

Отчет по лабораторной работе МодК – 02

ЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ

студента(ки) _____ гр. _____
Фамилия И.О.

ДОПУСК	ДАННЫЕ	РЕЗУЛЬТАТЫ
дата, подпись преподавателя	дата, подпись преподавателя	дата, подпись преподавателя

Цель работы: изучение характеристик затухающего свободного колебательного движения. Определение коэффициента затухания.

Краткое теоретическое содержание работы

1. Затухающие свободные колебания:

Затуханием колебаний называется _____

Такие колебания описываются дифференциальным уравнением вида:

Вещественное решение этого уравнения:

$$s(t) = \quad \text{или} \quad s(t) =$$

где β - ; ω_0 - ;

$\omega^2 =$; ω - ;

φ_0 - ; $A(t) =$;

Временем релаксации называют _____

$$\tau =$$

Периодом затухающих колебаний называют _____

$$T =$$

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 _____.

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

$$\beta_t =$$

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

$$\beta_{\Delta} =$$

$$\text{и } \beta_{\Delta} =$$

Логарифмический декремент затухания в этом случае:

$$\theta_{\Delta} =$$

Добротность колебательной системы:

$$Q_{\Delta} =$$

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 $A_0 = \rule{1cm}{0.4pt}$ см

№ п/п	Жесткость пружины, Н/м	Время пяти полных колебаний, с	Период колебаний, 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, с ⁻¹	Логарифмический декремент затухания	Добротность
Пружина №1									
1									
2									
3									
4									
Среднее значение для пружины №1:									
Пружина №2									
1									
2									
3									
4									

№ п/п	Жесткость пружины, Н/м	Время пяти полных колебаний, с	Период колебаний, 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, с ⁻¹	Логарифмический декремент затухания	Добротность
Среднее значение для пружины №2:									
Пружина №3									
1									
2									
3									
4									
Среднее значение для пружины №3:									
Пружина №4									
1									
2									
3									
4									
Среднее значение для пружины №4:									
Пружина №5									
1									
2									
3									
4									
Среднее значение для пружины №5:									
Средний коэффициент затухания, с ⁻¹									

**График зависимости координаты колебания от времени
для пружины № _____**

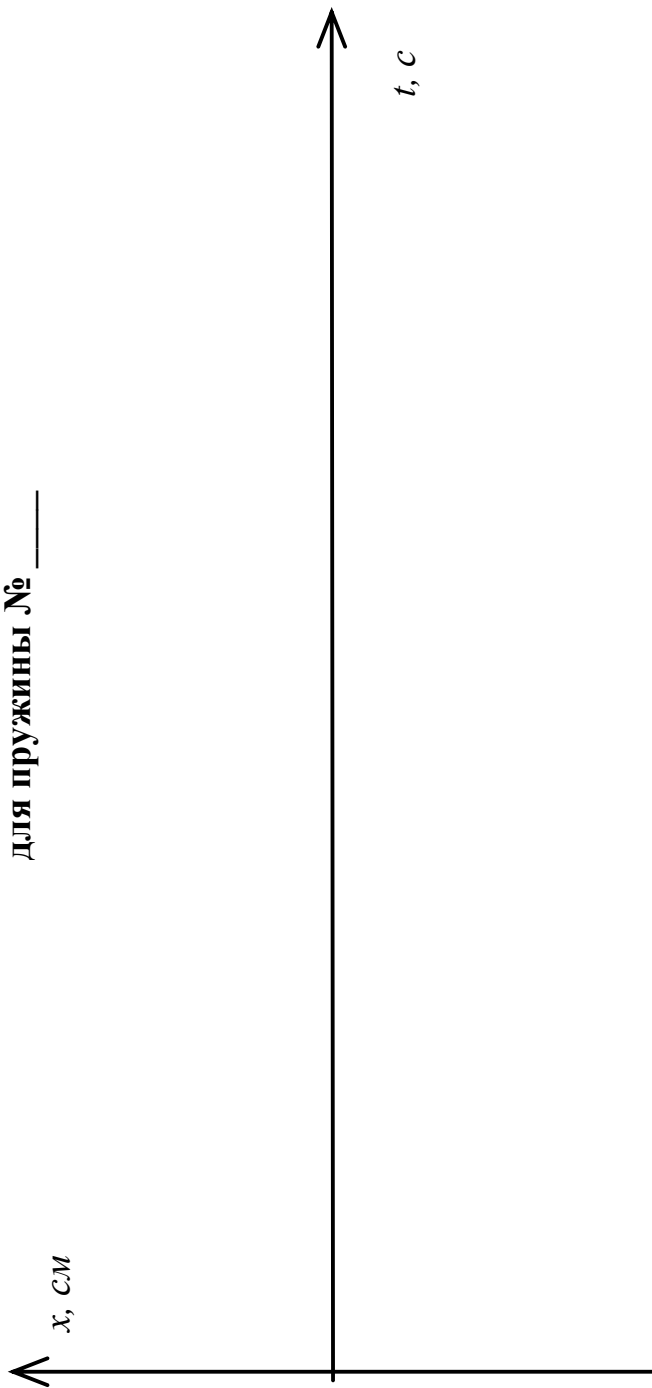
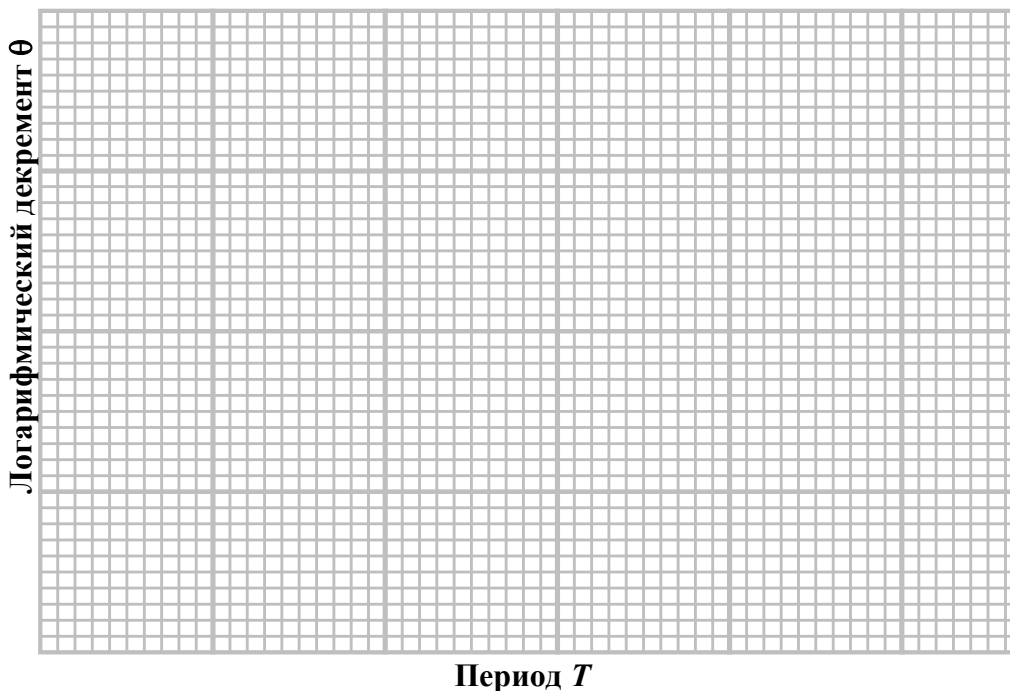


График зависимости логарифмического декремента затухания от периода колебаний



По тангенсу угла наклона графика можно определить коэффициент затухания:

$\beta_{zp} =$

Рассчитанные теоретические и экспериментальные значения коэффициента затухания

	<i>Теоретическое значение</i>	<i>Экспериментальное значение</i>	<i>Из графика</i>
Коэффициент затухания β, с^{-1}			

Обработка результатов проводится по данным из таблицы значений для пружины № 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 пружины №5.

- **Средняя относительная погрешность однократных измерений**
Значения для вычисления погрешности берутся из таблицы значений для пружины №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;

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

- **Случайная ошибка**

$$\Delta\beta_{cl} = t_{ан} \cdot \sigma =$$

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

- **Случайная относительная погрешность:**

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

- **Относительная погрешность δ коэффициента затухания:**

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

- **Относительная погрешность в процентах:**

$$\delta \cdot 100\% =$$

- **Абсолютная погрешность $\Delta\beta$ коэффициента затухания:**

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

- **Окончательный результат эксперимента:**

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

Выводы: _____
