



Лабораторная работа №1

Пружинный маятник

Хафизов Фанис

17 ноября 2019 г.

1 Цель работы

Целью лабораторной работы является экспериментальное изучение колебаний пружинного маятника и ознакомление с методами определения параметров механических колебаний.

2 Схема установки

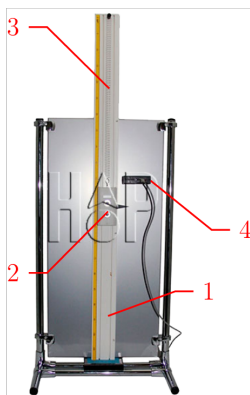


Рис. 1: Схема установки

Лабораторный стенд (рис. 1) включает в себя вертикальную опорную конструкцию с направляющими пазами (1), а также набор пружин и подвижную каретку (2), в отверстии которой может фиксироваться дополнительный груз. К приборам и принадлежностям относятся оптический датчик (4), компьютер с необходимым программным обеспечением, концентратор для подключения датчика к компьютеру.

3 Порядок действий

- 1) Соберем экспериментальную установку и установим оптический датчик на уровнях каретки.
- 2) Отведем каретку на небольшое расстояние и отпустим. Запишем результаты нескольких колебаний на компьютере.
- 3) Повторим эксперимент для каретки с грузиком.
- 4) Для нахождения скорости измерим ширину пластины на каретки $l = 1,4$ см. При каждом перекрытии датчика найдем время прохождения каретки расстояния l и вычислим кинетическую энергию E_k .

4 Таблица данных и графики

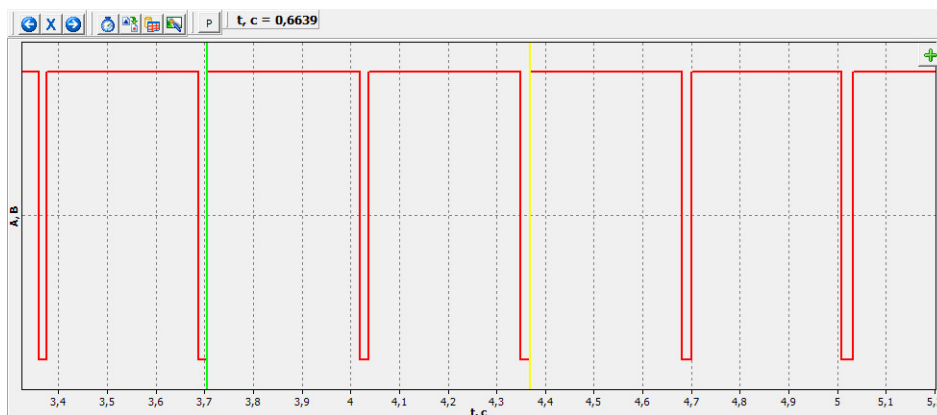


Рис. 2: График для каретки без груза

m , г	M , г
102 ± 2	104 ± 2

Таблица 1: Массы грузов

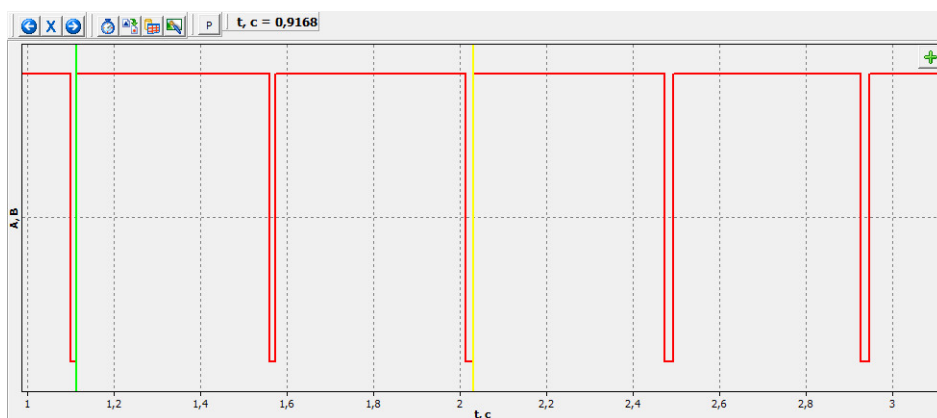


Рис. 3: График для каретки с грузом

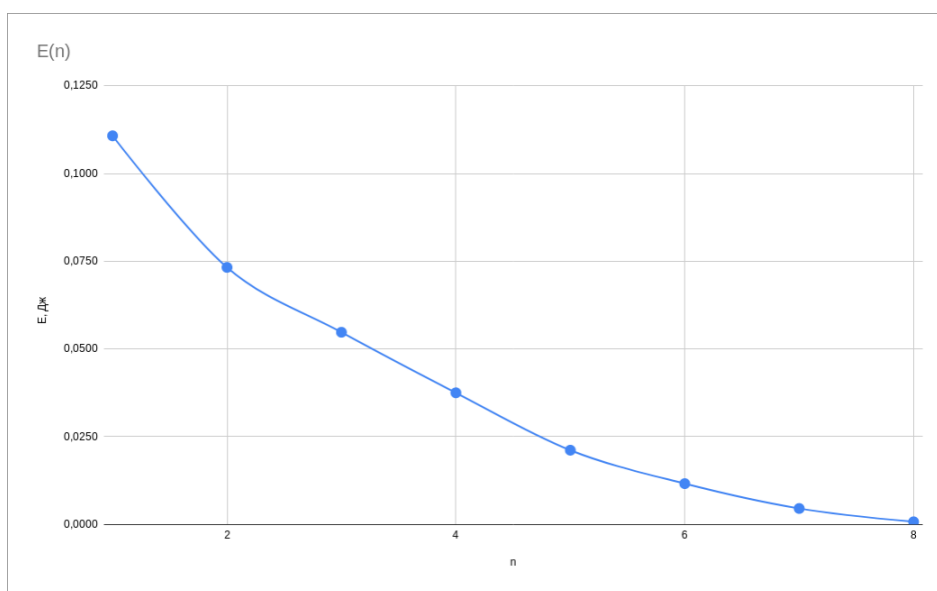


Рис. 4: График зависимости $E_k(n)$

i , номер опыта	Период маятника без груза $T_{i1}, \text{с}$	Средний период маятника без груза $\bar{T}_1, \text{с}$	Период маятника с грузом $T_{i2}, \text{с}$	Средний период маятника с грузом $\bar{T}_2, \text{с}$
1	0,6636	0,6636	0,9155	0,9163
2	0,6651		0,9161	
3	0,6639		0,9158	
4	0,6623		0,9172	
5	0,6631		0,9168	

Таблица 2: Пружина 1

n	t, с	v, м/с	E, Дж
1	0,0135	1,0370	0,1108
2	0,0166	0,8434	0,0733
3	0,0192	0,7292	0,0548
4	0,0232	0,6034	0,0375
5	0,0309	0,4531	0,0211
6	0,0417	0,3357	0,0116
7	0,0668	0,2096	0,0045
8	0,1657	0,0845	0,0007

Таблица 3: Значения скорости и кинетической энергии для каждого прохождения мимо датчика

5 Расчеты

$$\begin{aligned}
\bar{T} &= \frac{\sum_{i=1}^5 T_i}{5} \\
\bar{k} &= \frac{4\pi^2((m+M)-m)}{\bar{T}_2^2 - \bar{T}_1^2} = \frac{4\pi^2 M}{\bar{T}_2^2 - \bar{T}_1^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 0,104}{0,9163^2 - 0,6636^2} = 10,28 \text{ Н/м} \\
\sigma_T &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (T_i - \bar{T})^2}{5 \cdot 4}} \\
\sigma_{T1} &= 0,000462 \text{ с} \\
\sigma_{T2} &= 0,000315 \text{ с} \\
\varepsilon_k &= \varepsilon_M + \varepsilon_{\Delta \bar{T}^2} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta(\bar{T}_2^2 - \bar{T}_1^2)}{(\bar{T}_2^2 - \bar{T}_1^2)} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{((2\sigma_{T1})^2 + \Delta T_1)^2 + ((2\sigma_{T2})^2 + \Delta T_2^2)}{(\bar{T}_2^2 - \bar{T}_1^2)} = \\
&= \frac{0,002}{0,104} + \frac{(2 \cdot 0,000462)^2 + 0,0001^2 + (2 \cdot 0,000315)^2 + 0,0001^2}{0,9163^2 - 0,6636^2} = 0,02 \\
\Delta k &= \bar{k} \cdot \varepsilon_k = 10,28 \cdot 0,02 = 0,21 \text{ Н/м}
\end{aligned}$$

$$v_i = \frac{l}{t_i}$$

$$E_{ki} = \frac{(m+M)v_i^2}{2}$$

6 Результаты

$$k = (10,28 \pm 0,21) \text{ Н/м}, \delta_k = 2\%$$

7 Выводы

Результат получился достаточно точный. Величина относительной погрешности составила всего 2%. Большую часть погрешности составляет приборная погрешность весов при измерении массы груза и каретки. Для увеличения точности эксперимента можно было бы использовать более точные весы и сделать саму установку из более гладких материалов, чтобы уменьшить трение.