

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ

Группа Р3110	Дата и время измерений 12.01.2021 14:40
Студент Цыпандин Николай	Работа выполнена 15.01.2021
Преподаватель Коробков М.П.	Отчет принят

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

1. Цель работы.

- 1) Изучить колебательное движение тела на примере оборотного маятника.
- 2) Определить ускорение свободного падения.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- 1) Измерить периоды T_1 T_2 для каждого положения груза M_1 не менее 5 раз.
- 2) Построить графики зависимостей $\langle T_1 \rangle$ и $\langle T_2 \rangle$, определить положения x_2 и x'_2 , где $\langle T_1 \rangle = \langle T_2 \rangle$.
- 3) Вычислить ускорение свободного падения и определить его погрешность.

3. Объект исследования.

Оборотный маятник Катера.

4. Метод экспериментального исследования.

Многократные прямые измерения, вычислений значений и нахождение абсолютной и относительной погрешностей, построение графиков зависимостей.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$\langle T \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i - \text{расчет среднего значения.}$$

$$l_{\text{пр}} = x_2 + x'_2 - \text{приведенная длина.}$$

$$g = \frac{4\pi^2 l_{\text{пр}}}{T^2} - \text{расчет ускорения свободного падения.}$$

$$\epsilon_g = \frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_{\text{пр}}}{l_{\text{пр}}}\right)^2} - \text{расчет погрешности ускорения свободного падения.}$$

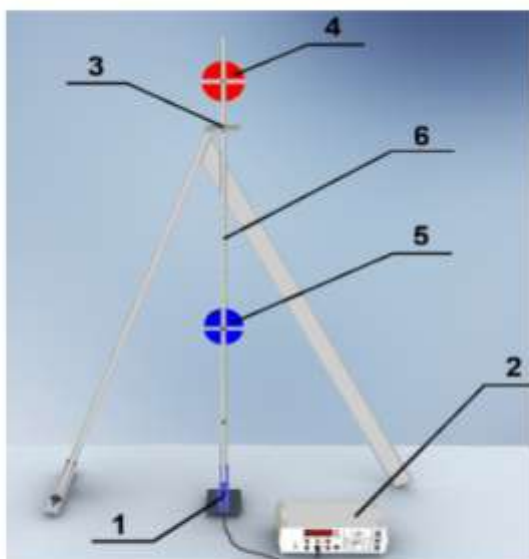
$\Delta T = 0,1\text{мс}$ – абсолютная погрешность периода колебания.

$\Delta l_{\text{пр}} = 1\text{мм}$ – абсолютная погрешность приведенной длины маятника.

6. Измерительные приборы.

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование</i>	<i>Тип прибора</i>	<i>Используемый диапазон</i>	<i>Погрешность прибора</i>
<i>1</i>	Секундомер	Электронный	0 – 10000мс	0,1мс

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



(А) Установка



(В) Электронный секундомер

Рис. 3. Схема установки

1. Фотодастчик.
2. Электронный секундомер.
3. Точка подвеса.
4. Тяжелый груз M_1 .
5. Тяжелый груз M_2 .
6. Стальной стрежень.

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

Таблица №1

№	x_2 , мм	T_1 , с	T_2 , с	$\langle T_1 \rangle$, с	$\langle T_2 \rangle$, с
1	100	1,9148	1,8119	1,9154	1,81206
2		1,9151	1,8122		
3		1,9157	1,8117		
4		1,9153	1,8124		
5		1,9161	1,8121		
1	125	1,8496	1,8069	1,8497	1,80626
2		1,8502	1,8064		
3		1,8497	1,8058		
4		1,8495	1,8062		
5		1,8495	1,806		
1	150	1,7997	1,7988	1,79786	1,79872
2		1,7967	1,7981		
3		1,7964	1,7987		
4		1,7981	1,799		
5		1,7984	1,799		
1	175	1,756	1,7923	1,75648	1,79222
2		1,7566	1,792		
3		1,7557	1,7923		
4		1,7573	1,7925		
5		1,7568	1,792		
1	200	1,7271	1,7867	1,72698	1,78612
2		1,7272	1,787		
3		1,7268	1,7855		
4		1,7267	1,7857		
5		1,7271	1,7857		
1	225	1,7021	1,7821		

2		1,7026	1,7825	1,7019	1,78126
3		1,7017	1,781		
4		1,7009	1,7807		
5		1,7022	1,78		
1	250	1,6818	1,7759	1,6818	1,77638
2		1,6823	1,7758		
3		1,6812	1,7772		
4		1,6816	1,7762		
5		1,6821	1,7768		
1	275	1,6706	1,7728	1,67044	1,77216
2		1,6703	1,7714		
3		1,6705	1,7721		
4		1,6703	1,7733		
5		1,6705	1,7712		
1	300	1,6625	1,7689	1,66238	1,76912
2		1,6627	1,7694		
3		1,6625	1,7689		
4		1,6619	1,7686		
5		1,6623	1,7698		
1	325	1,6588	1,7689	1,65876	1,76726
2		1,659	1,7667		
3		1,6583	1,7678		
4		1,6587	1,7657		
5		1,659	1,7672		
1	350	1,6579	1,7665	1,6584	1,7655
2		1,6579	1,7664		
3		1,6587	1,7647		
4		1,6583	1,7641		
5		1,6592	1,7658		
1	375	1,6615	1,7631		

2		1,6624	1,7627	1,66186	1,76262
3		1,6615	1,7621		
4		1,6624	1,7626		
5		1,6615	1,7626		
1	400	1,6667	1,7621	1,66636	1,76218
2		1,666	1,7622		
3		1,6666	1,7624		
4		1,6667	1,7622		
5		1,6658	1,762		
1	425	1,6744	1,7623	1,67428	1,76268
2		1,6742	1,763		
3		1,6741	1,7623		
4		1,6745	1,7632		
5		1,6742	1,7626		
1	450	1,6834	1,7613	1,68372	1,76126
2		1,6839	1,7612		
3		1,6834	1,7612		
4		1,6841	1,7612		
5		1,6838	1,7614		
1	475	1,692	1,765	1,69268	1,76486
2		1,6939	1,7646		
3		1,6929	1,7652		
4		1,6915	1,7653		
5		1,6931	1,7642		
1	500	1,7063	1,7652	1,70634	1,76548
2		1,7065	1,7659		
3		1,7064	1,7652		
4		1,7065	1,765		
5		1,706	1,7661		
1	525	1,718	1,7707		

2		1,7179	1,7697	1,71828	1,7703
3		1,7175	1,7704		
4		1,7193	1,7703		
5		1,7187	1,7704		
1	550	1,7323	1,7718	1,73242	1,77192
2		1,7319	1,7717		
3		1,733	1,7726		
4		1,7322	1,7718		
5		1,7327	1,7717		
1	575	1,7468	1,7781	1,7497	1,77796
2		1,7515	1,7784		
3		1,7499	1,7776		
4		1,7492	1,7778		
5		1,7511	1,7779		
1	600	1,7647	1,7831	1,76486	1,78396
2		1,7649	1,7839		
3		1,7649	1,7829		
4		1,7648	1,785		
5		1,765	1,7849		
1	625	1,7817	1,7907	1,78168	1,7917
2		1,7817	1,7926		
3		1,7818	1,7927		
4		1,7816	1,7915		
5		1,7816	1,791		
1	650	1,7993	1,7961	1,7987	1,7969
2		1,7992	1,7967		
3		1,798	1,7979		
4		1,7983	1,7964		
5		1,7987	1,7974		
1	675	1,8164	1,8076		

2		1,8166	1,8079	1,81662	1,80784
3		1,8169	1,8082		
4		1,8166	1,808		
5		1,8166	1,8075		
1	700	1,8332	1,8179	1,83344	1,81766
2		1,8336	1,8182		
3		1,8332	1,817		
4		1,8336	1,8179		
5		1,8336	1,8173		

$$\langle T1 \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i = \frac{1914,8 + 1915,1 + 1915,7 + 1915,3 + 1916,1}{5} = 1915,4 \text{ мс}$$

$$\langle T2 \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i = \frac{1811,9 + 1812,2 + 1811,7 + 1812,4 + 1812,1}{5} = 1812,1 \text{ мс}$$

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

$$l_{\text{np}} = x_2 + x'_2 = 800 \text{ мм};$$

$$g = \frac{4\pi^2 l_{\text{np}}}{T^2} = \frac{4 * 3,14^2 * 0,8}{1798,05^2} = 9,769 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

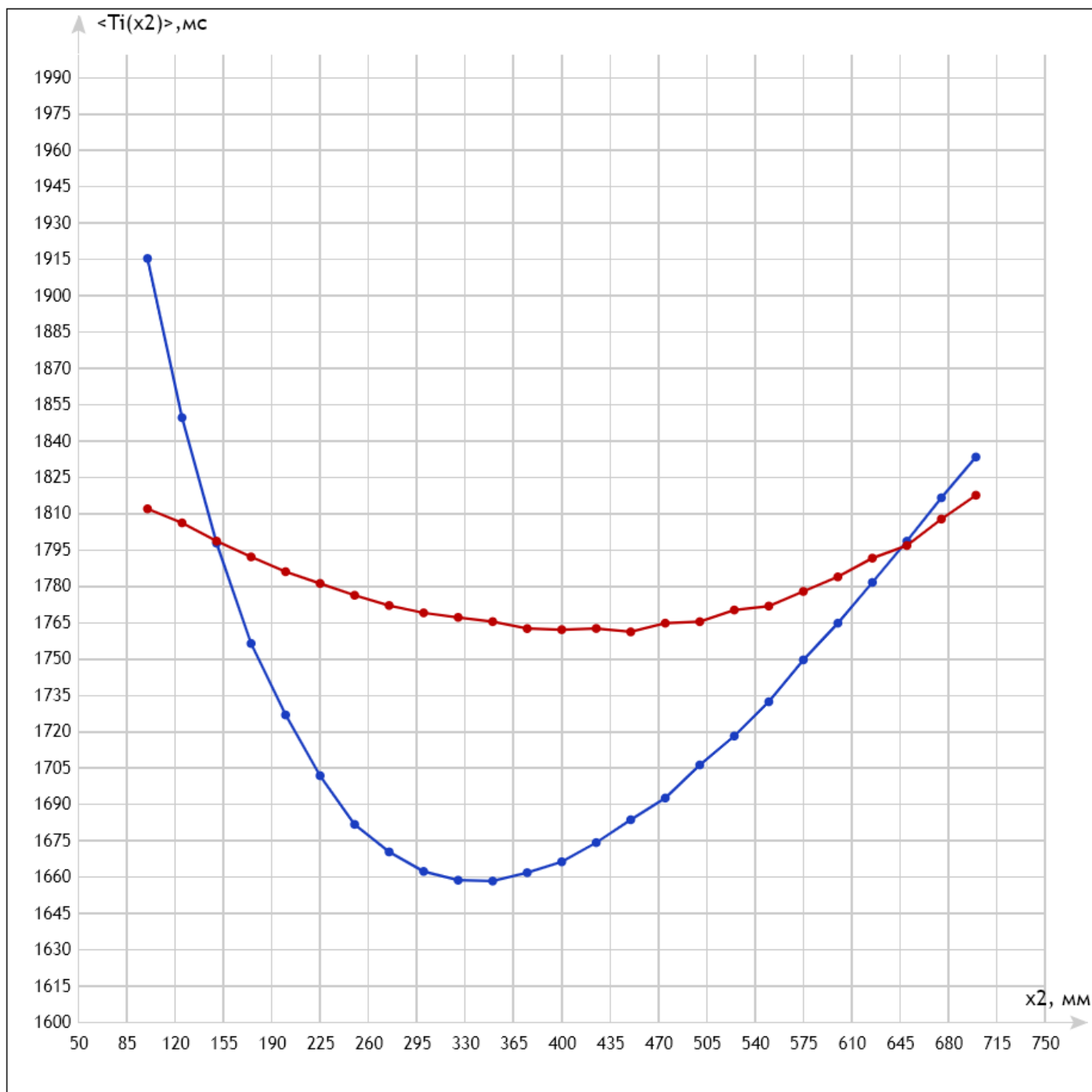
10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений)

$$\epsilon_g = \frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_{\text{np}}}{l_{\text{np}}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2 * 0,1}{1798,05}\right)^2 + \left(\frac{1}{800}\right)^2} \approx 0,00125$$

$$\Delta g = \epsilon_g * g = 0,0123 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

Графики зависимостей $\langle T_1(x_2) \rangle$ и $\langle T_2(x_2) \rangle$



$\langle T_1(x_2) \rangle$ — синий график

$\langle T_2(x_2) \rangle$ — красный график

12. Окончательные результаты.

1) $g = 9,769 \pm 0,012 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, $\delta_g = 0,125\%$

2) Графики зависимостей $\langle T_1(x_2) \rangle$ и $\langle T_2(x_2) \rangle$

13. Выводы и анализ результатов работы.

- 1) Полученное ускорение свободного падения, даже с учетом погрешности, отличается от значения ускорения свободного падения Земли на каждой из широт. Это можно объяснить тем, что измерения проводились не на реальной физической модели, а на виртуальной установке.
- 2) Весомый вклад в погрешность ускорения свободного падения вносит погрешность приведенной длины, так как, хоть период и входит в формулу ускорения свободного падения во 2 степени, а приведенная длина в 1, но тем не менее относительная погрешность, приведенной длины больше относительной погрешности периода.