндра			Диаметр цилиндра		
	h_i мм	$\Delta h = h_i - \bar{h} $, 10^{-2} мм	$(\Delta h)^2, 10^{-4}$ мм ²	d_i мм	$\Delta d = d_i - \bar{d} $, 10^{-2} мм	$(\Delta d)^2, 10^{-4}$ мм ²
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Среднее значение	$\bar{h} =$			$\bar{d} =$		

Обработка результатов:

1. Вычислить средние арифметические значения: $\bar{h} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 h_i$ и $\bar{d} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 d_i$.

Занести в таблицу.

2. Вычислить абсолютные погрешности отдельных измерений Δh_i и Δd_i .

Модули этих величин занести в таблицу.

3. Вычислить квадраты этих величин. Записать в таблицу.

4. Вычислить средние квадратичные погрешности результатов измерений по формулам:

$$\sigma_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta h_i)^2}{n(n-1)}} \quad \text{и} \quad \sigma_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta d_i)^2}{n(n-1)}},$$

где $n = 5$ – число измерений.

5. Вычислить доверительные интервалы:

$$\Delta h = t_{\alpha}(n) \cdot \sigma_h \text{ и } \Delta d = t_{\alpha}(n) \cdot \sigma_d,$$

где $t_{\alpha}(n) = 2,8$ коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ (95 %).

6. Полученные результаты записать в виде:

$$\Delta h_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta h)^2 + \delta_h^2} \text{ и } \Delta d_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta d)^2 + \delta_d^2},$$

где δ_h – приборная погрешность штангенциркуля и δ_d – приборная погрешность микрометра.

7. Вычислить относительные погрешности измерений:

$$\varepsilon_h = \frac{\Delta h_{\Sigma}}{h} \text{ и } \varepsilon_d = \frac{\Delta d_{\Sigma}}{d}.$$

8. Вычислить относительную погрешность при вычислении объема цилиндра по формуле:

$$\varepsilon_V = \sqrt{\varepsilon_h^2 + 4\varepsilon_d^2}.$$

9. Определить необходимое количество значащих цифр в числе π . Для этого вычислить $\varepsilon_{\pi} = 0,1 \cdot \varepsilon_V$ и использовать таблицу:

$\varepsilon_{\pi}, \%$	>4,5	1,3 – 4,5	0,05 – 1,3	0,013 – 0,05
π	3	3,1	3,14	3,142

10. Найти среднее значение объема цилиндра V по формуле:

$$\bar{V} = \frac{\pi \cdot \bar{d}^2}{4} \cdot \bar{h}.$$

11. Вычислить абсолютную погрешность в определении объема по формуле:

$$\Delta V = \varepsilon_V \cdot \bar{V}.$$

12. Окончательный результат записать в виде: $V = \bar{V} \pm \Delta V$, учитывая, что в погрешности оставляется одна значащая цифра (а если первая цифра 1 или 2 – то две значащие цифры), а в самом числе последней оставляется та цифра, которая является последней в погрешности.
