



# Лабораторная работа №4

## Маятник Обербека

Хафизов Фанис

24 декабря 2019 г.

## 1 Цель работы

Цель данной лабораторной работы состоит в экспериментальном изучении законов динамики вращательного движения твердого тела от распределения массы относительно неподвижной оси вращения. Момент инерции тела является мерой инертности тела при вращательном движении и аналогичен массе тела при его поступательном движении.

## 2 Схема установки

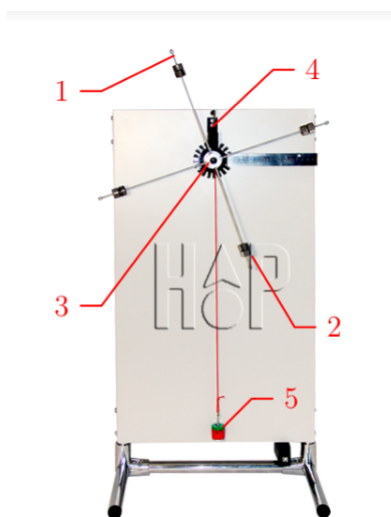


Рис. 1: Схема установки

Маятник Обербека (рис. 1) представляет собой крестовину (1), на вращающейся оси (3), на шкив которой намотана нить с грузиком (5) массой  $m_0$ . На четырех взаимно перпендикулярных стержнях крестовины располагаются четыре подвижных груза (2) массой  $m$  каждый. Под действием силы тяжести груза (5) нить разматывается с оси и вызывает вращательное движение крестовины. На оси крестовины располагается датчик (4) угловой скорости вращения маятника. К приборам и принадлежностям относятся также компьютер с необходимым программным обеспечением и соединительный кабель для подключения датчика угловой скорости к компьютеру.

### 3 Порядок действий

- 1) Соберем экспериментальную установку и разместим грузики на расстоянии  $r_1$ .
- 2) Приведем маятник в движение и запустим измерения.
- 3) Остановим измерения, когда маятник достигнет нижней точки.
- 4) Внесем данные с графика в таблицу на участке, где зависимость линейна.
- 5) Найдем угловой ускорение как угловой коэффициент зависимости  $\omega(t)$ .
- 6) Повторим пп. 1-5, установив грузики теперь на расстоянии  $r_2$ .

### 4 Таблицы данных и графики

Таблица 1: Входные данные

m, г	d, мм	$m_0$ , г	$r_1$ , мм	$r_2$ , мм
$52 \pm 0,5$	$30 \pm 0,5$	$105 \pm 0,5$	$200 \pm 1$	$150 \pm 1$

Таблица 2:

i	$\varepsilon_{i1}$ , с <sup>-2</sup>	$\varepsilon_1$ , с <sup>-2</sup>	$\varepsilon_{i2}$ , с <sup>-2</sup>	$\varepsilon_2$ , с <sup>-2</sup>	$J_c$ , кг·м <sup>2</sup>
1	1,45	1,44	2,31	2,32	$1,253 \cdot 10^{-3}$
2	1,41		2,29		
3	1,43		2,31		
4	1,45		2,34		
5	1,45		2,34		

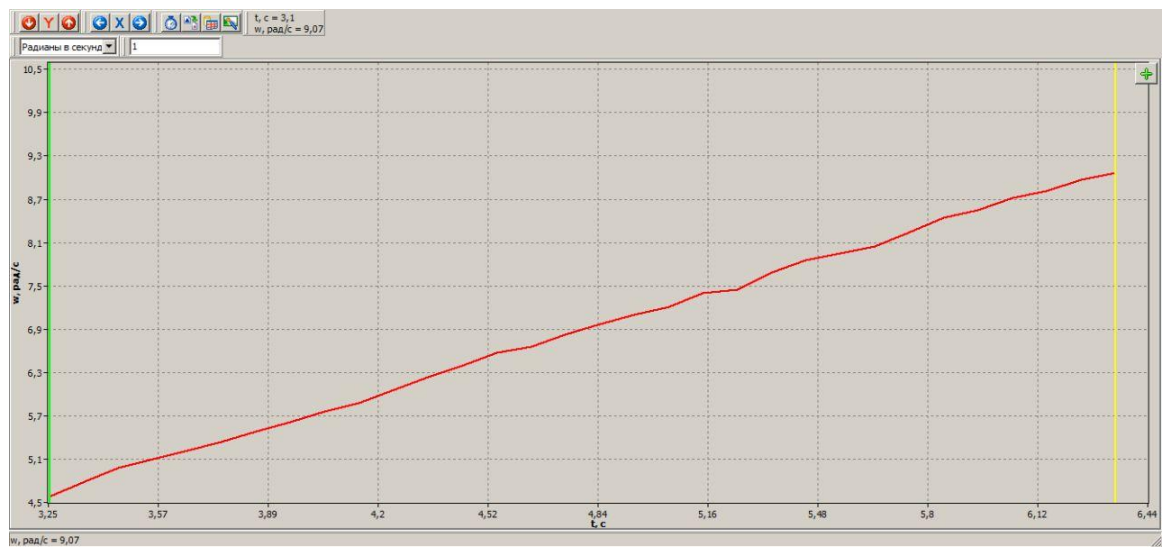


Рис. 2: График зависимости  $\omega(t)$

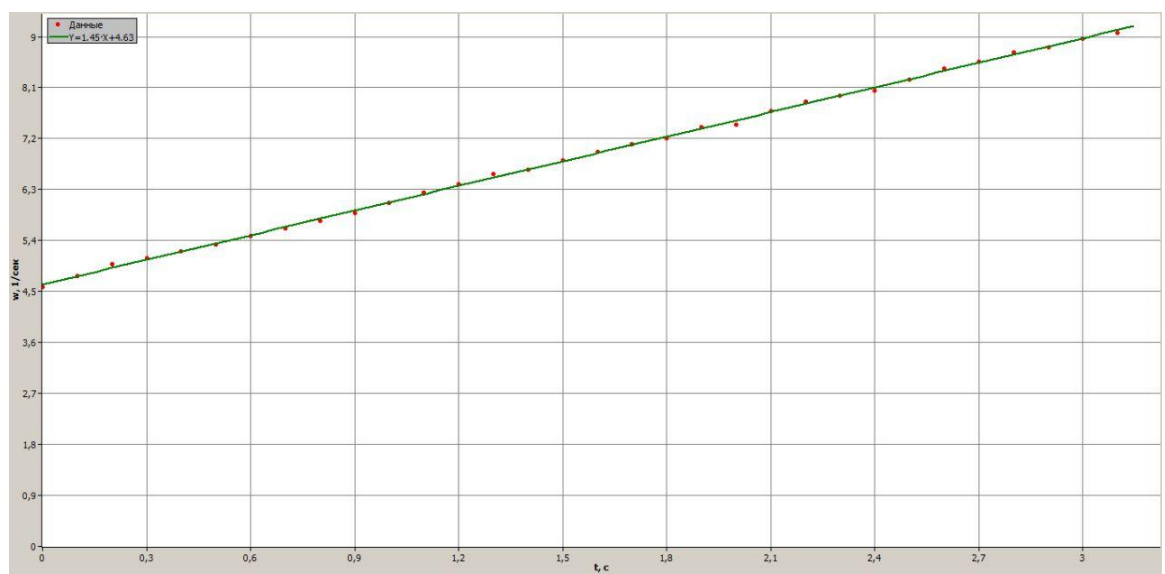


Рис. 3: График зависимости  $\omega(t)$ , аппроксимированный прямой

## 5 Расчеты

$$\begin{aligned}
J_c &= 4m \frac{r_2^2 \varepsilon_2 - r_1^2 \varepsilon_1}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} - m_0 \frac{d^2}{4} = 4 \cdot 0,052 \frac{0,15^2 \cdot 2,32 - 0,2^2 \cdot 1,44}{1,44 - 2,32} - 0,105 \frac{0,03^2}{4} = 1,253 \cdot 10^{-3} \\
&\text{кг} \cdot \text{м}^2 \\
\sigma_{\varepsilon_1} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\varepsilon_{1i} - \bar{\varepsilon}_1)}{5}} = 0,02 \text{ с}^{-2} \\
\sigma_{\varepsilon_2} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\varepsilon_{2i} - \bar{\varepsilon}_2)}{5}} = 0,02 \text{ с}^{-2} \\
\Delta \varepsilon_1 &= 2\sigma_{\varepsilon_1} = 0,04 \text{ с}^{-2} \\
\Delta \varepsilon_2 &= 2\sigma_{\varepsilon_2} = 0,04 \text{ с}^{-2} \\
\Delta J_c &= \left( \frac{\Delta m}{m} + \frac{(\frac{2\Delta r_2}{r_2} + \frac{\Delta \varepsilon_2}{\varepsilon_2})r_2^2 \varepsilon_2 + (\frac{2\Delta r_1}{r_1} + \frac{\Delta \varepsilon_1}{\varepsilon_1})r_1^2 \varepsilon_1}{r_2^2 \varepsilon_2 - r_1^2 \varepsilon_1} + \frac{\Delta \varepsilon_1 + \Delta \varepsilon_2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \right) 4m \frac{r_2^2 \varepsilon_2 - r_1^2 \varepsilon_1}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} + \left( \frac{\Delta m_0}{m_0} + \frac{2\Delta d}{d} \right) m_0 \frac{d^2}{4} = 0,981 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \\
\delta J_c &= \frac{\Delta J_c}{J_c} = 0,78
\end{aligned}$$

## 6 Результаты

$$\begin{aligned}
J_c &= (1,253 \pm 0,981) \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \\
\delta J_c &= 78\%
\end{aligned}$$

## 7 Вывод

Сложно оценить, насколько близок результат к истине, но величина относительной погрешности очень велика и составляет 78%. Это произошло, потому что в расчетной формуле 3 разности. Для увеличения точности можно было бы использовать другой метод измерения момента инерции.