
Группа Р3211 К работе допущен 26.10.2023

Студент Болорболд Аригуун Работа выполнена 12.12.2023

Преподаватель Коробков Максим Петрович Отчет принят

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1.05

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

1. Цель работы.

Изучение характеристик затухающих колебаний физического маятника.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

Зависимости амплитуды колебаний от времени и квадрата периода от момента инерции

Вывод о преобладающем типе трения

Определение экспериментальной и теоретической приведенной длины маятника при разных его конфигурациях.

3. Объект исследования.

Физический маятник и его колебания.

4. Метод экспериментального исследования.

Замер таких величин, амплитуда отклонения и время колебаний.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

T – период колебаний, R – расстояние центров грузов, I – момент инерции, $l_{\text{пр}}$ – приведённая длина, l_1 – расстояние от оси вращения до первой риски,

l_0 – расстояние между соседними рисками, b – размер груза вдоль спицы,

A_0 – амплитуда в начальный момент времени, β – коэффициент затухания,

m – масса маятника, $m_{\text{гр}}$ – масса груза, $l_{\text{теор}}$ – расстояние от оси вращения до центра масс.

$$R = l_1 + (n - 1)l_0 + b/2 \quad I_{\text{гр}} = m_{\text{гр}}(R_{\text{верх}}^2 + R_{\text{ниж}}^2 + 2R_{\text{бок}}^2) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}}$$

$$I_{\text{пр}} = \frac{I}{ml} = \frac{I_0}{ml} + l \quad \ln \frac{A}{A_0} = -\beta t \quad T = \frac{\bar{t}}{N} \quad I = I_{\text{гр}} + I_0$$

$$m_{\text{гр}} = 408 \text{ г}; l_1 = 57 \text{ мм}; l_0 = 25 \text{ мм}; b = 40 \text{ мм}; \beta = -\frac{\ln \frac{A}{A_0}}{t} = -\frac{\ln \frac{15}{30}}{16,604} \approx 0,0417$$

$$t_1 = 17,8 \text{ (с)}$$

$$t_2 = 23,1 \text{ (с)}$$

$$t_3 = 28,4 \text{ (с)}$$

6. Измерительные приборы.

Таблица 1.

Наименование средства измерения	Предел измерений	Цена деления	Погрешность, $\Delta_{\text{и}}$
Шкала	60°	1°/дел.	1°
Секундомер

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

Работа выполняется на универсальном стенде (рис. 4).

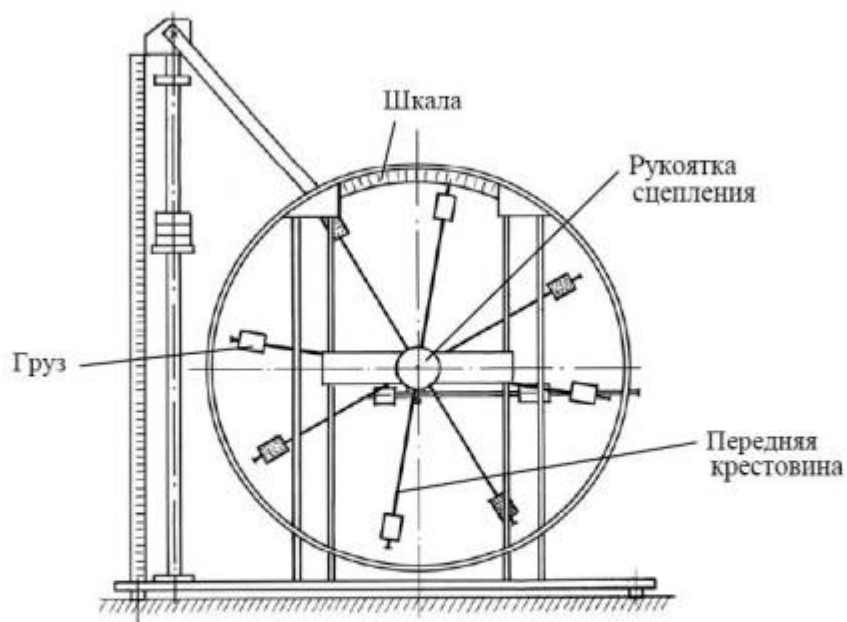


Рис. 4. Универсальный стенд

В работе используется передняя крестовина.

Угол отклонения маятника отсчитывается по шкале в угловых градусах. Время измеряется механическим или электронным секундомером. Характеристики средств измерений привести в табл. 1.

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

Таблица 2.

Амплитуда отклонения, °	25	20	15	10	5
t_1	3,9	9,4	16,6	22,1	31,1
t_2	3,7	9,2	14,7	21,8	30,9
t_3	3,8	9,1	16,4	23,7	32,7
t_{cp}	3,8	9,233333	15,9	22,53333	31,56667

Таблица 3.

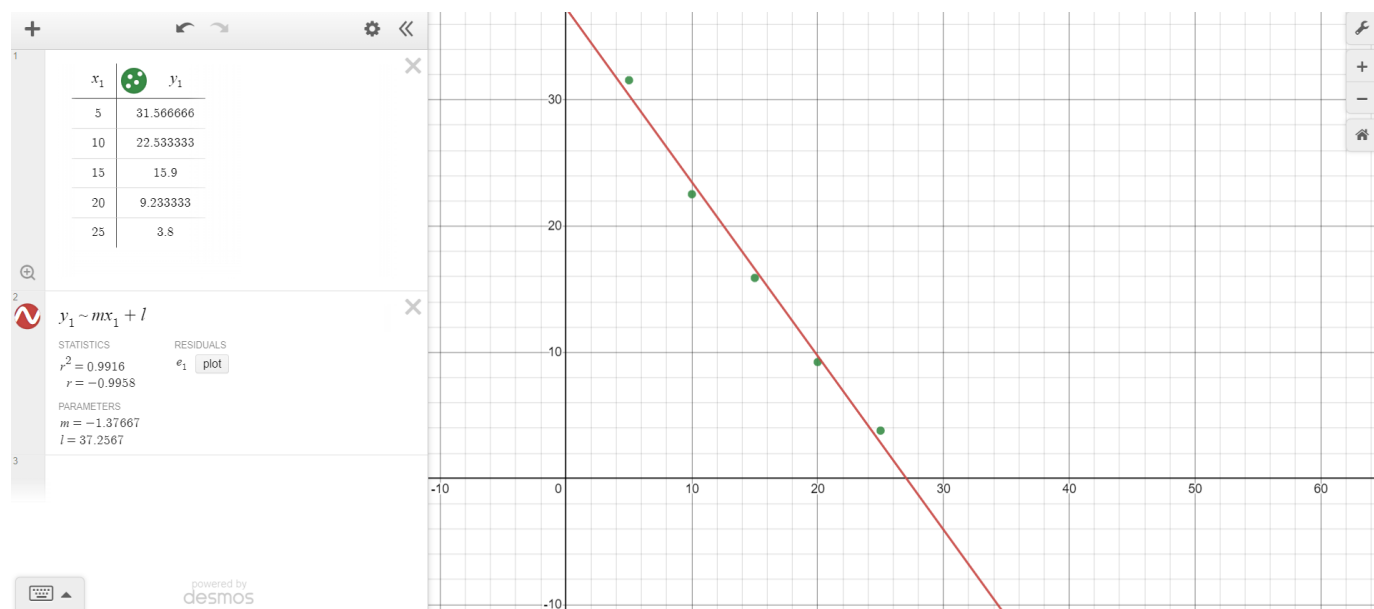
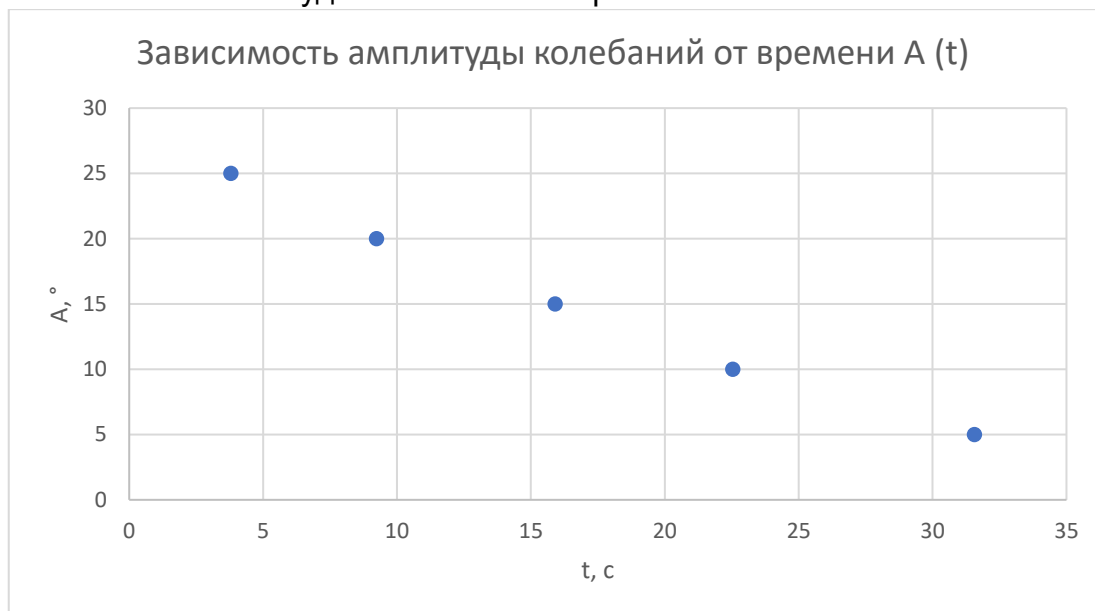
Положение	t_1	t_2	t_3	t_{cp}	T
1 риска	16,2	16,2	16,2	16,2	1,62
2 риски	17,1	17,2	17,1	17,13333	1,713333
3 риски	18,2	18,2	18,2	18,2	1,82
4 риски	19,6	19,5	19,7	19,6	1,96
5 рисков	20,9	20,9	20,9	20,9	2,09
6 рисков	22,6	22,6	22,5	22,56667	2,256667

Таблица 4.

Риски	1	2	3	4	5	6
R _{верх}	77					
R _{ниж}	202					
R _{бок}	77	102	127	152	177	202
I _{гр}	23905,13	27556,73	32228,33	37919,93	44631,53	52363,13
I	23905,14	27556,74	32228,34	37919,94	44631,54	52363,14
I _{при эсп}	0,664768	0,743574	0,839041	0,973089	1,106453	1,289957
I _{пр теор}	379446,6	437408,5	511560,9	601903,7	708437,1	831160,9

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

График зависимости амплитуды колебаний от времени.

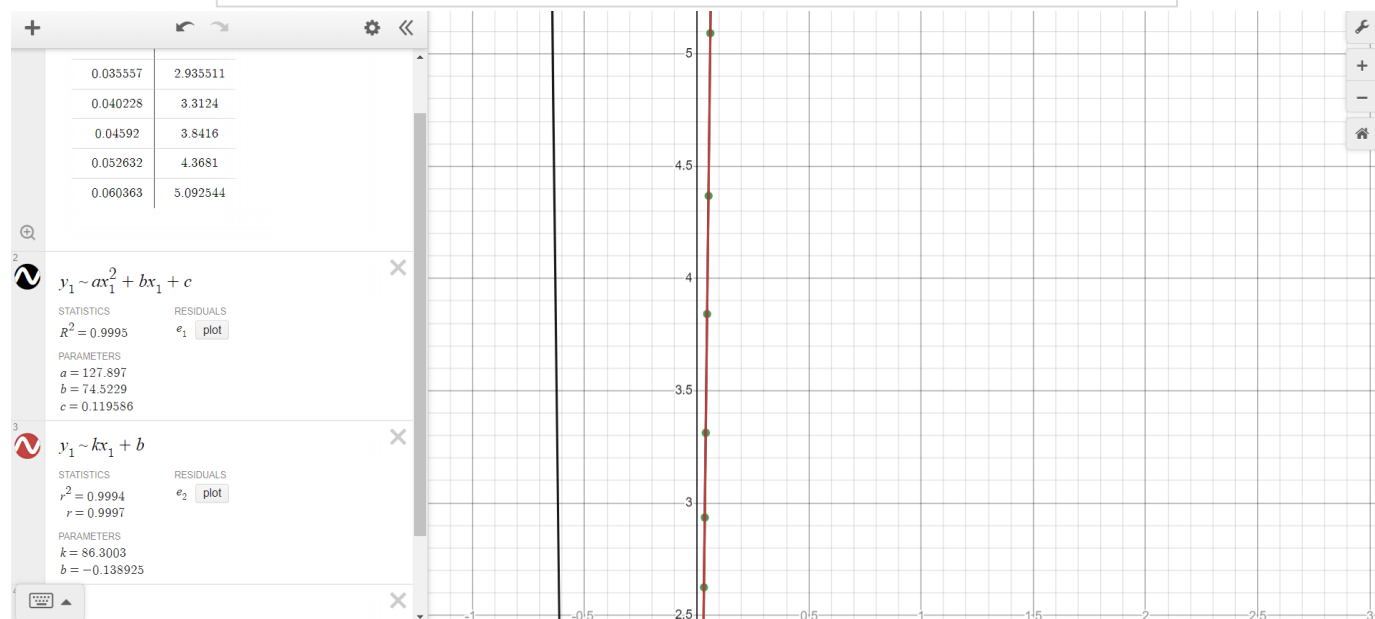
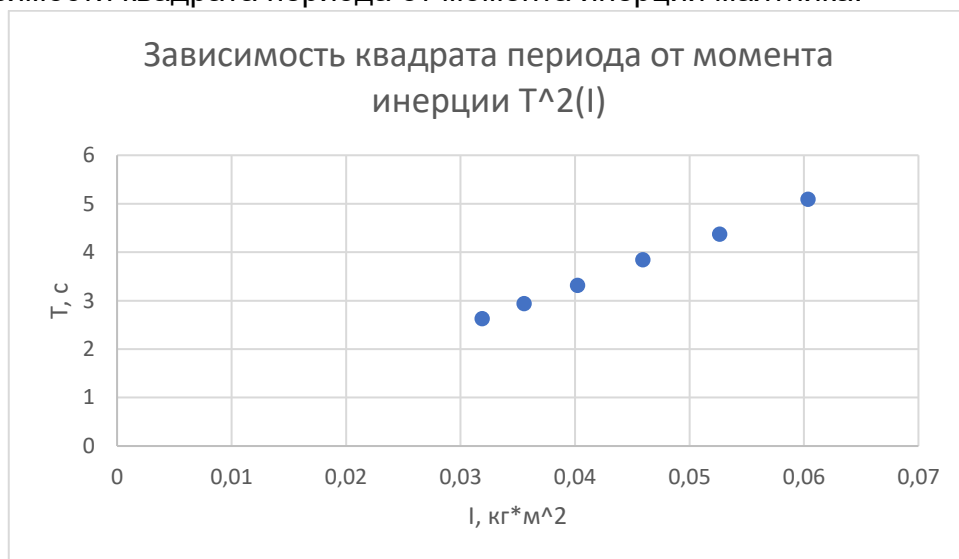


В ходе проб и ошибок выяснилось, что больше всего подходит полиномиальное распределение.

Полиномиальное: $R^2 = 0,9993$, линия тренда: $0,0204762x^2 - 1,99095x + 40,84$

Линейное: $r = -0.9958$, линия тренда: $-1,37667x + 37.2567$

График зависимости квадрата периода от момента инерции маятника.

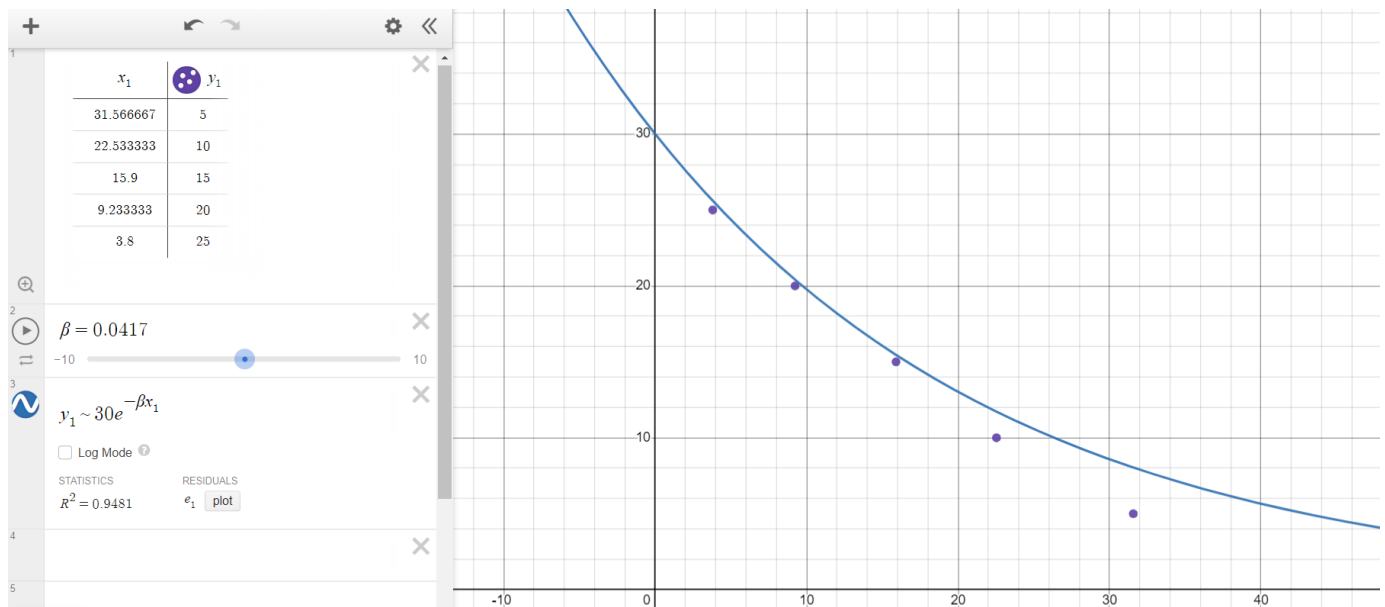


В ходе проб и ошибок выяснилось, что больше всего подходит полиномиальное распределение.

Полиномиальное: $R^2 = 0,9996$, линия тренда: $127,897x^2 - 74,5229x - 0,119586$

Линейное: $r = 0.9997$, линия тренда: $86,3003x - 0,138925$

График зависимости убывания амплитуды $\ln \frac{A}{A_0} = -\beta t$ при наличии вязкого трения (амплитуда убывает по экспоненциальному закону $A = A_0 e^{-\beta t}$)



10. Окончательные результаты.

$$l_{\text{пр эксп}} = 9,36 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$l_{\text{пр теор}} = 7,05 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

11. Выводы и анализ результатов работы

В ходе проведения и оформления этой лабораторной работы мы узнавали и изучали много информации про маятниковое колебание и влияющих сил, как разные типы трения, масса груза и расстояния от опоры до груза. По графике $A(t)$ невозможно сделать конкретный вывод, так как наши данные не подчиняется никакому простому закону. Причиной этого может являться разные факторы, как человеческая ошибка и смешанный тип трения. И если сравнить полученные результаты, то можно сделать вывод о том, что существенного различия между полученного и теоретического расстояния почти отсутствует.