

Группа Р3110  
Студент Бавыкин Роман  
Преподаватель Коробков М.П.

Дата и время измерений 11.01.2020 19:00  
Работа выполнена  
Отчет принят

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

### 1. Цель работы.

- Изучить колебательное движение тела на примере оборотного маятника.
- Определить ускорение свободного падения тел.

### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

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

### 3. Объект исследования.

Оборотный маятник Катера.

### 4. Метод экспериментального исследования.

Прямые многократные измерения, построение графиков зависимости, интерполяция значений, вычисление значений и нахождение абсолютной и относительной погрешностей.

### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$\langle T \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i;$$

$$l_{\text{пр}} = x_2 + x'_2;$$

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

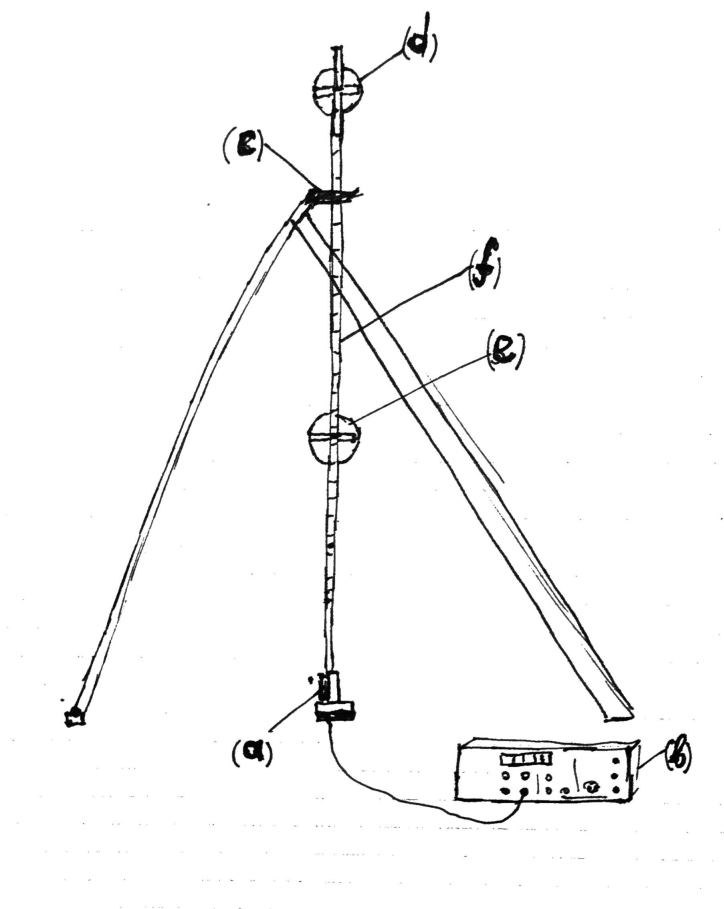
$$\epsilon_g = \frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_{\text{пр}}}{l_{\text{пр}}}\right)^2}.$$

$$\Delta T = 0,1 \text{ мс}; \Delta l_{\text{пр}} = 1 \text{ мм}$$

### 6. Измерительные приборы.

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

7. Схема установки.



- (a) Фотодатчик;
- (b) Электронный секундомер;
- (c) Точка подвеса;
- (d) Тяжелый груз M1;
- (e) Тяжелый груз M2;
- (f) Стальной стержень.

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

№	x2, мм	T1, мс	T2, мс	<T1>, мс	<T2>, мс
1	100	1915.4	1810.4	1916.98	1811.76
2		1916.5	1811.1		
3		1915.7	1813.6		
4		1918.5	1811.3		
5		1918.8	1812.4		
1	125	1850.8	1804.3	1851.3	1804.82
2		1851.8	1805.1		
3		1852.3	1805.7		
4		1850.9	1805.4		
5		1850.7	1803.6		

1		1796.5	1799.8		
2		1799.1	1798.9		
3		1797.6	1798.4		
4		1799.4	1797.7		
5	150	1799.9	1797.5	1798.5	1798.46
1		1755.2	1791.2		
2		1755.5	1791.7		
3		1758.2	1793		
4		1756.7	1792.9		
5	175	1757	1792.2	1756.52	1792.2
1		1724.4	1787		
2		1724	1784.7		
3		1724.4	1788.2		
4		1725.6	1787.8		
5	200	1724.3	1787.2	1724.54	1786.98
1		1702.6	1779.5		
2		1701.9	1779.5		
3		1699.6	1780.5		
4		1701	1781		
5	225	1699.9	1780.5	1701	1780.2
1		1682.7	1774.5		
2		1681	1776.6		
3		1683.8	1778.2		
4		1681.9	1777.4		
5	250	1684.1	1778.8	1682.7	1777.1
1		1671.4	1772.2		
2		1669.8	1770.7		
3		1671.9	1770.4		
4		1669.6	1773.1		
5	275	1672.3	1771.8	1671	1771.64
1		1661.5	1767.8		
2		1663.6	1768.9		
3		1661.7	1769.2		
4		1662.4	1767.9		
5	300	1663.1	1769.2	1662.46	1768.6
1		1658.1	1764.2		
2		1659.8	1768.6		
3		1660	1766.2		
4		1659.5	1765.4		
5	325	1660.4	1765.8	1659.56	1766.04
1		1659.2	1762.3		
2		1657.4	1766.3		
3		1658.1	1763.8		
4		1660.4	1765.8		
5	350	1659.6	1766.7	1658.94	1764.98

1		1661	1764		
2		1661.9	1762.6		
3		1660.9	1764.3		
4		1661.6	1762.6		
5	375	1661.6	1762.8	1661.4	1763.26
1		1665.8	1759.3		
2		1664.6	1763.7		
3		1665	1762.8		
4		1667.7	1760.8		
5	400	1667	1762	1666.02	1761.72
1		1672.7	1762		
2		1673.6	1760.9		
3		1672.8	1762.5		
4		1674.5	1763.2		
5	425	1674.4	1762.3	1673.6	1762.18
1		1681.3	1762.7		
2		1683	1763.1		
3		1682.5	1761.3		
4		1684.6	1761.8		
5	450	1681.6	1762.7	1682.6	1762.32
1		1691.5	1764.9		
2		1692.7	1762.1		
3		1691.8	1763.3		
4		1691.9	1762.7		
5	475	1692.8	1763.7	1692.14	1763.34
1		1706.3	1767		
2		1705.3	1765.1		
3		1707	1765.3		
4		1705.5	1767.2		
5	500	1704.5	1765.6	1705.72	1766.04
1		1718.1	1770		
2		1716.5	1769		
3		1718.6	1768.4		
4		1719.4	1770.1		
5	525	1719.6	1770.1	1718.44	1769.52
1		1731.9	1773.4		
2		1732.4	1772.4		
3		1733.7	1774.6		
4		1735.4	1772.8		
5	550	1735.5	1773	1733.78	1773.24
1		1746.9	1778.3		
2		1748.8	1778.3		
3		1748.9	1779.3		
4		1748.1	1776.2		
5	575	1749	1776.3	1748.34	1777.68

1	600	1765.2	1783	1764.6	1784.22
2		1763.4	1783		
3		1765.9	1784.2		
4		1763.8	1785.3		
5		1764.7	1785.6		
1	625	1781.7	1789.3	1781.02	1790.58
2		1780.2	1791.4		
3		1782.6	1791.1		
4		1780.3	1788.7		
5		1780.3	1792.4		
1	650	1797.7	1799.1	1799.3	1798.62
2		1798.3	1798.8		
3		1799.6	1798.8		
4		1800.2	1798.3		
5		1800.7	1798.1		
1	675	1814.9	1805.3	1816.26	1806.26
2		1816.4	1805.8		
3		1814.3	1806.7		
4		1818.4	1805.8		
5		1817.3	1807.7		
1	700	1834.3	1818.6	1834.32	1817.32
2		1834.3	1816.8		
3		1835.5	1815.3		
4		1833.8	1818.5		
5		1833.7	1817.4		

$$\langle T \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N,$$

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

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

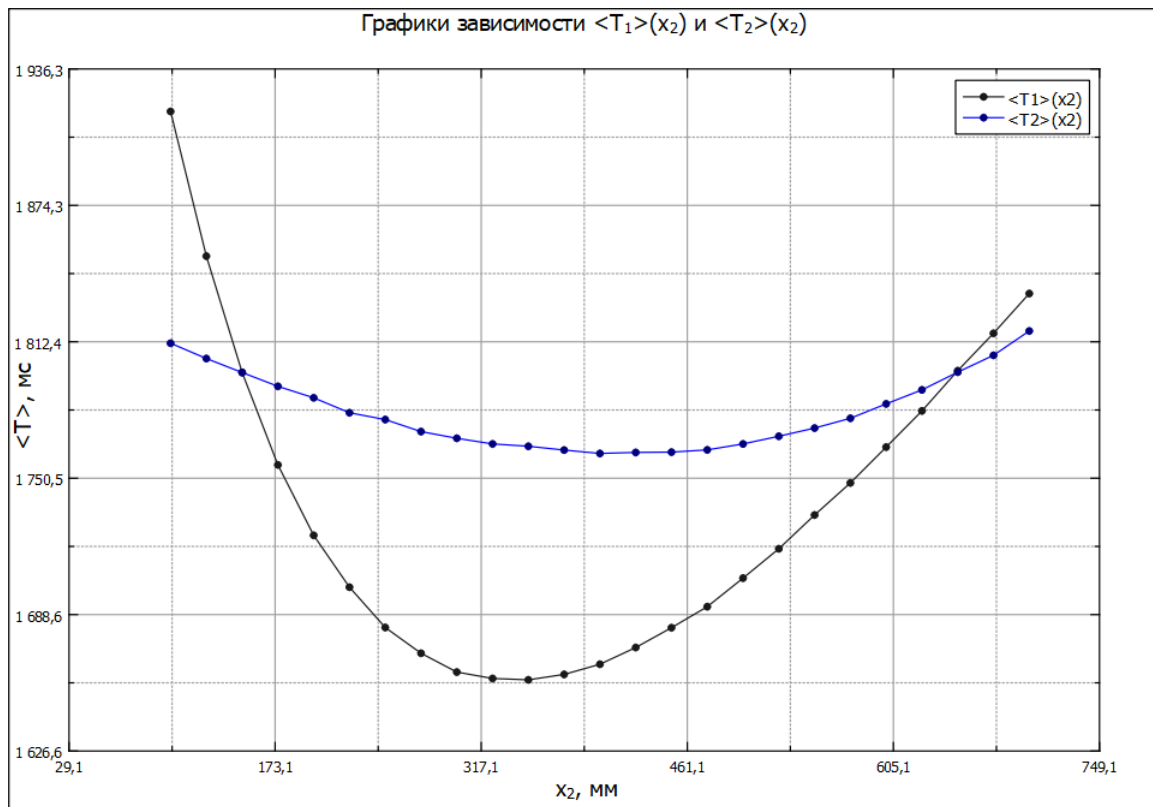
$$g = \frac{4\pi^2 l_{\text{пр}}}{T^2} = 9,762 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

$$\epsilon_g = \sqrt{\left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_{\text{пр}}}{l_{\text{пр}}}\right)^2} = 0,00125$$

$$\Delta_g = \epsilon_g \cdot g = 0,012 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

## 11. Графики.



## 12. Окончательные результаты.

- Графики зависимостей  $\langle T_1(x_2) \rangle$  и  $\langle T_2(x_2) \rangle$
- $g = 9,762 \pm 0,012 \frac{\text{M}}{\text{с}^2}$ ,  $\delta_g = 0,125\%$

## 13. Выводы и анализ результатов работы.

- Найденное ускорение свободного падения, даже с учетом погрешности, не соответствует значению ускорения свободного падения Земли ни на одной из широт. Это объясняется тем, что измерения проводились не на реальной физической модели, а на виртуальной.
- Большой вклад в погрешность ускорения свободного падения вносит погрешность приведенной длины, т.к, хоть период и входит в формулу ускорения свободного падения во 2-ой степени, а приведенная длина - в 1-ой, но относительная погрешность приведенной длины больше относительной погрешности периода в 25 раз.