

Среда	1. _____	2. _____	Собственная частота ω_0 , рад/с
	$\Omega_{рез}$, рад/с	$\Omega_{рез}$, рад/с	
Теоретическое значение			
Экспериментальное значение			*

* из графика зависимости начальной фазы установившихся колебаний от частоты вынуждающей силы.

Выводы: _____

Отчет по лабораторной работе МодК – 03

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ

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

ДОПУСК	ДАННЫЕ	РЕЗУЛЬТАТЫ

дата, подпись преподавателя

дата, подпись преподавателя

дата, подпись преподавателя

Цель работы: изучение особенностей вынужденного колебательно-го движения. Построение резонансной кривой. Определение частоты резонанса.

Краткое теоретическое содержание работы

1. Вынужденные механические колебания:

Вынужденными колебаниями называют _____

Если на тело, подвешенное на пружине, действуют *сила упругости*, *сила сопротивления среды* и *внешняя вынуждающая сила*, то согласно 2 закону Ньютона уравнение движения маятника примет вид:

Или в виде неоднородного дифференциального уравнения:

где m – _____ ; β – _____ ;
 $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ – _____ ; F_0 – _____ ;
 Ω – частота, $T = \frac{2\pi}{\Omega}$ – период вынуждающей силы.

Полное решение этого уравнения вынужденных колебаний в зависимости от начальных условий примет вид:

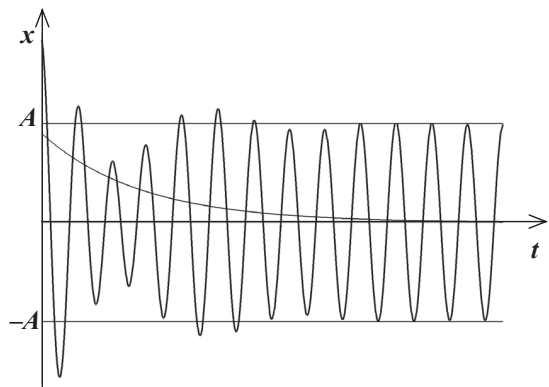
$$x =$$

где амплитуда $A =$ _____

Из решения видно, что вынужденные колебания – сумма двух колебательных движений: _____

и _____

Вид колебательного движения в этом случае выглядит:



Отметьте на рисунке процесс установления колебаний и уже установившиеся колебания, а также этапы колебательного движения

Установившимися колебаниями называют _____

Амплитуда установившихся колебаний описывается выражением:

$$A = \underline{\hspace{2cm}}$$

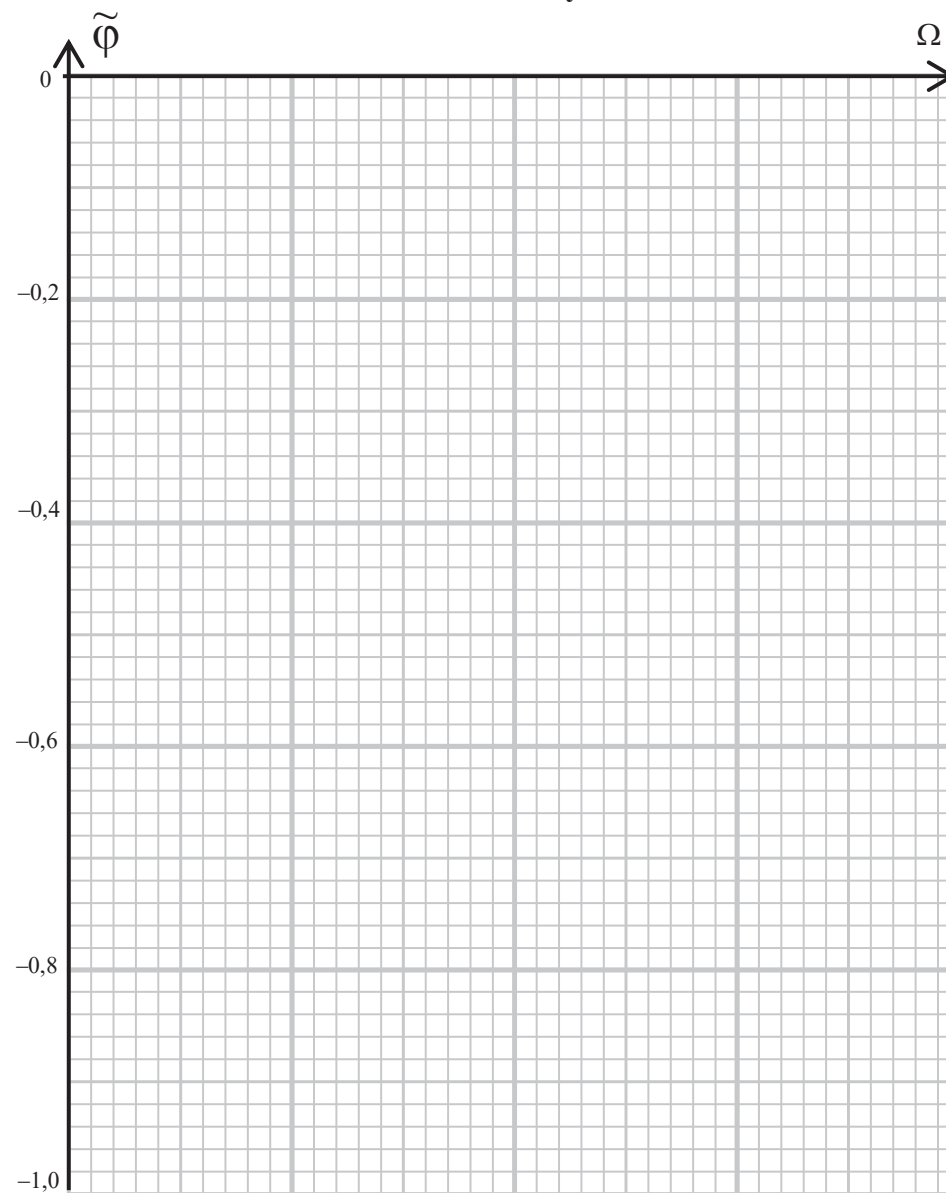
2. Явление резонанса:

Резонансом называют _____

Зависимость амплитуды установившихся колебаний от частоты вынуждающей силы $A = A(\Omega)$ имеет максимум при значении резонансной частоты $\Omega_{рез}$:

$$\Omega_{рез} =$$

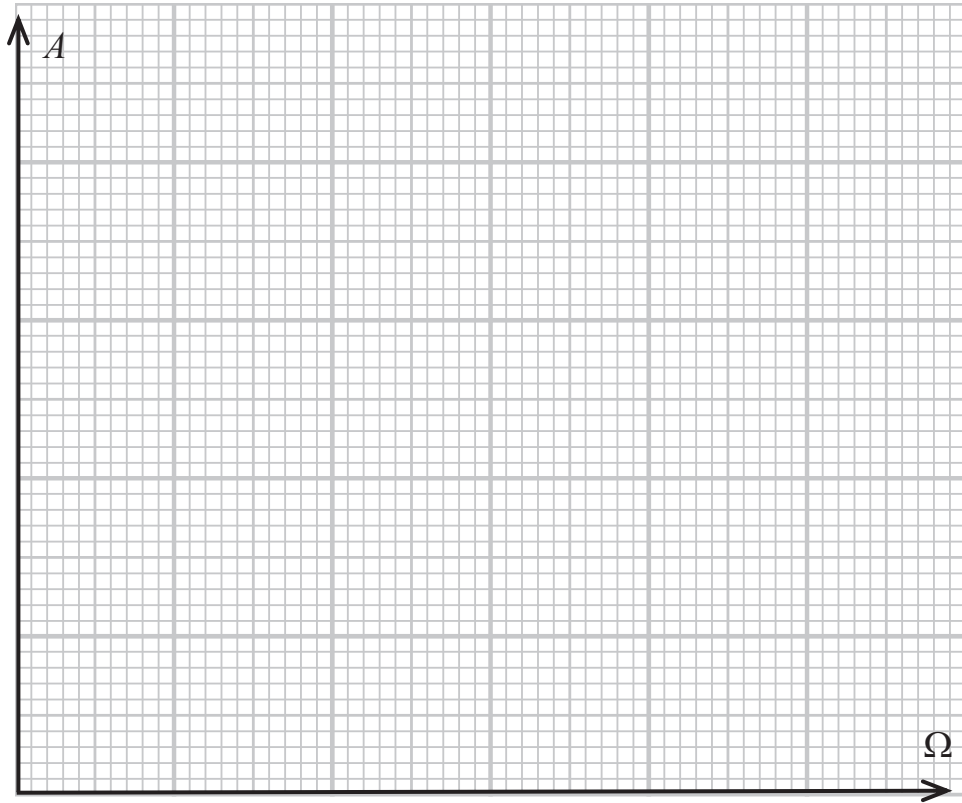
Зависимость начальной фазы установившихся колебаний (разности фаз между затухающими и установившимися колебаниями) $\tilde{\varphi}$ в единицах π от частоты вынуждающей силы Ω



Из графиков: $\omega_0 =$

рад/с.

Зависимость амплитуды установившихся колебаний от частоты вынуждающей силы $A = A(\Omega)$



Из графиков: $\Omega_{рез} =$ рад/с (среда 1);
 $\Omega_{рез} =$ рад/с (среда 2).

3. Начальная фаза установившихся колебаний:

Начальная фаза установившихся колебаний характеризует _____

$\varphi_m =$

Экспериментально фазу установившихся колебаний можно определить, измерив амплитуду A установившихся колебаний и координату маятника $x(t)$ в заданный момент времени, тогда:

$\varphi_0 =$

Эксперимент

В данной работе с помощью средств компьютерной графики моделируется процесс вынужденных колебаний пружинного маятника по закону $x = A_0 e^{-\beta t} \cos \omega t + A \cos(\Omega t + \varphi)$. Движение происходит *под действием силы упругости, силы сопротивления среды и внешней вынуждающей силы*, изменяющейся по гармоническому закону $F(t) = F_0 \cos \Omega t$. Сила тяжести и все компенсирующие ее силы направлены перпендикулярно направлению движения маятника (перпендикулярно плоскости экрана) и не оказывают влияния на движение.

Начальные данные

Вариант № _____

Длительность эксперимента $t =$ _____ с

Выбранная среда	Вязкость η , кг/(м·с)	Масса m , кг	Радиус R , м	Коэффициент жесткости k , Н/м	*Теоретическое значение β_m , с ⁻¹	Собственная частота ω_0 , рад/с	**Резонансная частота $\Omega_{рез}$, рад/с
1.							
2.							

* $\beta_m = \frac{3\pi R}{m} \eta$; ** $\Omega_{рез} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$

Результаты измерений для среды 1

Среда														
Частота вынуждающей силы Ω , рад/с	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0						
* Период вынуждающей силы T , с														
Амплитуда установившихся колебаний A , см														
Конечная координата тела $x(t)$, см														
Полупериод, в котором наблюдалась конечная координата														
** Фаза колебаний в последнем периоде Φ_1 , рад														
***Количество полных периодов от начала движения $n = \frac{1}{T} \left(t - \frac{\Phi_1}{\Omega} \right)$														
Полная фаза колебаний $\Phi(t) = 2\pi n + \Phi_1$, рад														
Разность фаз в единицах π $\tilde{\varphi} = \frac{1}{\pi} (\Phi(t) - \Omega t)$														

* Период $T = \frac{2\pi}{\Omega}$

** Для *первого* полупериода:
 $\Phi_1 = \arccos\left(\frac{x(t)}{A}\right)$

** Для *второго* полупериода:
 $\Phi_1 = 2\pi - \arccos\left(\frac{x(t)}{A}\right)$

*** t – длительность эксперимента

Результаты измерений для среды 2

Среда														
Частота вынуждающей силы Ω , рад/с	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0						
Период вынуждающей силы T , с														
Амплитуда установившихся колебаний A , см														
Конечная координата тела $x(t)$, см														
Полупериод, в котором наблюдалась конечная координата														
Фаза колебаний в последнем периоде Φ_1 , рад														
***Количество полных периодов от начала движения $n = \frac{1}{T} \left(t - \frac{\Phi_1}{\Omega} \right)$														
Полная фаза колебаний $\Phi(t) = 2\pi n + \Phi_1$, рад														
Разность фаз в единицах π $\tilde{\varphi} = \frac{1}{\pi} (\Phi(t) - \Omega t)$														

*** t – длительность эксперимента