

Маятник с пружиной № 3

Масса груза m , кг		Жесткость пружины k , Н/м	
	$\omega_0, \text{с}^{-1}$	$T, \text{с}$	θ
Теоретическое значение			
Экспериментальное значение	_____		

Маятник с пружиной № 4

Масса груза m , кг		Жесткость пружины k , Н/м	
	$\omega_0, \text{с}^{-1}$	$T, \text{с}$	θ
Теоретическое значение			
Экспериментальное значение	_____		

Маятник с пружиной № 5

Масса груза m , кг		Жесткость пружины k , Н/м	
	$\omega_0, \text{с}^{-1}$	$T, \text{с}$	θ
Теоретическое значение			
Экспериментальное значение	_____		

Выводы: _____

Отчет по лабораторной работе МодК – 02

ЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ

Студент(ка) _____ гр. _____
Фамилия И.О.

ДОПУСК	ДАННЫЕ	РЕЗУЛЬТАТЫ

дата, подпись преподавателя дата, подпись преподавателя дата, подпись преподавателя

Цель работы: изучение характеристик затухания свободного колебательного движения. Определение коэффициента затухания, логарифмического декремента, добротности.

Краткое теоретическое содержание работы

1. Затухающие свободные колебания:

Затуханием колебаний называется _____

Такие колебания описываются дифференциальным уравнением вида:

Вещественное решение этого уравнения:

$$s(t) = \quad \text{или } s(t) =$$

$$\omega^2 = \quad ; \quad A(t) =$$

где β – _____ ω_0 – _____

ω – _____ φ_0 – _____

A_0 – _____

Временем релаксации называют _____

$$\tau =$$

Периодом затухающих колебаний называют _____

© ТПУ, 2022

$T =$
 Логарифмическим декрементом затухания называется _____

$\theta =$
 Добротность колебательной системы характеризует _____

и пропорциональна _____

$Q =$

2. Затухающие колебания пружинного маятника:

Пружинным маятником называется _____

На тело в этом случае действуют две силы: _____ и

Частота собственных колебаний пружинного маятника $\omega_0 =$

Зная массу m и радиус тела R на пружине, а также вязкость среды η , можно теоретически рассчитать коэффициент затухания:

$\beta_T =$

Экспериментально, измерив координаты x положения маятника в максимумах и минимумах графика, коэффициент затухания вычисляется:

$\beta_3 =$ _____ и $\beta_3 =$ _____

Логарифмический декремент затухания в этом случае:

$\theta_3 =$

Добротность колебательной системы:

$Q_3 =$

• Относительная погрешность δ коэффициента затухания:

$\delta \equiv \frac{\Delta\beta}{\beta_{cp}}$, где $\delta = \sqrt{(\delta\beta_{сл})^2 + (\overline{\delta\beta_0})^2} =$

• Относительная погрешность в процентах:

$\delta \cdot 100\% =$

• Абсолютная погрешность $\Delta\beta$ коэффициента затухания:

$\Delta\beta = \beta_{cp} \cdot \delta =$

• Окончательный результат эксперимента:

$\beta_{экспер} = \beta_{cp} \pm \Delta\beta =$

Сравнение теоретических и экспериментальных значений характеристик затухающих колебаний

Коэффициент затухания β , c^{-1}

Теоретическое значение	Экспериментальное значение	
	β_{cp} (из расчетов)	β_{cp} (из графика)

Маятник с пружиной № 1

Масса груза m , кг		Жесткость пружины k , Н/м	
----------------------	--	-----------------------------	--

	Частота собственных колебаний ω_0 , c^{-1}	Период затухающих колебаний T , с	Логарифмический декремент θ	Добротность Q
Теоретическое значение				
Экспериментальное значение	_____			

Маятник с пружиной № 2

Масса груза m , кг		Жесткость пружины k , Н/м	
----------------------	--	-----------------------------	--

	ω_0 , c^{-1}	T , с	θ	Q
Теоретическое значение				
Экспериментальное значение	_____			

Обработка результатов проводится по данным из таблицы значений для маятника с пружиной № 5.

- **Среднее квадратичное отклонение (дисперсия)**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\beta_{cp} - \beta_i)^2}{n(n-1)}} =$$

количество измерений $n = 4$, среднее значение коэффициента затухания β_{cp} и β_i – из таблицы значений для маятника с пружиной №5.

- **Средняя относительная погрешность однократных измерений**
Значения для вычисления погрешности берутся из таблицы значений для маятника с пружиной №5.

	Время прохождения <i>min</i> или <i>max</i> t , с	$\frac{\Delta t_{np}}{t}$	Координата тела в <i>min</i> или <i>max</i> x , см	$\frac{\Delta x_{np}}{x}$	$\delta\beta_0$
1					
2					
3					
4					
Средняя относительная погрешность $\overline{\delta\beta_0}$:					

цена деления секундомера $\Delta t_{np} = 0,01$ с;

цена деления шкалы $\Delta x_{np} = 0,01$ см;

$$\delta\beta_0 = \frac{\Delta\beta}{\beta} = \alpha \sqrt{(\Delta t_{np}/t)^2 + (\Delta x_{np}/x)^2}.$$

- **Случайная ошибка**

$$\Delta\beta_{сл} = t_{\alpha n} \cdot \sigma =$$

где коэффициент Стьюдента $t_{\alpha n} = 5,84$; $\alpha = 0,99$ ($n = 4$).

- **Случайная относительная погрешность:**

$$\delta\beta_{сл} = \frac{\Delta\beta_{сл}}{\beta_{cp}} =$$

Эксперимент

В данной работе с помощью средств компьютерной графики моделируется процесс затухающего свободного колебания пружинного маятника по закону $x(t) = A_0 e^{-\beta t} \cos \omega t$. Движение происходит **только под действием силы упругости и силы сопротивления среды**. Сила тяжести и все компенсирующие ее силы направлены перпендикулярно направлению движения маятника и не оказывают влияния на движение.

Начальные данные

Вариант № _____

Выбранная среда	Вязкость η , кг/(м·с)	Масса m , кг	Радиус R , м

Начальная амплитуда $A_0 =$ _____ см

№ п/п	Жесткость пружины k , Н/м	Время пяти полных колебаний, с	Период колебаний T , с	Координата тела в минимуме или максимуме, см	Количество периодов от начала движения, когда наблюдался <i>min</i> или <i>max</i>	Время прохождения минимума или максимума, с	Коэффициент затухания β , с ⁻¹	Логарифмический декремент затухания θ	Добротность Q
Маятник с пружиной № 1									
1									
2									
3									
4									
Среднее значение для маятника с пружиной № 1:									
Маятник с пружиной № 2									
1									
2									
3									
4									

№ п/п	Жесткость пружины k , Н/м	Время пяти полных колебаний, с	Период колебаний T , с	Координата тела в минимуме или максимуме, см	Количество периодов от начала движения, когда наблюдался \min или \max	Время прохождения минимума или максимума, с	Коэффициент затухания β , с^{-1}	Логарифмический декремент затухания θ	Добротность Q
Среднее значение для маятника с пружиной № 2:									
Маятник с пружиной № 3									
1									
2									
3									
4									
Среднее значение для маятника с пружиной № 3:									
Маятник с пружиной № 4									
1									
2									
3									
4									
Среднее значение для маятника с пружиной № 4:									
Маятник с пружиной № 5									
1									
2									
3									
4									
Среднее значение для маятника с пружиной № 5:									
Средний коэффициент затухания, с^{-1}									

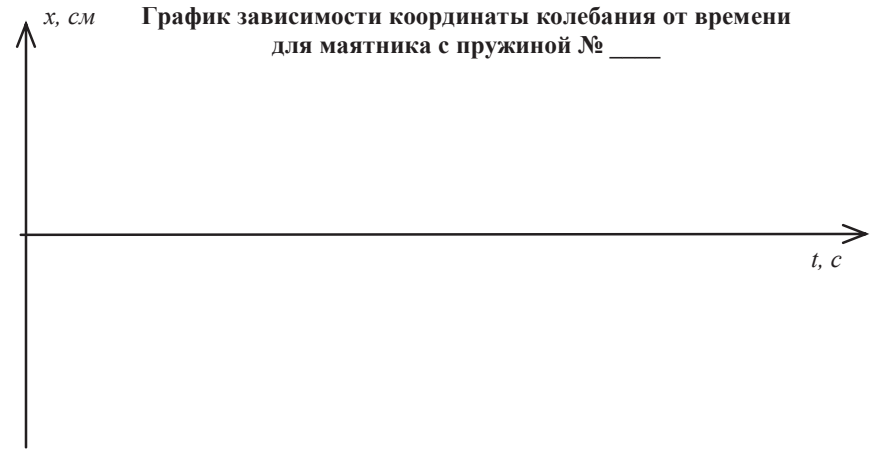
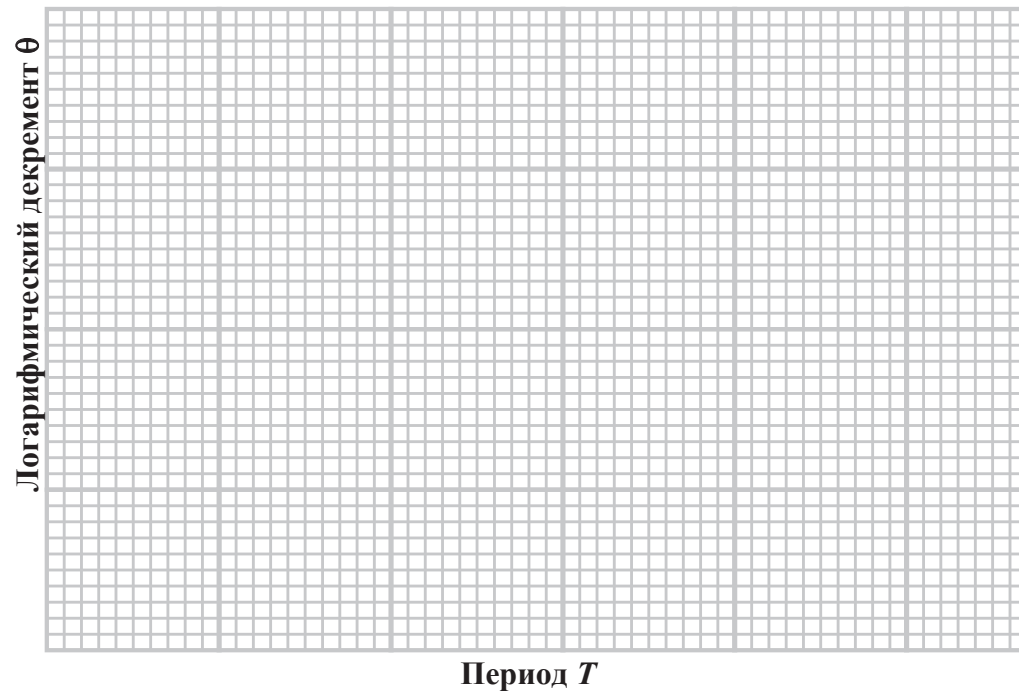


График зависимости логарифмического декремента затухания от периода колебаний



По тангенсу угла наклона графика можно определить коэффициент затухания:

$$\beta_{\text{ср}} =$$