

Группа _____ Р3114 _____

Студент_Лагус М.С.

Преподаватель_Куксова П. А.

Работа выполнена_ 25.05

Отчет сдан _____

Отчет принят _____

Отчет по лабораторной работе 1.05 Исследование колебаний физического маятника

1. Цель работы:
Исследование колебаний физического маятника
2. Задачи, решаемые при выполнении работы.
Изучение характеристик затухающих колебаний физического маятника.
3. Объект исследования.
Затухающие колебания. Маятник Обербека.
4. Метод экспериментального исследования.
Многократные измерения
5. Рабочие формулы и исходные данные.
Таблица 1

Масса каретки	$(47,0 \pm 0,5)$ г
Масса шайбы	$(220,0 \pm 0,5)$ г
Масса грузов на крестовине	$(408,0 \pm 0,5)$ г
Расстояние первой риски от оси	$(57,0 \pm 0,5)$ мм
Расстояние между рисками	$(25,0 \pm 0,2)$ мм
Диаметр ступицы	$(46,0 \pm 0,5)$ мм
Диаметр груза на крестовине	$(40,0 \pm 0,5)$ мм
Высота груза на крестовине	$(40,0 \pm 0,5)$ мм

$$R = l_1 + (n - 1)l_0 + b/2 ,$$

$$I_{гр} = m_{гр} \left(R_{верх}^2 + R_{ниж}^2 + 2R_{бок}^2 \right).$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgl}}.$$

$$l_{\text{пр}} = \frac{I}{ml} = \frac{I_0}{ml} + l.$$

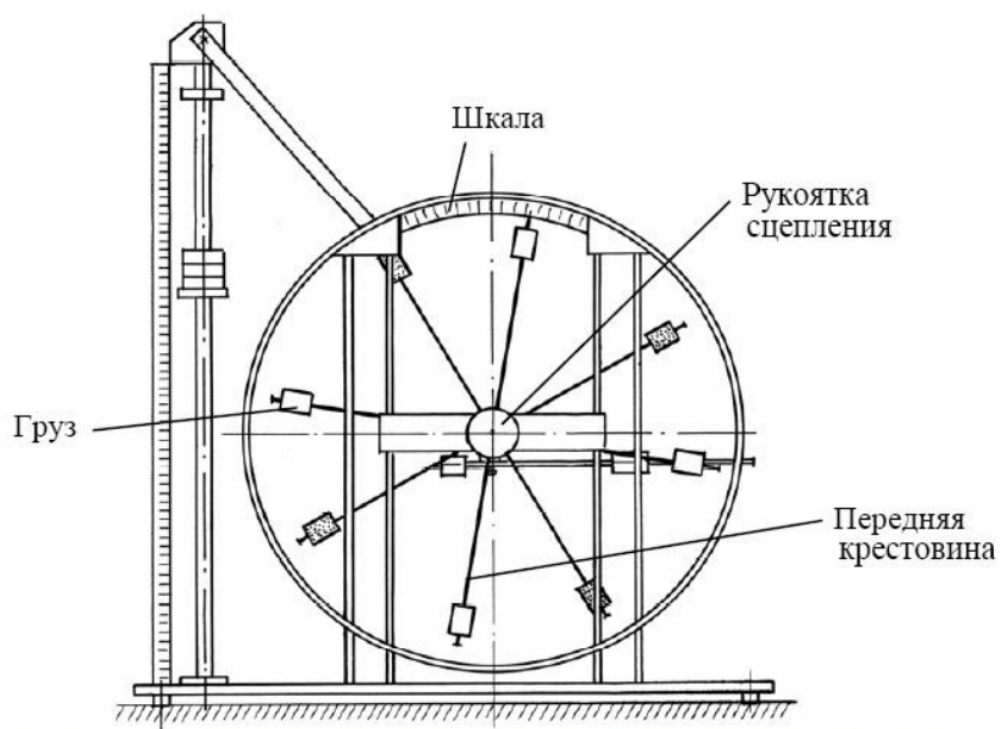
$t_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$	Среднее арифметическое
$b = \frac{\sum(x_i - x_{\text{ср}})(y_i - y_{\text{ср}})}{\sum(y_i - y_{\text{ср}})^2}$	Угловой коэффициент линейной зависимости $y(x) = a + bx$
$a = y_{\text{ср}} - bx_{\text{ср}}$	Свободный член линейной зависимости $y(x) = a + bx$
$\ln \frac{A}{A_0} = -\beta t$	Зависимость $\ln \frac{A}{A_0}$ от t
$\tau = \frac{1}{\beta}$	Время затухания маятника
$R = l_1 + (n - 1)l_0 + \frac{b}{2}$	Расстояние от центра крестовины до центра утяжелителя
$I = m(R_{\text{уп}}^2 + R_{\text{down}}^2 + 2R_{\text{side}}^2)$	Момент инерции грузов
$I = I + I_0$	Полный момент инерции
$ml = \frac{4\pi^2 I}{gT^2}$	Произведение ml
$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$	Приведенная длина маятника
$l = \frac{mI}{l} + l$	Теоретическая приведенная длина маятника

6. Измерительные приборы

Таблица 2

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Секундомер	Для измерения времени	[0; 60] сек	0,005 сек
2	Лабораторный стенд для исследования колебательного движения	Для исследования колебательного движения	[0,60]	

7. Схема установки



8. Результаты прямых измерений и их обработки

Таблица 3

Амплитуда отклонения	25°	20°	15°	10°	5°
время					
t_1	40,28	80,32	144,20	211,5	282,10
t_2	43,80	76,90	140,20	210,1	284,20
t_3	42,50	79,40	142,10	210,5	284,10
t_{cp}	42,19	78,87	142,18	210,7	283,47

Таблица 4

Положение боковых грузов	t_1	t_2	t_3	t_{cp}	T
1 риска	15,68	16,10	16,39	16,06	1,61
2 риска	16,88	16,82	16,70	16,80	1,68
3 риска	18,49	18,28	18,35	18,37	1,84
4 риска	19,78	19,25	19,25	19,43	1,94
5 риска	20,99	20,65	20,35	20,66	2,07
6 риска	22,12	22,17	22,20	22,16	2,22

9. Расчет результатов косвенных измерений

По результатам графика $A(t)$ трение сухое

Расстояние центров верхнего ($R_{\text{верх}}$), нижнего ($R_{\text{ниж}}$) и боковых ($R_{\text{бок}}$) грузов от оси вращения:

$$R_{\text{верх}} = 0,057 + (1-1) * 0,025 + 0,04/2$$

$$R_{\text{ниж}} = 0,057 + (6-1) * 0,025 + 0,04/2$$

Момент инерции для первой риски:

$$I_{\text{гр}} = 0,22 * (0,077^2 + 0,077^2 + 0,202^2) = 0,012$$

Полный момент инерции физического маятника по формуле:

$$I = I_{\text{гр}} + I_0, \text{ где } I_0 - \text{момент инерции ступицы и крестовины, равный}$$

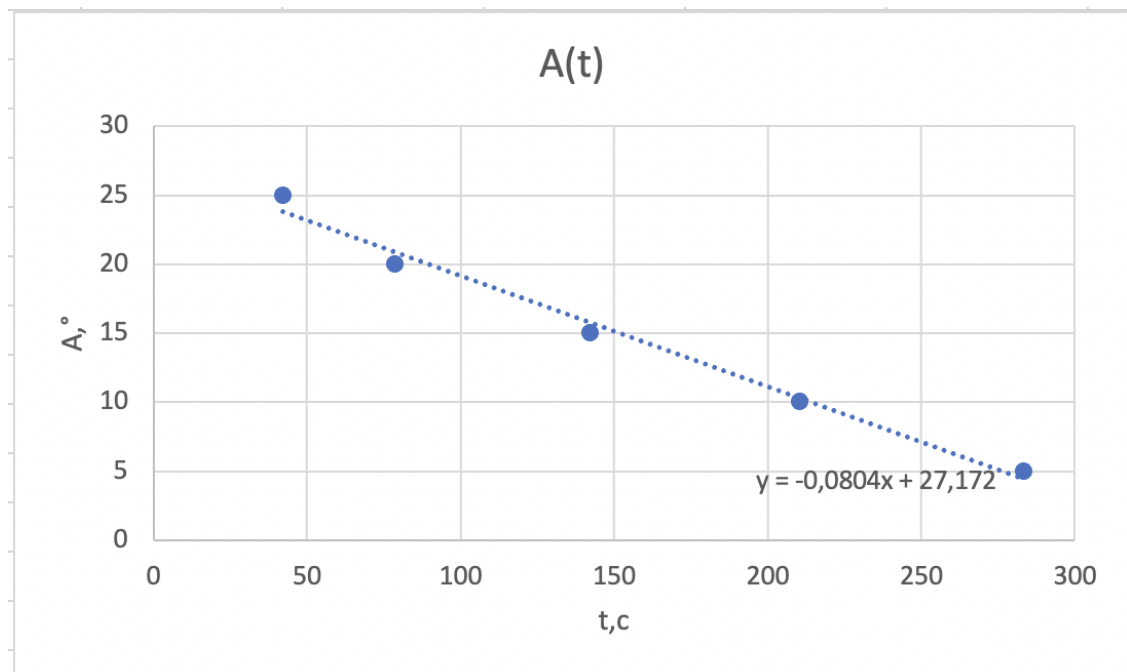
$$8 * 10^{-3} \text{ Н} * \text{м}^2.$$

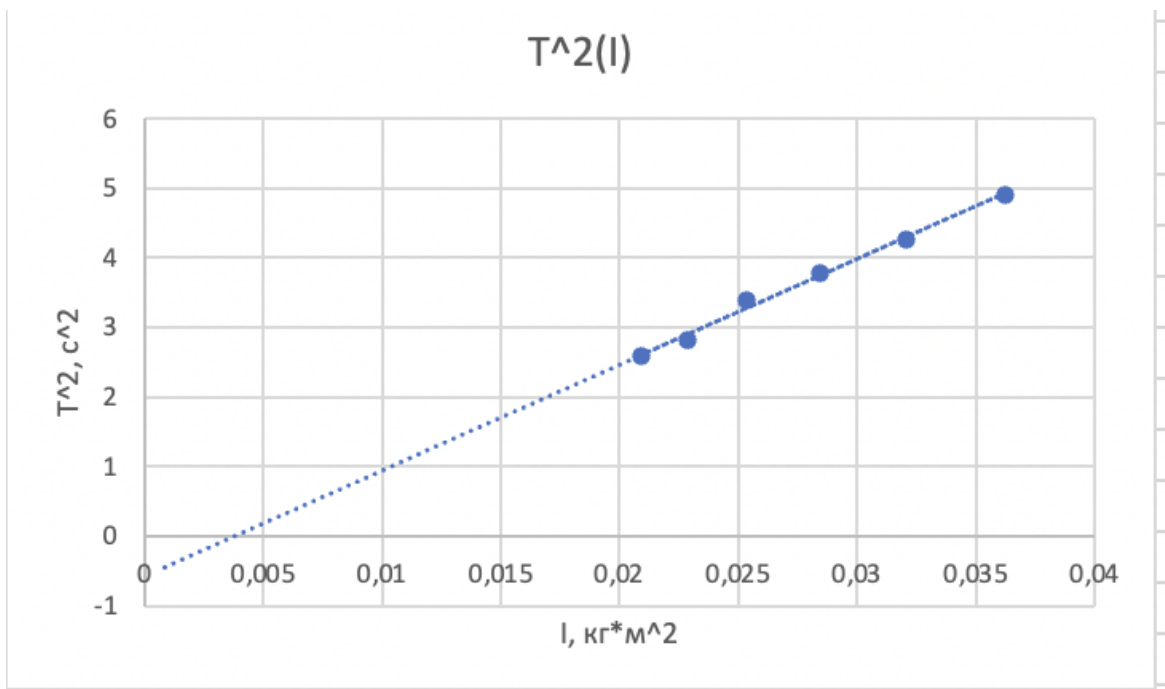
$$ml = \frac{4\pi^2}{10 * 152} = 0,026 \text{ кг} * \text{м}$$

$$l_{\text{теор}} = ml/I = 0,07 \text{ м}$$

риски	1	2	3	4	5	6
$R_{\text{верх}}$	0,077					
$R_{\text{ниж}}$	0,202					
$R_{\text{бок}}$	0,077	0,102	0,127	0,152	0,177	0,202
$I_{\text{гр}}$	0,013	0,015	0,017	0,020	0,024	0,028
I	0,210	0,230	0,250	0,280	0,320	0,360
$L_{\text{пр эксп}}$	0,700	0,720	0,860	0,960	1,082	1,250
$L_{\text{пр теор}}$	0,790	0,870	0,960	1,076	1,210	1,370

10. Графики





11. Окончательные результаты

$\varphi = 0,0201$

$n = 184$

12. Вывод

- 1) В затухании колебаний главную роль сыграло сухое трение с зоной застоя 0,0201. Через 184 периодов, колебания прекратятся.
- 2) Экспериментальная приведенная длина маятника получилась близкой к теоретической
- 3) Вычислил значение $ml = 0,026 \text{ кг} \cdot \text{м}$

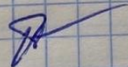
Аппаратура опыта	25°	20°	15°	10°	5°
t_1, c	90,22	80,32	144,20	244,5	200,1
t_2, c	73,8	76,0	140,2	210,1	214,2
t_3, c	42,5	76,8	142,1	210,5	204,1
\bar{t}, c					

$$t_2 = 18,28$$

$$t_3 = 10,35$$

показания барометра	t_1	t_2	t_3	\bar{t}	T
1 пуск	15,68	16,10	16,39		
2 пуск	16,88	16,82	16,70		
3 пуск	18,40	18,28	18,35		
4 пуск	19,78	19,25	19,25		
5 пуск	20,99	20,65	20,35		
6 пуск	22,12	22,17	22,20		

Кондратьева К.
Лавец М.




20.05.22