

Университет ИТМО
Физико-технический мегафакультет
Физический факультет

Группа	Р3215	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

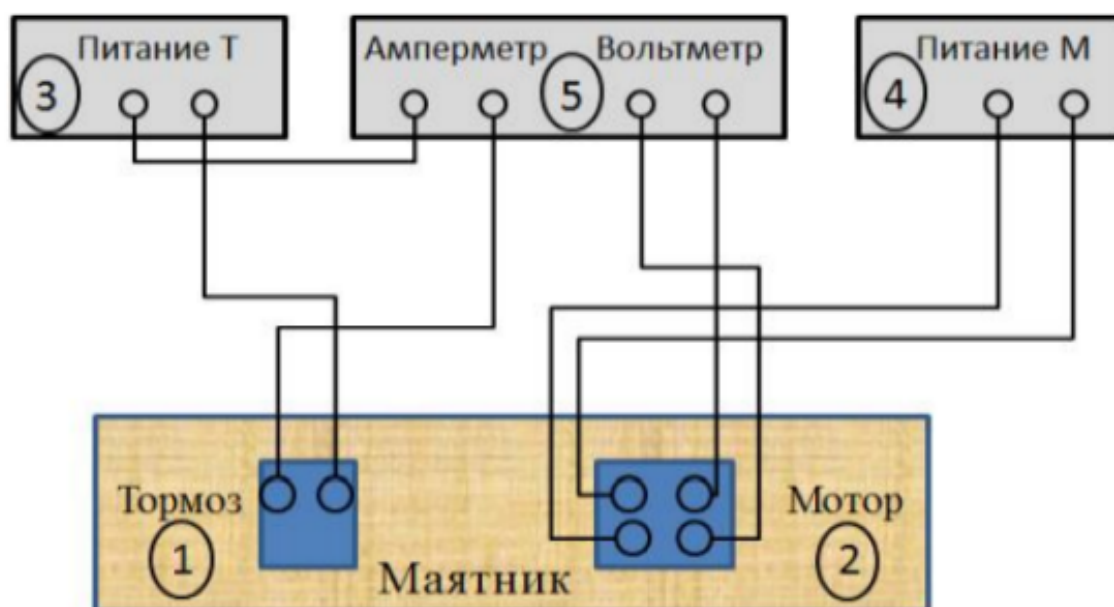


Рис. 1: Схема установки

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 , мА		t, T											λ	$\beta, \text{с}^{-1}$	Q
	k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
0	A_k , дел	19	18.2	18.1	17.8	17.6	17.4	17.2	16.8	16.6	16.4	16	0.0152	0.0086	32.8561
	$\ln(A_0/A_k)$	0	0.0430	0.0485	0.0652	0.0765	0.0880	0.0995	0.1231	0.1350	0.1472	0.1719			
200	A_k , дел	19	17.6	16.4	14.6	13.8	12.8	11.4	10.2	9.4	8.4	7.6	0.0920	0.0521	5.4358
	$\ln(A_0/A_k)$	0	0.0765	0.1472	0.2634	0.3198	0.3950	0.5108	0.6221	0.7037	0.8162	0.9163			
400	A_k , дел	19	14.6	11.4	8.4	6.4	5.2	3.4	2.4	1.8	1.2	0.9	0.3084	0.1746	1.6215
	$\ln(A_0/A_k)$	0	0.2634	0.5108	0.8162	1.0881	1.2958	1.7207	2.0690	2.3567	2.7621	3.4553			

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

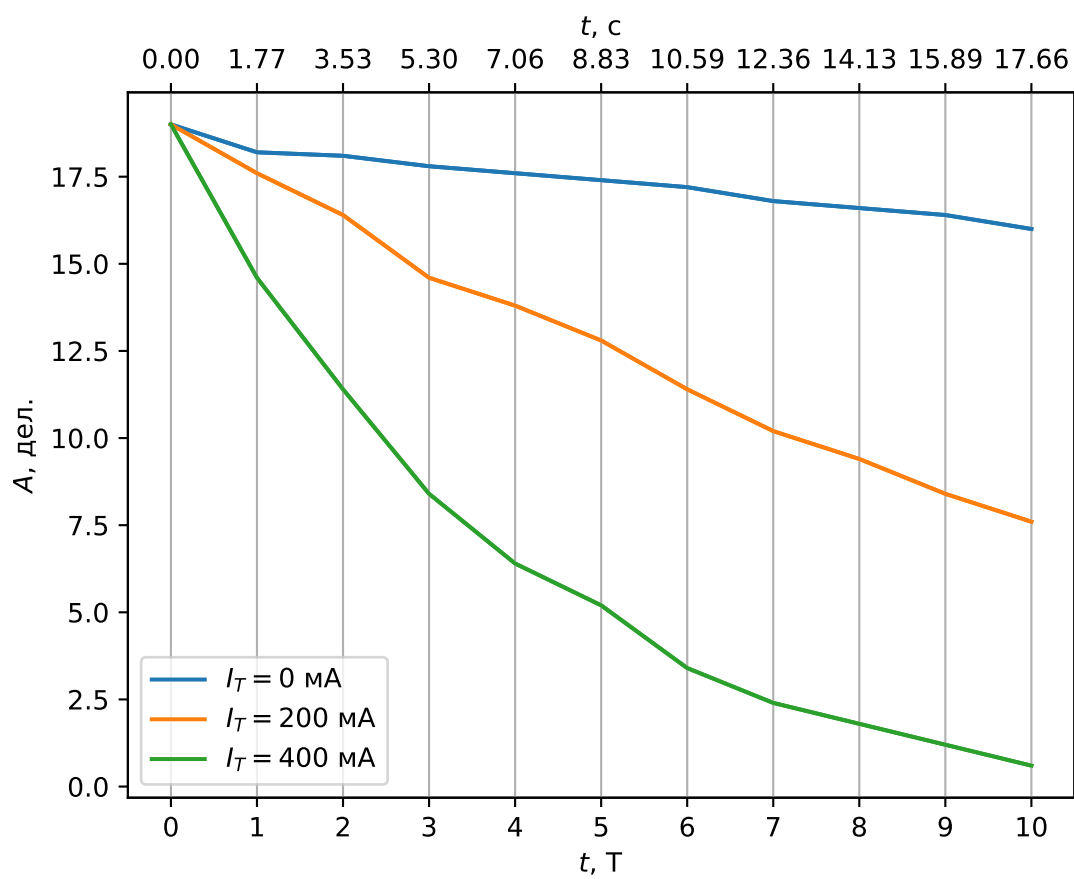


Рис. 2: График зависимости $A(t)$ для разных I_T

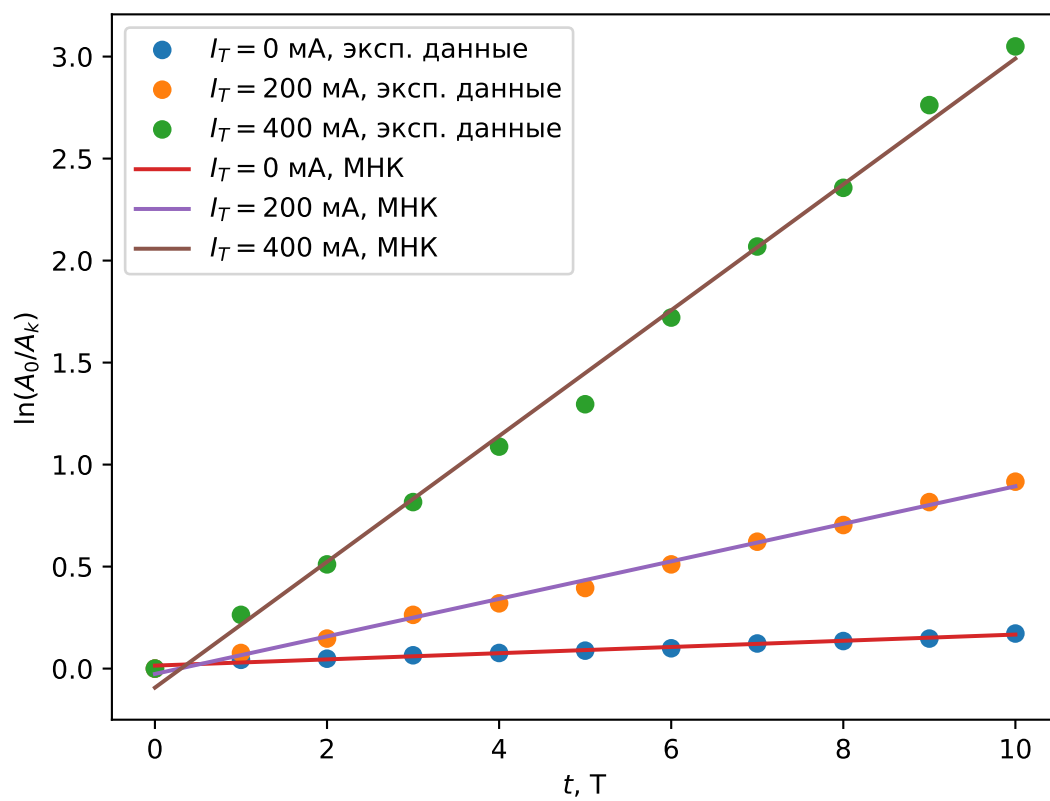


Рис. 3: График зависимости $\ln(A_0/A_k)$ для разных I_T