

**МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

кафедра Общей Физики и Ядерного Синтеза

Лаборатория Механики и Молекулярной Физики

Вводная лабораторная работа

**Определение ускорения свободного падения
с помощью математического маятника**

Группа: ТФ – 15 - 00

Студент: Сидоров И.И.

Преподаватель: Иванов Д.А.

К работе допущен: _____

Работу выполнил: _____

Дата выполнения работы: _____

Работу сдал: _____

Москва 2001

Цель работы – ознакомление с методами измерения физических величин в лаборатории “Механики и молекулярной физики”; ознакомление с видами погрешностей физических величин и способами их определения; экспериментальное определение ускорения свободного падения на широте Москвы при помощи математического маятника с использованием формулы Г.Галилея.

Принципиальная схема установки

Математический маятник – массивный шарик, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити, длина которой значительно больше его диаметра. Такой маятник совершает свободные колебания при отклонении из положения равновесия на малый угол ($5 - 6^\circ$). В ходе эксперимента измеряется время, за которое маятник совершает 10 полных колебаний.

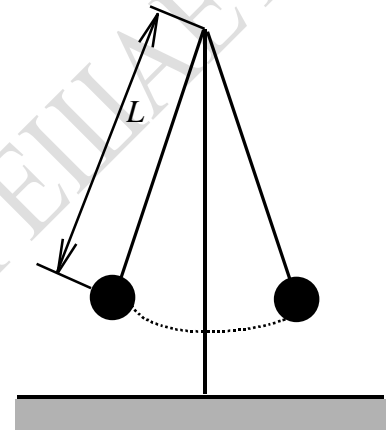


таблица 1

Спецификация измерительных приборов

Наименование прибора	Предел измерения	Цена деления	Инструментальная погрешность
Секундомер	1800,0 с	0,1 с	0,1 с

Расчетная формула

$$g = 4\pi^2 \frac{LN^2}{t^2},$$

где L – длина нити подвеса маятника;

N – число периодов колебаний (10);

t – время совершения маятником N колебаний.

Данные установки

Длина нити подвеса маятника (до центра масс шара) $L = 460$ мм; $\Delta L = 0,5$ мм.

таблица 2

Измерение времени 10 колебаний маятника

№	$t, \text{с}$	$ t_i - \bar{t} , \text{с}$	$ t_i - \bar{t} ^2, \text{с}$
1	13,62	0,022	0,000484
2	13,66	0,018	0,000324
3	13,61	0,032	0,001024
4	13,67	0,028	0,000784
5	13,65	0,008	0,000064
среднее	$\bar{t} = 13,642$		

Обработка результатов измерений

1. Абсолютная погрешность средств измерения (приборная погрешность) времени колебаний маятника:

$$\Delta t_{\text{пр}} = \Delta_{\Pi} = 0,01 \text{ (с)}.$$

2. Случайная погрешность измерения времени колебаний маятника:

$$\begin{aligned} \Delta t_{\text{сл}} &= t_{P,n} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n(n-1)}} = \\ &= 2,776 \cdot \sqrt{\frac{0,000484 + 0,000324 + 0,001024 + 0,000784 + 0,000064}{5 \cdot (5-1)}} = 0,0321 \text{ (с)}. \end{aligned}$$

3. Результирующая погрешность измерения времени колебаний маятника:

$$\Delta t = \sqrt{\Delta t_{\text{сл}}^2 + \Delta t_{\text{пр}}^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,0321^2} = 0,03362 \approx 0,03 \text{ (с)}.$$

4. Результат прямого измерения:

$$t = \bar{t} \pm \Delta t = 13,64 \pm 0,03 \text{ (с)}.$$

5. Экспериментальное значение ускорения свободного падения:

$$\bar{g} = 4\pi^2 \frac{LN^2}{t^2} = 4 \cdot 3,1416^2 \cdot \frac{0,46 \cdot 100}{13,64^2} = 9,7609 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

6. Относительная погрешность косвенного измерения:

$$\delta_g = \sqrt{\delta_L^2 + 4\delta_t^2 + 4\delta_\pi^2} = \sqrt{\left(\frac{0,5}{460}\right)^2 + 4\left(\frac{0,03}{13,64}\right)^2 + 4\left(\frac{0,00005}{3,1416}\right)^2} = 0,00553$$

7. Абсолютная погрешность косвенного измерения:

$$\Delta_g = g \cdot \delta_g = 9,7609 \cdot 0,00553 = 0,0539 \approx 0,05 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

8. Окончательный результат определения ускорения свободного падения:

$g = \bar{g} \pm \Delta g = 9,75 \pm 0,05 \text{ (м/с}^2\text{)}$
