Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский  
Университет ИТМО

 Факультет программной инженерии и компьютерной техники

**Лабораторная работа №5**

По физике  
  
Исследование колебаний физического маятника

*Выполнили*:

Студенты

Волкова Ирина  
Павличенко София

Тараненко Максим

*Преподаватель:*

Пулькин Николай Сергеевич

1. **Цели работы.**

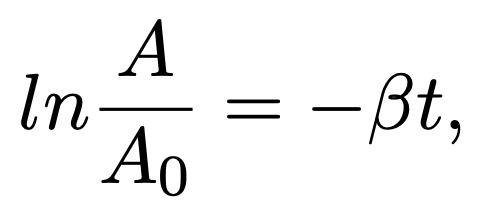
1. Изучение характеристик затухающих колебаний физического маятника.

1. **Задачи, решаемые при выполнении работы.**
2. Измерение периода затухающих колебаний.
3. Определение зависимости амплитуды затухающих колебаний физического маятника от времени.
4. Определение зависимости периода колебаний от момента инерции физического маятника.
5. Определение преобладающего типа трения.
6. Определение экспериментальной и теоретической приведенных длин маятника при его разных конфигурациях.
7. **Объект исследования.**  
   Физический маятник
8. **Метод экспериментального исследования.**

* Измерение периода N числа колебаний маятника с разными положениями груза, параллельно отмечая время, когда амплитуда отклонения маятника от равновесного положения будет равна 25, 20, 15, 10 и 5.
* Построение графиков зависимостей амплитуды колебаний от времени и квадрата периода от момента инерции.
* Определение, какой тип трения играет главную роль в затухании колебаний: сухое трение или вязкое.
* Вычисление экспериментальной и теоретической приведенной длины маятника при разных его конфигурациях.

1. **Рабочие формулы и исходные данные.**

Зависимость логарифма отношения амплитуд от времени

****

Зависимость амплитуды колебаний от ширины зоны застоя

**Изображение выглядит как Шрифт, белый, каллиграфия, текст

Автоматически созданное описание**

Расстояния центров грузов от оси вращения

**Изображение выглядит как Шрифт, типография, белый, каллиграфия

Автоматически созданное описание**

Момент инерции грузов

**Изображение выглядит как Шрифт, белый, текст, каллиграфия

Автоматически созданное описание**

Период колебаний маятника от момента инерции

**Изображение выглядит как Шрифт, белый, диаграмма, линия

Автоматически созданное описание**

Приведенная длина маятника от момента инерции

**Изображение выглядит как Шрифт, число, диаграмма, белый

Автоматически созданное описание**

1. **Измерительные приборы.**

*Таблица 1. Характеристики средств измерения*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование  средства измерения | Предел  измерений | Цена деления | Погрешность прибора |
| 1 | Секундомер | 500с | 0.01 с | 5 мс |
| 2 | Шкала | 60∘ | 1∘/дел. | 1∘ |

*Таблица 5. Параметры установки*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметры установки | | |
| 1. | Масса каретки | (47,0 ± 0,5) г |
| 2. | Масса шайбы | (220,0 ± 0,5) г |
| 3. | Масса грузов на крестовине | (408,0 ± 0,5) г |
| 4. | Расстояние от оси до первой риски | (57,0 ± 0,5) мм |
| 5. | Расстояние между рисками | (25,0 ± 0,2) мм |
| 6. | Диаметр ступицы | (46,0 ± 0,5) мм |
| 7. | Диаметр груза на крестовине | (40,0 ± 0,5) мм |
| 8. | Высота груза на крестовине | (40,0 ± 0,5) мм |
| 9. | Расстояние, проходимое грузом (h) | (700,0 ± 0,1) мм |

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

**Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, программное обеспечение

Автоматически созданное описание**

Рис. 1. Стенд лаборатории механики (общий вид)

Общий вид экспериментальной установки изображен на Рис. 1. В состав установки входят:

1. Шкала
2. Груз
3. Рукоятка сцепления
4. Передняя крестовина
5. **Результаты прямых измерений и их обработки (*таблицы, примеры расчетов*).**

Замеры времени 10 колебаний маятника

|  |  |
| --- | --- |
| t1 | 18,28 |
| t2 | 17,93 |
| t3 | 18,47 |

N = 10

*Таблица 2*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Амплитуда отклонения Время, с. | 30∘ | 25∘ | 20∘ | 15∘ | 10∘ | 5∘ |
| t1 | 0 | 5,05 | 6,95 | 10,7 | 16,31 | 21,8 |
| t2 | 0 | 4,69 | 6,85 | 10,44 | 16,14 | 22,26 |
| t3 | 0 | 4,87 | 7,11 | 10,69 | 16,18 | 22,09 |
| ***t*¯** | 0 | 4,87 | 6,97 | 10,61 | 16,21 | 22,05 |

Из графика зависимости A(t) (график ближе к экспоненте) видно, что в нашем случае имеет место быть вязкое трение.

*Таблица 3*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Положение боковых грузов | t1 | t2 | t3 |  | **T** |
| 1 риска | 16,32 | 15,81 | 16,17 | 16,1 | 1,61 |
| 2 риски | 17,09 | 17,12 | 16,94 | 17,05 | 1,71 |
| 3 риски | 18,47 | 18,28 | 18,24 | 18,33 | 1,83 |
| 4 риски | 19,78 | 19,55 | 19,37 | 19,57 | 1,96 |
| 5 рисок | 20,83 | 20,79 | 20,79 | 20,80 | 2,08 |
| 6 рисок | 22,41 | 21,99 | 21,91 | 22,10 | 2,21 |

1. **Расчет результатов косвенных измерений (*таблицы, примеры расчетов*).**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **t** | **А** | **ln(A/A0)** |
| 0 | A0 = 0,1 | 0,000 |
| 4,87 | 0,09 | -0,105 |  |  |
| 6,97 | 0,07 | -0,357 |
| 10,61 | 0,05 | -0,693 |
| 16,21 | 0,04 | -0,916 |
| 22,05 | 0,02 | -1,609 |

= 0.1

0,00273

367

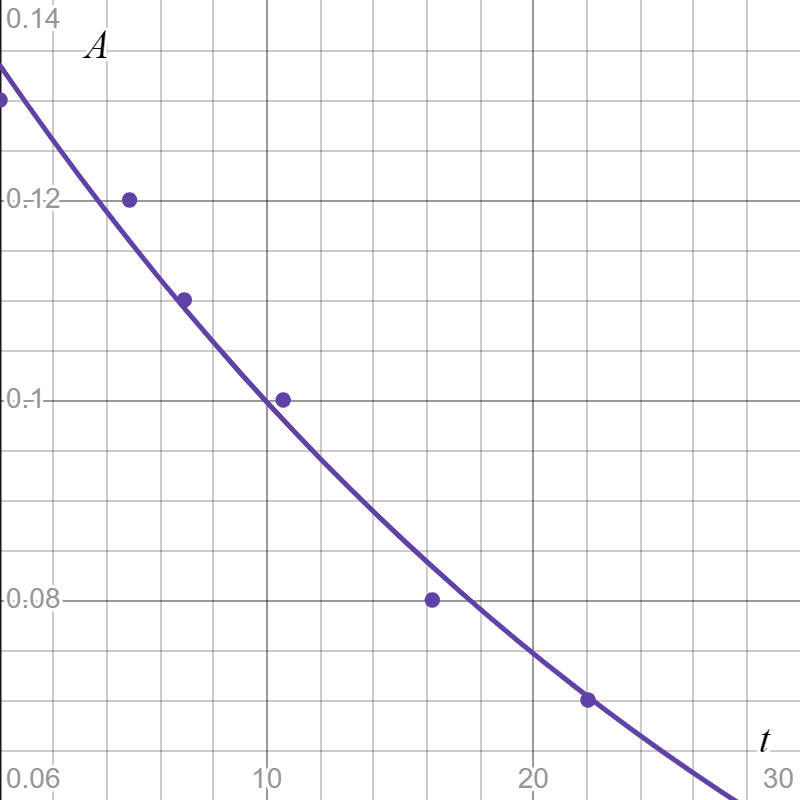
*Таблица 4*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Риски | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Rверх | 0,077 | | | | | |
| Rнижн | 0,202 | | | | | |
| Rбок | 0,077 | 0,102 | 0,127 | 0,152 | 0,177 | 0,202 |
| Iгр | 0,024 | 0,028 | 0,032 | 0,038 | 0,045 | 0,052 |
| I | 0,032 | 0,036 | 0,040 | 0,046 | 0,053 | 0,060 |
| lпр эксп | 0,643 | 0,722 | 0,834 | 0,950 | 1,074 | 1,213 |
| lпр теор | 0,648 | 0,722 | 0,817 | 0,932 | 1,069 | 1,226 |

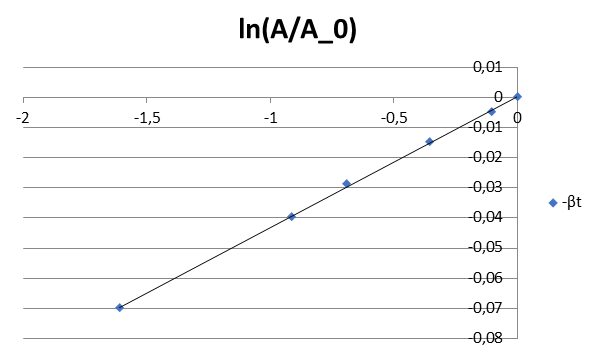
*Iгр1 = mгр(Rверх 2 + Rниж 2 + 2Rбок 2 ) = 0,408\*(0,0772 + 0,2022 + 2\*0,0772)0,024*

*I1 = Iгр1 + I0 = 0,024 + 0,008 = 0,032*

1. **Графики (*перечень графиков, которые составляют Приложение 2*).**



*Рис. 1 – График зависимости амплитуды от времени*



*Рис. 2 – График, соответствующий формуле*

*Рис. 3 – График зависимости квадрата периода от момента инерции*

1. **Окончательные результаты.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Риски | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| lпр эксп | 0,643 | 0,722 | 0,834 | 0,950 | 1,074 | 1,213 |
| lпр теор | 0,648 | 0,722 | 0,817 | 0,932 | 1,069 | 1,226 |

1. **Выводы и анализ результатов работы.**

В ходе выполнения лабораторной работы были экспериментально изучены характеристики затухающих колебаний физического маятника. При помощи последовательного измерения времени, когда амплитуда колебаний уменьшалась до 25∘, 20∘ и т. д., был составлен график зависимости амплитуды колебаний от времени (см. рисунок 1), который, как оказалось, имеет экспоненциальный вид – соответственно, в данных колебаниях преобладает именно вязкое трение, а не сухое, причём коэффициент затухания β = 0,00273 с-1, а время затухания θ = 367 с. Кроме того, были определены экспериментальные lпр эксп и теоретические lпр теор значения приведенной длины, представленные в последних столбцах на таблице 4.