



**Санкт-Петербургский национальный
исследовательский Академический
университет имени Ж.И. Алфёрова
Российской академии наук**

Свиридов Фёдор, Александр Слободнюк, Владимир Попов

Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе № 3

Цель работы. Вычислить g ускорение свободного падения с помощью математического и обратного маятника

Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Нахождение центра масс обратного маятника
2. Измерение T_1 периода колебаний обратного маятника в первой точке подвеса
3. Измерение T_2 периода колебаний обратного маятника во второй точке подвеса
4. Измерение T периода колебаний математического маятника
5. Вычисление g ускорение свободного падения
6. Сравнение результатов и подведение выводов

Объект исследования. Физическая величина: g ускорение свободного падения

Метод экспериментального исследования. Измерение периода колебаний и расстояния до центра масс

Рабочие формулы и исходные данные.

$$g_2 = 4\pi^2 \frac{l}{T^2} \quad (2)$$

$$g_1 = 4\pi^2 \frac{a_1^2 - a_2^2}{T_1^2 a_1 - T_2^2 a_2} \quad (1)$$

где a_1 и a_2 расстояния от центра масс до 1-го и 2-го подвеса, соответственно
 Формула (1) для математического маятника, (2) - для оборотного

Таблица 1: **Измерительные приборы**

Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
Модуль измерительный	Цифровой	0,5 – 1,5 с.	0,005 с.

Рис. 1: Оборотный маятник

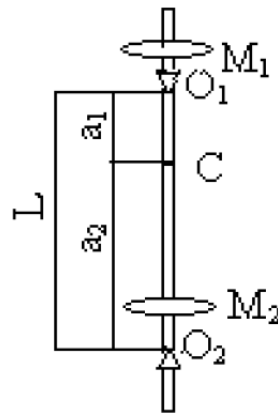
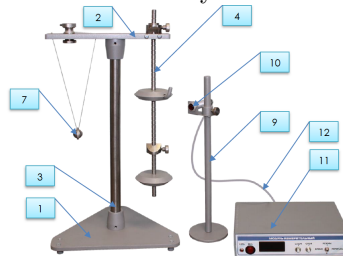


Рис. 2: Схема установки



Результаты прямых измерений и их обработки

1. Центр масс
 $a_1 = 8$ см.
 $a_2 = 14$ см.

2. Обратный маятник в первой точке подвеса

№	Число колебаний N	t_1 время N колебаний (с.)
1	5	5,355
2	5	5,357
3	5	5,359

3. Обратный маятник во второй точке подвеса

№	Число колебания N	t_2 время N колебаний (с.)
1	10	10,110
2	10	10,105
3	10	10,115

4. Математический маятник

№	Число колебания N	t время N колебаний (с.)
1	10	9,901
2	10	9,921
3	10	9,918

Расчет результатов косвенных измерений

1. Период колебания обратного маятника в первой точке подвеса

$$T_1 \approx \frac{\langle t_1 \rangle}{N} \approx 1,0714 \quad (\text{с})$$

2. Период колебания обратного маятника во второй точке подвеса

$$T_2 \approx \frac{\langle t_2 \rangle}{N} \approx 1,0110 \quad (\text{с})$$

3. Период колебания математического маятника

$$T \approx \frac{\langle t \rangle}{N} \approx 0,9913 \quad (\text{с})$$

4. Ускорение свободного падения g_1

По формуле (1):

$$g_1 = 4\pi^2 \frac{0,08^2 - 0,14^2}{0,08 \cdot 1,071^2 - 0,14 \cdot 1,011^2} \approx 10,2 \quad \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$g_1 \approx 10,2 \quad \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

5. Ускорение свободного падения g_2

По формуле (2):

$$g_2 = 4\pi^2 \frac{0,22}{0,9913^2} \approx 8,8 \quad \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$\boxed{g_2 \approx 8,8 \quad \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)}$$

Расчет погрешностей измерений

1. Для оборотного маятника

$$\Delta L_1 = 2 \cdot 10^{-3} \quad (\text{м})$$

$$L_1 = 22 \quad (\text{см})$$

$$\Delta t_1 = 0,005 \quad (\text{с})$$

$$\langle T_1 \rangle = 1,041 \quad (\text{с})$$

$$\frac{\Delta g_1}{g_1} \approx \sqrt{\left(\frac{\Delta L_1}{L_1} \right)^2 + 4 \left(\frac{\Delta t_1}{\langle T_1 \rangle} \right)^2} \approx 0,013$$

$$\Delta g_1 \approx 0,1 \quad \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

2. Для математического маятника

$$\Delta L_2 = 5 \cdot 10^{-3} \quad (\text{м})$$

$$L_2 = 22 \quad (\text{см})$$

$$\Delta t_2 = 0,005 \quad (\text{с})$$

$$\langle T_2 \rangle = 0,9913 \quad (\text{с})$$

$$\frac{\Delta g_2}{g_2} \approx \sqrt{\left(\frac{\Delta L_2}{L_2} \right)^2 + 4 \left(\frac{\Delta t_2}{\langle T_2 \rangle} \right)^2} \approx 0,025$$

$$\Delta g_2 \approx 0,2 \quad \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

Окончательные результаты.

$$g_1 = (10,2 \pm 0,1) \quad \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$g_2 = (8,8 \pm 0,2) \quad \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Выводы и анализ результатов Мы вычислили ускорение свободного падения с помощью двух маятников: математического и оборотного. Полученные результаты довольно сильно отличаются, данную ситуацию можно объяснить тем, что, несмотря на довольно точное измерение периода, в первом случае были трудности с измерением центра масс, а во втором - с измерением длины маятника.