



## Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе № 2

Свиридов Фёдор, Александр Слободнюк, Владимир Попов

### «Маятник Поля»

#### Цель работы.

Изучить понятие о резонансной частоте и вынужденных колебаниях.

#### Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Начать колебания и записать процесс на камеру
2. Измерить период и амплитуду, соответствующую данной частоте колебаний
3. Рассчитать значение частоты и амплитуды при резонансе
4. Рассчитать фазовый сдвиг

#### Объект исследования.

Вынужденные колебания, резонанс

#### Метод экспериментального исследования.

1. Измерение амплитуды установившихся колебаний
2. Измерение периода колебаний

#### Рабочие формулы.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (1)$$

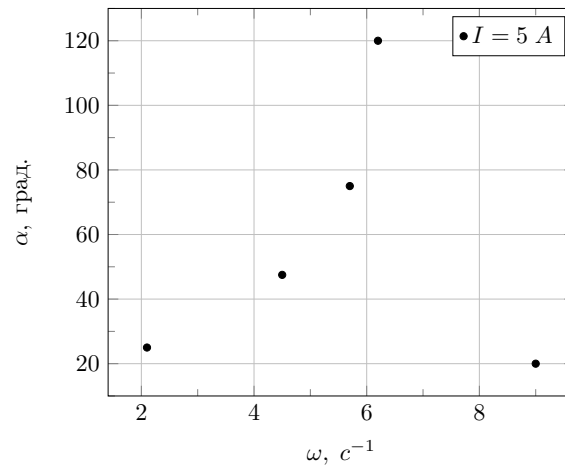
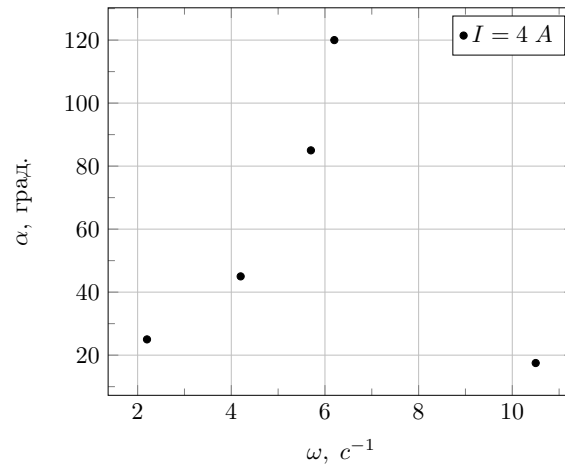
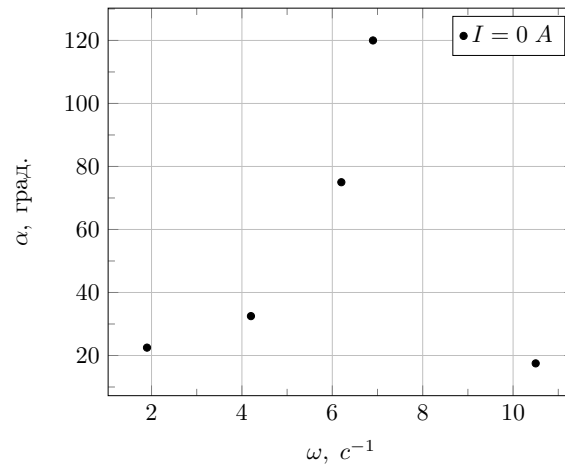
$$\omega_0 = \sqrt{\omega_p^2 + 2\beta^2} \quad (2)$$

$$\Psi = \arctan \frac{-2\beta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad (3)$$

, где  $\omega_0$  - собственная частота колебательной системы

#### Результаты прямых измерений и их обработки.

$I = 0 \text{ A}$				$I = 4 \text{ A}$				$I = 5 \text{ A}$			
$U, \text{ В}$	$\alpha, \text{ град.}$	$T, \text{ с}$	$\omega, \text{ с}^{-1}$	$U, \text{ В}$	$\alpha, \text{ град.}$	$T, \text{ с}$	$\omega, \text{ с}^{-1}$	$U, \text{ В}$	$\alpha, \text{ град.}$	$T, \text{ с}$	$\omega, \text{ с}^{-1}$
1,3	22,5	3,3	1,9	1,3	25	2,9	2,2	1,3	25	3	2,1
2,1	32,5	1,5	4,2	2,1	45	1,5	4,2	2,1	47,5	1,4	4,5
2,8	75	1	6,2	2,8	85	1,1	5,7	2,8	75	1,1	5,7
3	120	0,9	6,9	3	120	1	6,2	3	120	1	6,2
4,3	17,5	0,6	10,5	4,3	17,5	0,6	10,5	4,3	20	0,7	9



### Расчёт результатов косвенных измерений.

К сожалению, полученных данных не хватает для нормальной экстраполяции полученных точек, поэтому для оценки других физических величин будем считать, что для всех трёх опытов:

$$\omega_p \approx 6,3 \text{ (c}^{-1}\text{)}$$

$$\alpha_p = 120 \text{ град.}$$

Из лабораторной работы №1 знаем, что  $\beta_1 \approx 0,1$ ;  $\beta_2 \approx 0,09$ ;  $\beta_3 \approx 0,14$ . Тогда по формуле (2) находим собственную частоту колебательной системы:

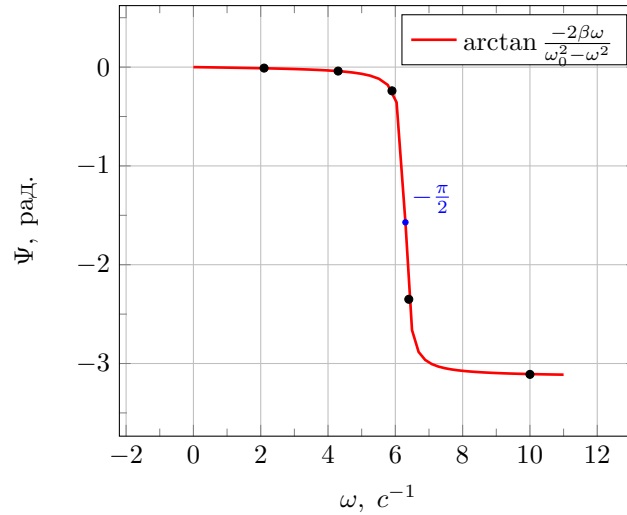
$$\omega_{01} = \sqrt{(6,3)^2 + 2 \cdot (0,1)^2} \approx 6,3 \text{ (c}^{-1}\text{)}$$

$$\omega_{02} = \sqrt{(6,3)^2 + 2 \cdot (0,09)^2} \approx 6,3 \text{ (c}^{-1}\text{)}$$

$$\omega_{03} = \sqrt{(6,3)^2 + 2 \cdot (0,14)^2} \approx 6,3 \text{ (c}^{-1}\text{)}$$

Так как данные были получены с очень маленькой точностью, и поэтому почти не отличаются, для оценки сдвига фазы  $\Psi$  положим  $\beta = 0,1$ ;  $\omega_0 = 6,3$  ( $c^{-1}$ ) и возьмём средние значения частот из трёх опытов.

$\beta$	$\omega_0, c^{-1}$	$\omega, c^{-1}$	$\Psi, \text{рад.}$
0,1	6,3	2,1	-0,01
		4,3	-0,04
		5,9	-0,24
		6,4	-2,35
		10	-3,11



#### Выводы и анализ результатов.

Мы получили амплитудно-резонансную кривую. На основе ней и данных из предыдущей работы была построена фазовая резонансная кривая. К нашему сожалению, проводя опыт, мы допустили ошибку: взяли очень большой шаг напряжения на электродвигатели, в результате чего полученных точек не хватило для нормальной экстраполяции кривой. Также из-за маленькой точности входных данных полученные физические величины практически не отличались друг от друга, поэтому мы усреднили три опыта, чтобы оценить сдвиг фазы. Несмотря на это, полученные результаты согласуются с ожидаемыми: при  $\omega = \omega_0$  сдвиг фазы  $\Psi$  между угловым смещением маятника и вынуждающей силы равен  $-\frac{\pi}{2}$ .