

Группа <u>Р3110</u> Студент <u>Лебедев Вадим Антонович</u> Преподаватель <u>Коробков Максим Петрович</u> Дата и время измерений <u>27.12.2020 14:16</u> Работа выполнена 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  $< T_1 >$  и  $< T_2 >$ , определить положения  $\mathbf{x}_2$  и  $\mathbf{x}_2'$ , где  $< T_1 > = < T_2 >$ .
  - 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.

$$< T > = rac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} t_i$$
 — рассчет среденего значения.

 $l_{\rm np} = \, x_2 + x_2' - {
m приведенная} \,$ длина.

$$g=rac{4\pi^2 l_{
m np}}{T^2}-$$
 расчет ускорения свободного падения.

$$\epsilon_g = \frac{\Delta_g}{g} = \sqrt{\left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_{
m np}}{l_{
m np}}\right)^2}$$
 — расчет погрешности ускорения свободного падения.

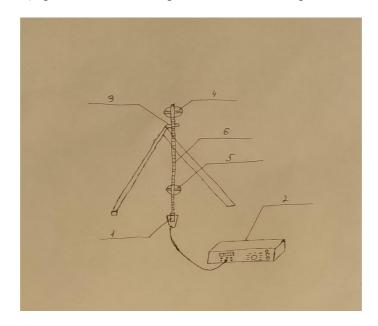
 $\Delta T = 0.1$ мс — абсолютная погрешность периода колебания.

 $\Delta l_{
m np} = 1$ мм — абсолютная погрешность приведенной длины маятника.

6. Измерительные приборы.

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

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



- 1. Фотодатчик.
- 2. Электронный секундомер.
- 3. Точка подвеса.
- 4. Тяжелый груз М<sub>1</sub>.
- 5. Тяжелый груз М2.
- 6. Стальной стрежень.

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

Таблица №1

Nº	х2, мм	Т1, мс	Т2, мс	<Т1>,мс	<Т2>,мс
1		1915,5	1810,1		
2		1916,5	1811,1		
3		1915,4	1813,2		
4		1918,3	1811,3		
5	100	1918,8	1812,4	1916,9	1811,62
1		1850,9	1804,4		
2		1851,7	1805,2		
3		1852,2	1805,7		
4		1850,8	1805,3		
5	125	1850,7	1803,6	1851,26	1804,84
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		1755,3	1791,8		
3		1758,2	1793		
4		1756,6	1792,8		
5	175	1757	1792,4	1756,46	1792,24
1		1724,4	1787		
2		1724,2	1784,6		
3		1724,2	1788,1		
4		1725,5	1787,8		
5	200	1724,3	1787,4	1724,52	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	1	
3		1683,8			
4		1681,9			
5	250	1684,1	1778,8	1682,7	1777,1

				_	
1		1671,6	1772,2		
2		1669,8	1770,4		
3		1671,9	1770,4		
4		1669,3	1773		
5	275	1672,3	1771,8	1670,98	1771,56
1		1661,5	1767,8		
2		1663,6	1768,7		
3					
		1661,6	1769,2		
4		1662,4	1767,6		
5	300	1663,2	1769,2	1662,46	1768,5
1		1658,1	1764,2		
2		1659,7	1768,6		
3		1660	1766,3		
4		1659,5	1765,4		
5	325	1660,5	1765,6	1659,56	1766,02
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	330			1036,34	1704,36
		1661	1764		
2		1661,9	1762,6		
3		1660,8	1764,3		
4		1661,6	1762,7		
5	375	1661,5	1762,8	1661,36	1763,28
1		1665,8	1759,3		
2		1664,5	1763,8		
3		1665	1762,8		
4		1667,3	1760,3		
5	400	1667	1762	1665,92	1761,64
1		1672,7	1762		,
2		1673,5	1760,9		
3					
		1672,8	1762,6		
4	425	1674,2	1763,2	1672 52	1762.2
5	425	1674,2 1674,4	1763,2 1762,3	1673,52	1762,2
5 1	425	1674,2 1674,4 1681,3	1763,2 1762,3 1762,7	1673,52	1762,2
4 5 1 2	425	1674,2 1674,4 1681,3 1683	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1	1673,52	1762,2
4 5 1 2 3	425	1674,2 1674,4 1681,3	1763,2 1762,3 1762,7	1673,52	1762,2
4 5 1 2 3 4	425	1674,2 1674,4 1681,3 1683	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1	1673,52	1762,2
4 5 1 2 3	425 450	1674,2 1674,4 1681,3 1683 1682,5	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3	1673,52 1682,6	1762,2 1762,32
4 5 1 2 3 4		1674,2 1674,4 1681,3 1683 1682,5 1684,6	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8		
1 2 3 4 5		1674,2 1674,4 1681,3 1683 1682,5 1684,6 1681,6	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7		
4 5 1 2 3 4 5		1674,2 1674,4 1681,3 1683 1682,5 1684,6 1681,6 1691,4	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9		
4 5 1 2 3 4 5 1 1 2		1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1682,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1		
4 5 1 2 3 4 5 1 2 2 3 4 4 5	450	1674,2 1674,4 1681,3 1683 1682,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1762,6	1682,6	1762,32
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5		1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1762,6 1763,6		
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 1 2	450	1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1767	1682,6	1762,32
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5	450	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1767 1765,1	1682,6	1762,32
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5	450	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1767 1765,1	1682,6	1762,32
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5	450 475	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8	1763,2 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1767,1	1682,6 1692,08	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1	450	1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8	1763,2 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1767,1 1765,1 1765,2	1682,6	1762,32
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 1 2 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	450 475	1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1765,1 1765,1 1765,2 1767,1	1682,6 1692,08	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 1 2 2 3 4 5 1 1 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1	450 475	1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1765,1 1765,1 1765,2 1767,1 1765,8 1770	1682,6 1692,08	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 1 2 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	450 475	1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1765,1 1765,1 1765,2 1767,1	1682,6 1692,08	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 1 2 3 4 4 5 5 1 1 2 1 2 1 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1	450 475	1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1765,1 1765,1 1765,2 1767,1 1765,8 1770	1682,6 1692,08	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 1 2 3 4 5 1 1 2 3 3 4 5 1 1 1 2 1 2 3 3 3 4 4 5 5 1 1 2 3 3 4 3 4 3 3 4 3 3 4 3 3 3 3 4 3	450 475	1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1763,6 1765,1 1765,1 1765,2 1767,1 1765,8 1770 1769,3	1682,6 1692,08	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 1 2 3 4 4 5 5 1 1 2 1 2 1 2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1762,6 1763,6 1767,1 1765,2 1767,1 1765,2 1767,1 1765,2 1767,1 1765,3 1770,1	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 1 2 3 4 5 5 1 1 2 2 3 3 4 5 5 1 1 1 1 2 2 3 3 4 5 5 5 1 1 1 2 2 3 3 4 5 5 5 5 1 1 1 2 2 3 3 3 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1691,4 1692,9 1691,7 1692,9 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1718,6 1719,4 1719,5 1731,9	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1762,7 1764,9 1762,1 1763,2 1762,6 1765,1 1765,2 1767,1 1765,8 1770,1 1768,3 1770,1 1769,3	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 2 3 4 5 1 2 2 3 4 5 1 2 2 3 3 4 4 5 1 2 2 3 3 4 4 5 1 2 3 3 4 4 5 1 2 3 3 4 4 5 5 1 2 3 3 4 4 5 5 1 2 3 3 4 4 5 5 1 2 3 4 4 5 5 1 2 3 4 4 5 5 1 2 3 4 4 5 5 1 2 3 4 4 5 5 1 2 3 4 4 5 5 1 2 3 4 4 5 5 5 1 2 3 4 4 5 5 5 1 2 3 4 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 5 1 2 3 3 4 5 5 1 2 3 3 5 1 2 3 3 3 4 3 3 4 5 5 1 3 3 3 4 5 5 5 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1718,6 1719,4 1719,5 1731,9	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,6 1763,6 1765,1 1765,1 1765,2 1767,1 1765,8 1770 1768,3 1770,1 1770,1 1770,1	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 2 3 4 5 1 2 2 3 4 5 1 2 2 3 4 5 1 2 2 3 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 2 3 3 4 5 5 1 2 3 3 4 5 5 1 3 3 4 5 5 1 3 3 3 3 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1718,6 1719,4 1719,5 1731,9 1732,4 1733,9	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,6 1763,6 1765,1 1765,1 1765,2 1767,1 1765,8 1770 1768,3 1770,1 1770,1 1770,1 1770,1 1773,3 1772,3	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 2 2 3 3 4 4 5 1 1 2 2 3 3 4 4 5 1 1 2 2 3 4 4 5 1 1 2 3 4 4 5 1 3 4 5 1 1 2 3 4 4 5 1 3 4 5 1 1 2 3 4 3 4 3 4 3 4 3 4 3 4 3 4 3 4 3 4 3	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1719,4 1719,5 1731,9 1732,4 1733,9 1735,4	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,6 1763,6 1765,1 1765,1 1765,2 1767,1 1765,8 1770,1 1769,3 1770,1 1770,1 1770,1 1770,1 1773,3 1770,1 1773,3	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28 1766,04
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 2 2 3 3 4 5 1 1 2 2 3 3 4 5 1 1 2 3 3 4 5 1 3 4 5 1 5 1 5 1 1 2 3 3 4 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5 1 5	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1719,4 1719,5 1731,9 1732,4 1733,9 1735,4 1735,5	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,6 1765,1 1765,2 1765,1 1765,2 1767,1 1765,8 1770,1 1770,1 1770,1 1773,3 1770,1 1773,3 1774,6	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 1 2 2 3 3 4 5 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1719,4 1719,5 1731,9 1732,4 1733,9 1735,4 1735,5 1746,8	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,6 1765,1 1765,2 1765,1 1765,2 1767,1 1768,3 1770,1 1770,1 1770,3 1770,1 1770,3 1770,4 1772,3 1774,6	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28 1766,04
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 2 3 3 4 5 1 1 2 2 3 3 4 5 1 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1719,5 1731,9 1732,4 1733,9 1735,4 1746,8 1746,8 1748,7	1763,2 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,7 1764,9 1762,1 1763,6 1765,1 1765,1 1765,2 1767,1 1765,8 1770,1 1770,1 1770,1 1770,3 1770,1 1770,3 1770,4 1774,6 1774,6	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28 1766,04
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 1 2 3 3 4 5 5 1 1 2 2 3 3 4 5 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 1 1 2 2 3 3 3 4 4 5 5 1 1 2 2 3 3 3 4 3 4 5 5 1 1 2 2 3 3 3 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1719,5 1731,9 1732,4 1733,9 1735,5 1746,8 1748,7	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,1 1763,2 1762,6 1763,6 1765,1 1765,2 1765,1 1765,2 1767,1 1765,3 1770,1	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28 1766,04
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5 1 1 2 3 4 5 5 1 1 2 3 4 5 1 1 1 2 1 2 1 1 2 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1	450 475 500 525	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1706,2 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1719,5 1731,9 1732,4 1735,5 1746,8 1748,7 1748,7 1748,1	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,1 1763,2 1762,6 1763,6 1765,1 1765,2 1767,1 1765,2 1767,1 1765,3 1770,1	1682,6 1692,08 1705,98 1718,4	1762,32 1763,28 1766,04 1769,5
4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 5 1 2 3 4 5 5 1 1 2 2 3 3 4 5 5 1 1 2 2 3 3 4 5 5 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 1 1 2 2 3 3 3 4 4 5 5 1 1 2 2 3 3 4 3 4 5 5 1 1 2 2 3 3 4 3 4 5 5 1 3 3 4 5 5 1 1 2 3 3 4 3 4 5 5 1 3 1 3 4 3 4 5 5 1 3 1 3 4 5 5 1 3 1 3 3 4 5 5 1 3 1 3 1 3 3 3 3 4 3 3 3 3 3 4 3 3 3 3	450 475 500	1674,2 1674,4 1681,3 1683, 1682,5 1684,6 1681,6 1691,4 1692,9 1691,7 1691,9 1692,5 1705,7 1707,3 1705,8 1704,9 1718,1 1716,4 1719,5 1731,9 1732,4 1733,9 1735,5 1746,8 1748,7	1763,2 1762,3 1762,7 1763,1 1761,3 1761,8 1762,1 1763,2 1762,6 1763,6 1765,1 1765,2 1765,1 1765,2 1767,1 1765,3 1770,1	1682,6 1692,08 1705,98	1762,32 1763,28 1766,04

1		1765,2	1783		
2		1763,4	1783		
3		1765,1	1784,2		
4		1763,5	1785,3		
5	600	1764,7	1784,7	1764,38	1784,04
1		1781,7	1789,3		
2		1780,2	1791,2		
3		1782,4	1791,1		
4		1780,3	1788,5		
5	625	1780,1	1792,4	1780,94	1790,5
1		1797,6	1799,1		
2		1798,3	1798,8		
3		1799,4	1798,5		
4		1800,2	1798,4		
5	650	1800,7	1798,1	1799,24	1798,58
1		1814,9	1805,3		
2		1816,4	1805,8		
3		1814,3	1806,7		
4		1818,4	1805,8		
5	675	1817,3	1807,7	1816,26	1806,26
1		1834,2	1818,5		
2		1834,6	1816,8		
3		1835,4	1815,2		
4		1833,8	1818,3		
5	700	1833,9	1817,5	1834,38	1817,26

$$\langle T1 \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} t_i = \frac{1915,5 + 1916,5 + 1915,4 + 1918,3 + 1918,8}{5} = 1916,9$$

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

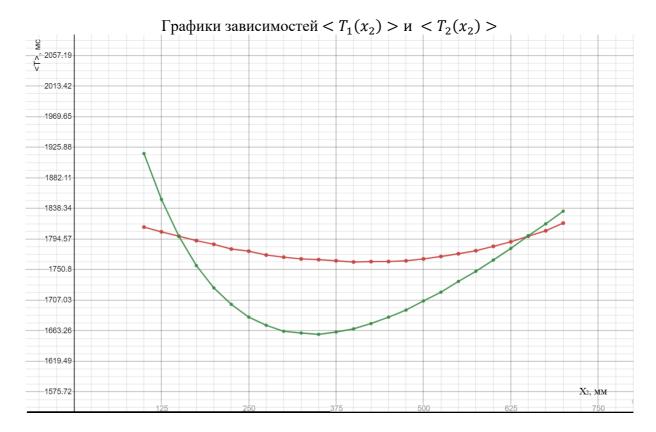
$$l_{\rm np} = x_2 + x_2' = 800$$
мм;  $g = \frac{4\pi^2 l_{\rm np}}{T^2} = \frac{4*3,14^2*0,8}{1798,7^2} = 9,761\frac{\rm M}{{
m c}^2}$ 

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

$$\epsilon_g = \frac{\Delta_g}{g} = \sqrt{\left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l_{\rm np}}{l_{\rm np}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2*0.1}{1798.7}\right)^2 + \left(\frac{1}{800}\right)^2} = 0.00125$$

$$\Delta g = \epsilon_g * g = 0.012 \frac{M}{c^c}$$

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



- 12. Окончательные результаты.
- 1)  $g = 9.761 \pm 0.012 \frac{M}{c^2}$ ,  $\delta_g = 0.125\%$
- 2) Графики зависимостей  $< T_1(x_2) > \mu < T_2(x_2) >$
- 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.