

Университет ИТМО
Физико-технический мегафакультет
Физический факультет

| | | | |
|---------------|----------------|------------------|-------|
| Группа | R3215 | К работе допущен | _____ |
| Студент | Федоров Е.В. | Работа выполнена | _____ |
| Преподаватель | Хвастунов Н.Н. | Отчет принят | _____ |

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1.10
**Исследование вынужденных крутильных
колебаний с регулируемым затуханием с
помощью маятника Поля**

1 Цель работы

1. Изучение характеристик свободных и вынужденных колебаний на примере маятника Поля

2 Задачи

1. Определение периода колебаний маятника.
2. Исследование свободных затухающих колебаний.
3. Исследование вынужденных колебаний

3 Объект исследования

Объект исследования - маятник поля.

4 Метод экспериментального исследования

Многократное измерение промежутка времени при разных значениях силы тока

5 Рабочие формулы и исходные данные

1. Циклическая частота маятника $\omega = \frac{2\pi}{T}$
2. Логарифмический декремент затухания $\lambda = \ln \left(\frac{A_n}{A_{n+1}} \right)$
3. Добротность $Q = \frac{\omega_0}{2\beta} = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$
4. Амплитудно-частотная характеристика: $a(\omega) = \frac{\omega_0^2 \theta_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}}$

6 Измерительные приборы

| №п/п | Наименование | Тип прибора | Погрешность |
|------|---------------------|-------------|-------------|
| 1 | Угловая шкала | — | 0.1 деления |
| 2 | Цифровой секундомер | Цифровой | 0.005 с |

Таблица 1: Измерительные приборы

7 Схема установки

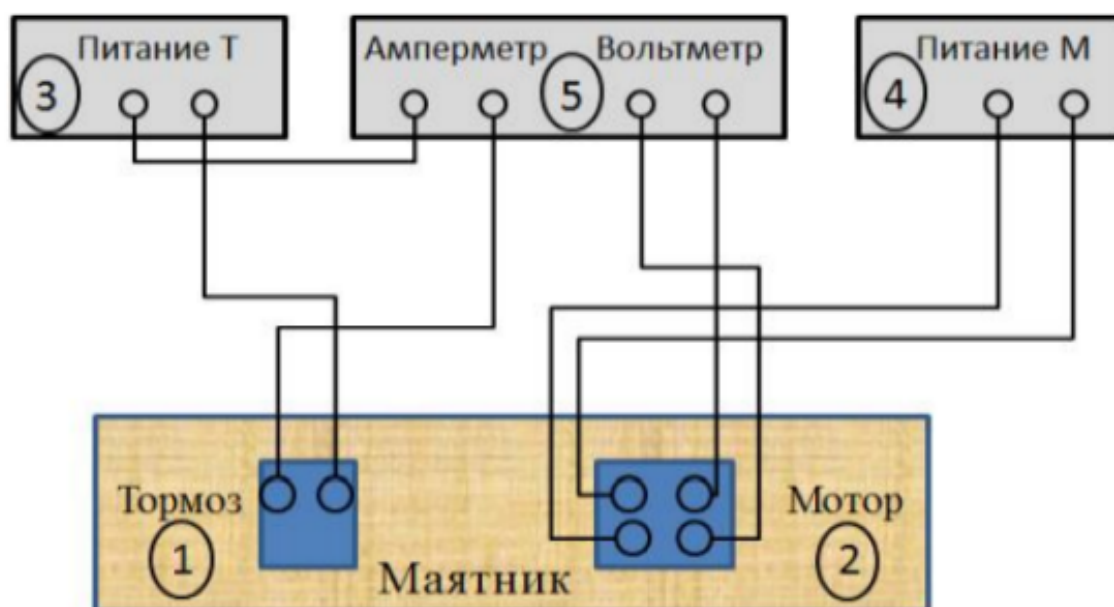


Рис. 1: Схема установки

8 Результаты прямых измерений и их обработки

| # | t , с | t_{cp} , с | T , с |
|---|---------|---------------------|---------|
| 1 | 17.55 | 17.6567 | 1.7657 |
| 2 | 17.65 | | |
| 3 | 17.77 | | |

Таблица 2: Измерение периода T свободных колебаний маятника, t – время $N = 10$ полных колебаний

- $t_{\text{cp}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 t_i \approx 17.6567$ с;
- $T = t_{\text{cp}}/N \approx 17.6567/10 \approx 1.7657$ с;
- $\omega_0 = 2\pi/T \approx \frac{2\pi}{1.7657} \approx 3.5585$ с⁻¹;

| I_T | | t | | | | | | | | | | | λ | β | Q |
|-------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----------|---------|-----|
| | k | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | |
| 0 | A_k | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\ln(A/A_k)$ | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | A_k | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\ln(A/A_k)$ | | | | | | | | | | | | | | |
| 400 | A_k | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\ln(A/A_k)$ | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 3: Зависимость амплитуды A колебаний маятника от номера колебания k при свободных колебаниях с разным затуханием

| | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| U | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 |
| N | 5 | 5 | 5 | 5 |
| t | 16.35 | 14.87 | 13.32 | 12.36 |
| T | | | | |
| ω | | | | |

Таблица 4: Зависимость частоты возбуждения вынужденных колебаний от напряжения на моторе

| U | ω | ω/ω_0 | 1 | T | 0 | 200 | 400 |
|------------|----------|-------------------|---|-----|-----|-----|------|
| 0.0 | | | | | | | |
| 7.0 | | | | a | 0.8 | 0.8 | 0.6 |
| 7.1 | | | | | 0.9 | 0.8 | 0.6 |
| 7.2 | | | | | 1 | 0.8 | 0.65 |
| 7.3 | | | | | 1 | 0.8 | 0.65 |
| 7.4 | | | | | 1 | 0.8 | 0.75 |
| 7.5 | | | | | 1 | 0.8 | 0.8 |
| 7.6 | | | | | 1.1 | 0.9 | 0.8 |
| 7.7 | | | | | 1 | 0.9 | 0.8 |
| 7.8 | | | | | 1 | 0.8 | 0.8 |
| 7.9 | | | | | 1 | 0.9 | 0.9 |
| 8.0 | | | | | 1 | 0.9 | 0.9 |
| 8.1 | | | | | 1 | 0.9 | 0.9 |
| 8.2 | | | | | 1.1 | 1 | 0.95 |
| 8.3 | | | | | 1.2 | 1.1 | 0.95 |
| 8.4 | | | | | 1 | 1 | 0.95 |
| 8.5 | | | | | 1.2 | 1 | 1.1 |
| 8.6 | | | | | 1.1 | 1 | 1.1 |
| 8.7 | | | | | 1 | 1.1 | 1.2 |
| 8.8 | | | | | 1.2 | 1.4 | 1.2 |
| 8.9 | | | | | 1.4 | 1.3 | 1.2 |
| 9.0 | | | | | 1.4 | 1.4 | 1.2 |
| a_{\max} | | | | | | | |
| Q' | | | | | | | |
| Q'' | | | | | | | |

Таблица 5: Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты возбуждения

9 Расчет результатов косвенных измерений

10 Расчет погрешности измерений

11 Графики

12 Окончательные результаты

13 Вывод и анализ результатов работы