

Группа Р110 К работе допущен _____ Студент Данилов Павел Юрьевич

Работа выполнена

Преподаватель Коробков Максим Петрович

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1.24V оборотный маятник Катера

Время измерений: 11.12.2020 22:00

1. Цель работы.

- Изучить колебательное движение тела на примере оборотного маятника.
- Определить значение ускорения свободного падения

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- Измерить периоды T_1 и T_2 по 5 раз для каждого из положений груза 1
- Построить графики $T_1, 2(x_2)$ и интерполированием найти точки, для которых $T_1 - T_2 \approx 0$
- Вычислить g и погрешности для него

3. Объект исследования.

-Оборотный маятник Катера

4. Метод экспериментального исследования.

-Многократное прямое измерение периода колебаний

5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$g = \frac{4\pi^2 l_{\text{пр}}}{T^2}$$

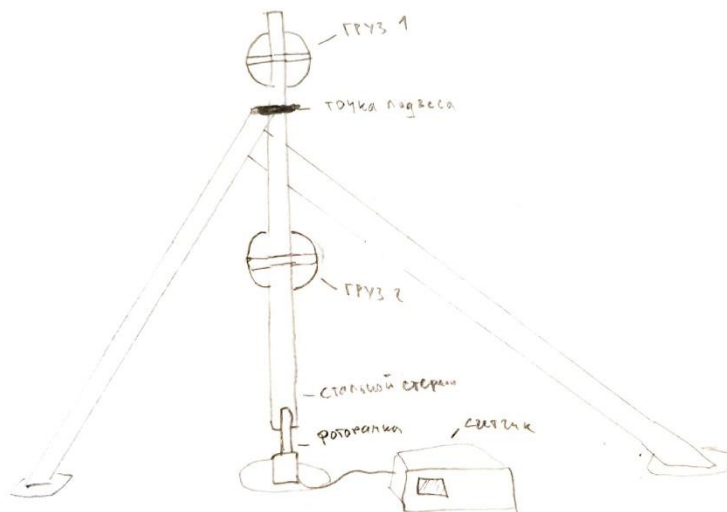
$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=0}^5 T_i}{5}$$

$$l_{\text{пр}} = x_2 + x_2'$$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Секундомер	цифровой	до 5 секунд	0,1мс

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).



8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

Таблица 1:

№	x2, мм	T1, с	T2, с	<T1>, с	<T2>, с						
1	100	1,9167	1,8095	1,91648	1,8117						
2		1,9177	1,8137								
3		1,9154	1,8111								
4		1,9169	1,8113								
5		1,9157	1,8129								
1	125	1,8483	1,8065	1,85064	1,8056	1	425	1,6746	1,7612	1,67414	1,76148
2		1,8492	1,8054			2		1,6735	1,7605		
3		1,8507	1,8062			3		1,6747	1,7612		
4		1,8528	1,8047			4		1,6753	1,7622		
5		1,8522	1,8052			5		1,6726	1,7623		
1	150	1,7998	1,7986	1,79852	1,79882	1	450	1,6818	1,7617	1,68236	1,76308
2		1,7971	1,7986			2		1,6833	1,7642		
3		1,7986	1,7987			3		1,6829	1,7623		
4		1,7964	1,7979			4		1,682	1,763		
5		1,8007	1,8003			5		1,6818	1,7642		
1	175	1,7557	1,7914	1,75728	1,792	1	475	1,6945	1,7642	1,69284	1,7641
2		1,7573	1,7922			2		1,694	1,7634		
3		1,7575	1,7903			3		1,693	1,7647		
4		1,7567	1,7924			4		1,6914	1,7639		
5		1,7592	1,7937			5		1,6913	1,7643		
1	200	1,7239	1,7874	1,72556	1,78662	1	500	1,706	1,7647	1,70576	1,76568
2		1,7263	1,7842			2		1,7067	1,7652		
3		1,7261	1,7869			3		1,7061	1,7669		
4		1,7251	1,7876			4		1,7065	1,7662		
5		1,7264	1,787			5		1,7035	1,7654		

1	225	1,6994	1,7826	1,70006	1,78248	1	525	1,717	1,7687	1,71796	1,76948
2		1,701	1,7819			2		1,7181	1,77		
3		1,6995	1,7831			3		1,7177	1,7702		
4		1,7004	1,7838			4		1,7197	1,77		
5		1,7	1,781			5		1,7173	1,7685		
1	250	1,681	1,7774	1,68232	1,77668	1	550	1,7322	1,7743	1,73332	1,77294
2		1,6816	1,777			2		1,7338	1,7744		
3		1,6834	1,7767			3		1,7328	1,7719		
4		1,6833	1,7747			4		1,7346	1,7719		
5		1,6823	1,7776			5		1,7332	1,7722		
1	275	1,671	1,7713	1,66914	1,77274	1	575	1,7483	1,7785	1,74772	1,7779
2		1,6687	1,7731			2		1,7468	1,7797		
3		1,667	1,7729			3		1,7485	1,7764		
4		1,6684	1,7743			4		1,7477	1,7766		
5		1,6706	1,7721			5		1,7473	1,7783		
1	300	1,6642	1,7702	1,66312	1,76906	1	600	1,7637	1,7833	1,76496	1,78382
2		1,6641	1,7676			2		1,7657	1,7812		
3		1,6605	1,7687			3		1,7662	1,7829		
4		1,663	1,7695			4		1,7634	1,7855		
5		1,6638	1,7693			5		1,7658	1,7862		
1	325	1,6579	1,7669	1,65908	1,76752	1	625	1,7818	1,7911	1,78084	1,79028
2		1,6602	1,7669			2		1,7793	1,7916		
3		1,6599	1,7675			3		1,7792	1,79		
4		1,6587	1,7682			4		1,7831	1,7884		
5		1,6587	1,7681			5		1,7808	1,7903		
1	350	1,6597	1,7628	1,65924	1,76466	1	650	1,7992	1,7962	1,79806	1,7981
2		1,6594	1,7641			2		1,7979	1,7972		
3		1,6588	1,7651			3		1,797	1,7969		
4		1,6587	1,7666			4		1,7974	1,8006		
5		1,6596	1,7647			5		1,7988	1,7996		
1	375	1,6614	1,7626	1,66106	1,76266	1	675	1,8149	1,8053	1,81568	1,80562
2		1,6618	1,7616			2		1,8149	1,8054		
3		1,6597	1,7624			3		1,8152	1,8068		
4		1,6612	1,7622			4		1,8157	1,8053		
5		1,6612	1,7645			5		1,8177	1,8053		
1	400	1,6646	1,7613	1,66614	1,76172	1	700	1,8334	1,8187	1,83424	1,818
2		1,6654	1,7621			2		1,8323	1,8182		
3		1,6665	1,7624			3		1,8345	1,8183		
4		1,6658	1,7612			4		1,8357	1,8166		
5		1,6684	1,7616			5		1,8353	1,8182		

$$T_{1cp} = \frac{\sum_{i=0}^5 T_{1i}}{5} = 1,92c$$

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов)

$$l_{np} = x_2 + x'_2 = 0,8m$$

$$g = \frac{4\pi^2 l_{np}}{T^2} = \frac{4\pi^2 0,8}{1,8 * 1,8} = 9,77m/c^2$$

Т найдем через интерполирование графиков T1(x2), T2(x2)

Величина	Значение
x2, м	0,15
x2', м	0,65
lnp, м	0,80
g, м/с^2	9,77
T, с	1,80
delta(T), с	0,0001
delta(lnp), м	0,001
e(T), долей	0,00
e(lnp), долей	0,00125
delta(g), м/с^2	0,0122549
e(g), %	0,12549374

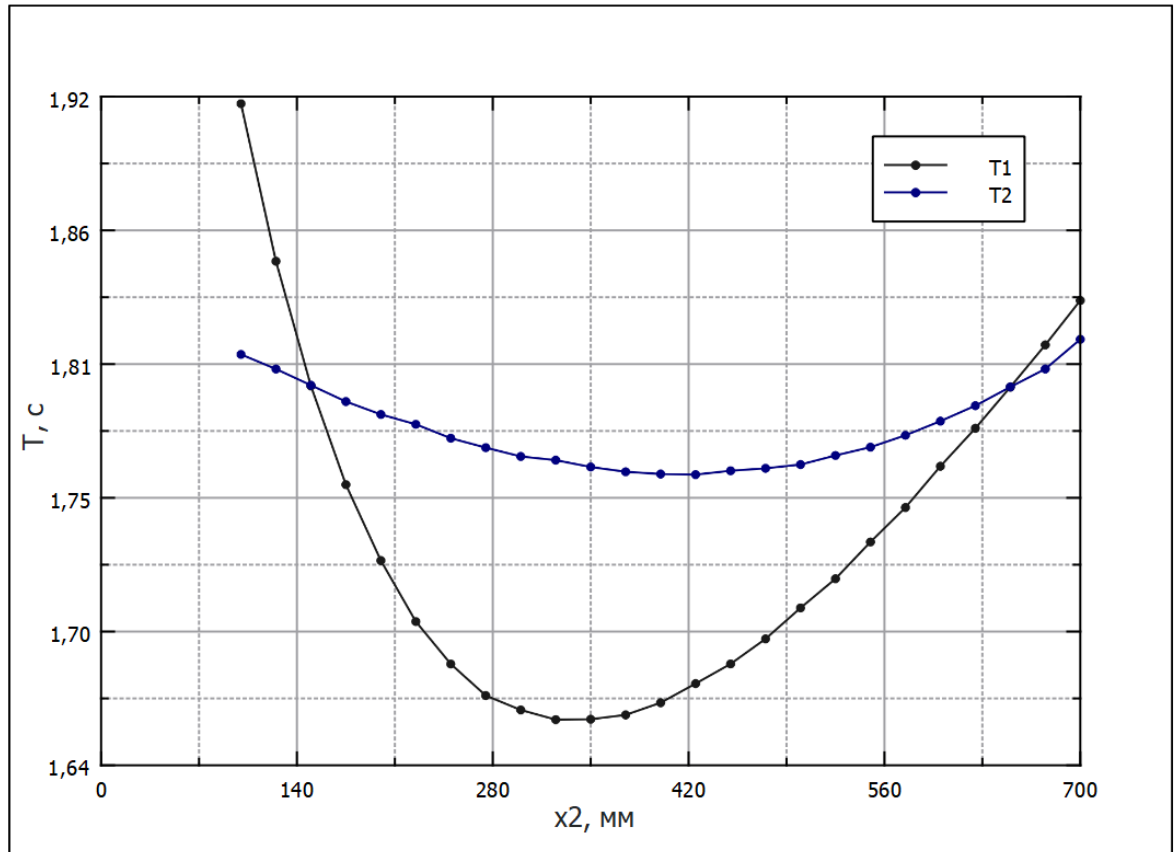
10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

$$\varepsilon g = 100\% * \sqrt{\left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_{np}}{l_{np}}\right)^2} = 0,125\%$$

$$\Delta g = g * \frac{\varepsilon g}{100\%} = 0,012 \text{ м/с}^2$$

11. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).

График 1:



12. Окончательные результаты.

$g = (9,77 \pm 0,012) \text{ м/с}^2;$	$\varepsilon_g = 0,13\%;$	$\alpha = 0,95$
---------------------------------------	---------------------------	-----------------

13. Выводы.

Мы исследовали колебательное движение физического маятника на примере обратного маятника Катера и вычислили $g_{\text{эксп}} = 9,77 \text{ м/с}^2$, которое практически сходно с $g_{\text{теор}} = 9,82 \text{ м/с}^2$ ($\varepsilon = 0,56\%$). Однако также стоит отметить, что $g + \Delta g$ не покрывает $g_{\text{теор}}$. Более того, $g + \Delta g$ меньше g на любой из широт земли ($g_{\text{на широте } 0} = 9,78 \text{ м/с}^2$). Вероятно, это связано с немного неверными исходными данными виртуальной модели.

Вычисленное значение g имеет крайне малую относительную погрешность: 0,13%. Это объясняется тем, что измерения проводились на виртуальной модели. Наибольший вклад в погрешность g внесла погрешность приведенной

длины($\varepsilon=0,125\%$). Хотя погрешность периода колебаний и входит в уравнение во второй степени, но даже с учетом этого, из-за того, что ее относительная погрешность($\varepsilon=0,01\%$) на порядок меньше, чем погрешность приведенной длины($\varepsilon=0,125\%$), в итоге она имеет много меньший “вес” при расчете погрешности ускорения свободного падения.

14. Дополнительные задания.

15. Выполнение дополнительных заданий.

16. Замечания преподавателя (исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт).